



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN**



**Integración Triple Hélice en un ecosistema de innovación para proyectos de I+D+i aeroespaciales  
de defensa**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta

Guillermo Alfonso Giraldo Martínez

Director de Tesis

Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez

Santiago de Querétaro, Octubre /2023



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Integración Triple Hélice en un ecosistema de  
innovación para proyectos de I+D+i aeroespaciales de  
defensa.

**por**

Guillermo Alfonso Giraldo Martinez

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](#).

**Clave RI:** CADCN-284150



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración  
Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación

**Integración de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para proyectos de I+D+i  
aeroespaciales de defensa**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

**Presenta:**

**Guillermo Alfonso Giraldo Martínez**

Dirigido por:

**Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez**

Co-dirigido por:

**Dr. Diego Fernando Morante Granobles**

**Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez**

Presidente

Firma

**Dr. Juan José Méndez Palacios**

Secretario

Firma

**Dr. Arturo Castañeda Olalde**

Vocal

Firma

**Dr. Francisco Flores Agüero**

Suplente

Firma

**Dr. Carla Patricia Bermúdez Peña**

Suplente

Firma

Centro Universitario Querétaro, Qro.  
Fecha Aprobación Consejo universitario Octubre /2023  
México.

## Resumen

El **propósito** de la presente investigación plantea la creación de un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial, para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa en Colombia. La investigación se desarrolló bajo el **método** de enfoque mixto, bajo un diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), utilizando como instrumentos para la recolección de información: fuentes secundarias; entrevistas semiestructuradas aplicadas en focus group; y encuestas. Para el análisis e interpretación de datos, se utilizaron metodologías de: análisis bibliométrico, análisis de nodos y enlaces en Zoomchart de Microsoft Power B.I. y el modelo de ecuaciones estructuradas (SEM-PLS). Como **resultado** se logró: plantear una propuesta teórica de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice; se identificaron los nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector aeroespacial de defensa, que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación; se entregaron recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia; se presentó una propuesta teórica de sostenibilidad de los procesos de CTeI en el Ministerio de Defensa Colombia; y se planteó un Modelo de Gestión tecnología e Innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa para Colombia. Como **conclusión**, se logró desplazar la barrera del conocimiento, construyendo un modelo de gestión tecnológica e innovación con las variables analizadas, planteando principios, pilares, actores y actividades de soporte, que se deben desarrollar a nivel sectorial, para la construcción de un ecosistema de innovación, integrando los actores de la TH para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.

**Palabras Claves:** Modelos de gestión; tecnológica e innovación; Ecosistemas de innovación; Proyectos de Defensa; Investigación y Desarrollo; Triple Hélice.

## Summary

This research **proposes** the creation of a model of technological management and sectorial innovation for the development of defense aerospace R+D+i projects in Colombia. The research was developed under the mixed approach **method**, under a concurrent triangulation design (DITRIAC), using as instruments for the collection of information: secondary sources; semi-structured interviews applied in focus groups; and surveys. For data analysis and interpretation, the following methodologies were used: bibliometric analysis, analysis of nodes and links in Zoomchart of Microsoft Power B.I. and the structured equations model (SEM-PLS). As a **result**, it was achieved: to present a theoretical proposal of mechanisms to connect the actors of the Triple Helix; to identify the nodes and links of the existing cooperation network in the aerospace defense sector, that carry out science, technology and innovation activities; providing recommendations to strengthen the research and development of Defense in Colombia; presenting a theoretical proposal of sustainability of the CTeI processes in the Ministry of Defense Colombia; and proposing a Model of Technology and Innovation Management for the development of Defense Aerospace R+D+i projects for Colombia. As **conclusion**, it was possible to move the knowledge barrier, building a technology and innovation management model with the analyzed variables, presenting principles, pillars, actors and support activities, which should be developed at the sector level, to build an innovation ecosystem, integrating the actors of the TH for the development of defense aerospace R+D+i projects for Colombia.

**Keywords:** Management Models; Technology and Innovation; Innovation Ecosystem; Defense Projects; Research and Development; Triple Helix.

## **Dedicatoria**

A Dios porque me ha dado la sabiduría, fortaleza y discernimiento, para que este trabajo sea útil para mi país que tanto amo.

A mi maravillosa esposa Martha Patricia Cortina Gómez y a mi hija Gabriella Sophia por su  
paciencia y apoyo

A mis amados padres Nancy Martinez Lopez y Guillermo Enrique Giraldo Forero por siempre tratar  
de sacar lo mejor de mi

A mi gloriosa Fuerza Aeroespacial Colombiana y su excelente equipo de la Dirección de ciencia  
Tecnología e innovación por su apoyo.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Al cuerpo docente y administrativo, especialmente a Claudia Nieto del programa del Doctorado de Gestión Tecnológica e Innovación de la Facultad de Contaduría y Administración.

Al señor Mayor General Edgar Mauricio Falla Vargas por invaluable apoyo en los momentos más difíciles.

A mi director de Tesis, Doctor Luis Rodrigo Valencia Pérez por su constante apoyo en todo arduo proceso.

A mis sinodales.

## Índice General

Resumen.....	3
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos .....	6
Índice General.....	7
Índice De Tablas .....	13
Índice de Figuras.....	16
Introducción .....	20
Capitulo I. Marco De Referencia De La Investigación.....	23
1.1. Antecedentes .....	23
1.1.1 Referente Histórico. ....	23
1.1.2 Análisis Del Entorno.....	27
1.1.3 Estado del Arte.....	40
1.2. Justificación .....	42
1.2.1 Conveniencia y oportunidad .....	46
1.2.2 Importancia del tema.....	49
1.2.3 Resultados generales que se pretenden con el proyecto de investigación.....	52
1.3 Descripción / Planteamiento del Problema .....	53
1.3.1 Árbol del Problema.....	60
1.3.2 Delimitación del problema.....	61
1.3.3 Formulación del problema. ....	62
1.3.4 Sistematización del problema. ....	62
1.4 Objetivos.....	62
1.4.1 Objetivo general.....	62
1.4.2 Objetivos específicos. ....	62
1.5 Hipótesis de la investigación .....	63

1.5.1 Hipótesis Investigación: Hi.....	63
1.5.2 Hipótesis Nula: Ho.....	63
1.5.3 Hipótesis Alternativas: Ha .....	63
1.6 Límites del alcance de la investigación.....	64
<b>Capitulo II. Modelo Triple Hélice.....</b>	<b>64</b>
2.1 Modelo de la Triple Hélice.....	64
2.2 Rol de las Empresas .....	73
2.3 Rol de las Universidades .....	75
2.4 Rol del Estado .....	77
2.5 Interacciones.....	82
2.6 Entidades Híbridas .....	83
2.6.1 Oficinas de Transferencia de tecnología, de conocimiento, resultados de investigación y licencias. ....	84
2.6.2 Incubadoras .....	85
2.6.3 Parques científicos y tecnológicos .....	86
2.6.4 Centros de investigación .....	87
2.6.5 Capital de Riesgo .....	88
2.6.6 Start ups.....	89
2.6.7 Spin Off.....	90
2.6.8 Las Universidades emprendedoras.....	91
2.7 Conclusiones .....	95
<b>Capítulo III. Ecosistemas de innovación.....</b>	<b>97</b>
3.1 Cocreación .....	104
3.1.1 Inteligencia Colaborativa .....	104
3.2 Coevolución .....	108
3.2.1 Inteligencia Colectiva.....	109

3.2.1.1 Complejidad dentro de las organizaciones .....	109
3.3 Competitividad.....	111
3.4 Cooperación .....	112
3.5 Complejidad .....	115
3.5.1 Características y componentes de los sistemas complejos .....	115
3.5.2 Redes de conocimiento.....	116
3.6 Conclusiones.....	119
<b>Capitulo IV. Modelos de gestión .....</b>	<b>122</b>
4.1 Gestión Tecnológica e innovación .....	122
4.2 Modelos de Gestión de la Innovación .....	122
4.2.1 Definición de Gestión de la Innovación.....	122
4.2.2 Modelos Lineales de Primera Generación. ....	122
4.2.2.1 Technology Push .....	122
4.2.2.2 Modelo Demand Pull.....	123
4.2.2.3 Modelos Top Down.....	124
4.2.3 Modelos de Quinta Generación.....	125
4.2.3.1 Modelos en Red.....	127
4.3 Modelos de Gestión Tecnológica.....	128
4.3.1 Modelo Temaguide .....	129
4.3.2 Modelo de Hidalgo.....	130
4.4 Modelo desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa Colombia .....	133
4.4.1 La I+D+i en defensa.....	133
4.4.2 Proceso de selección ideas proyectos de I+D+i .....	134

4.4.3 Proyectos de ciencia tecnología e innovación.....	134
4.4.4 Infraestructura organizacional para I+D+i.....	135
4.4.5 Capital para investigación.....	138
4.4.6 Niveles de desarrollo tecnológico (TRL).....	138
4.4.7 Absorción tecnológica .....	139
4.4.8 Escalamiento Industrial y Transferencia de tecnología.....	140
4.5 Conclusiones .....	140
Capitulo V. Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa.....	<b>142</b>
5.1 Brasil .....	142
5.2 China .....	149
5.3 Estados Unidos.....	154
5.4 Israel.....	168
5.5 OTAN.....	174
5.6 Créditos OFFSET.....	180
5.7 Conclusiones .....	182
Capítulo VI Metodología .....	<b>185</b>
6.1 Operacionalización de Variables.....	185
6.2 Formalización de Indicadores .....	185
6.3 Esquema de Variables e Indicadores.....	185
6.4 Descripción de la metodología.....	201
6.4.1 Objetivo Específico No 01: “Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia”. .....	201
6.4.2 Objetivo Especifico No 02: “Analizar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia”. .....	204

6.4.3 Objetivo Específico No 03: “Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia”. .....	206
6.5 Muestreo.....	212
6.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	213
6.7 Análisis de Datos.....	213
<b>Capítulo VII Resultados y Discusión.....</b>	<b>214</b>
7.1 Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia. ....	214
7.1.1 Propuesta teórica de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice.....	214
7.1.2 Identificación de nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector, que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación .....	225
7.2 Diagnosticar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia.....	232
7.2.1 Recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia	247
7.2.2 Propuesta de sostenibilidad de los procesos de CTel en el Ministerio de Defensa Colombia.....	249
7.3 Modelo de Gestión tecnología e Innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa para Colombia.....	253
7.3.1 Estructuración del Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación del Sector Aeroespacial de Defensa (MOG).....	273
7.3.1.1 Principios .....	274
7.3.1.2 Actores .....	275
7.3.1.3 Pilares del Modelo .....	275
7.3.1.4 Actividades de Soporte .....	293
<b>Capitulo VIII Conclusiones .....</b>	<b>298</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>304</b>

ANEXO A Análisis de Indicadores de Investigación, desarrollo e Innovación (I+D+i).....	340
ANEXO B Justificación Selección Modelo de la Triple Hélice .....	353
ANEXO C Población y muestreo entidades del estado, empresas y universidades.....	358
ANEXO D Cuestionario Academia .....	373
ANEXO E Cuestionario Estado.....	384
ANEXO F Cuestionario Industria.....	393
ANEXO G Cuadro Metodológico.....	404
ANEXO H Operacionalización de Variables.....	413
ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores .....	423
ANEXO J Relación Indicadores y preguntas para cuestionarios.....	441
ANEXO K Artículos Modelo Triple Hélice para Analizar.....	461
ANEXO L Requerimiento Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS) y el Ministerio de Defensa Nacional (MINDEFENSA). .....	469
ANEXO M Respuesta MINCIENCIAS y MINDEFENSA .....	471

## Índice De Tablas

Tabla 1. Comparación Industria Comercial Aeroespacial Vs Industria Aeroespacial de Defensa 2016-2017. .....	28
Tabla 2 Proyectos de adquisición de satélites en Colombia y su respaldo de política pública. ....	32
Tabla 3 Gastos FFMM de Colombia en el Exterior. ....	35
Tabla 4 Centros de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la FAC. ....	36
Tabla 5 Productos Certificados SECAD. ....	54
Tabla 6. Árbol del Problema. ....	60
Tabla 7 Ejes Temáticos. ....	61
Tabla 8 Estructura Triple Hélice. ....	73
Tabla 9 Facilitadores y obstáculos Triple Hélice. ....	82
Tabla 10 Objetivos, Ventajas y Desventajas de los Parques Científicos y Tecnológicos. ....	86
Tabla 11 Marco de definición sobre ecosistemas de innovación. ....	99
Tabla 12 Características de los Ecosistemas de Innovación. ....	99
Tabla 13 Similitudes y Diferencias Ecosistemas Empresariales vs Ecosistemas de Innovación. ....	100
Tabla 14 Ecosistemas de Innovación Vs Ecosistemas Empresariales. ....	101
Tabla 15 Redes de Conocimiento. ....	117
Tabla 16 Características Modelo de Innovación China. ....	151
Tabla 17 Aspectos por mejorar del sistema de innovación chino. ....	153
Tabla 18 Proceso de Gobernanza tecnológica. ....	165
Tabla 19 Variables Dependiente, Independientes, latentes y /o Constructos. ....	185

Tabla 20 Variable Dependiente, Variables Independientes, Variables Latentes e Indicadores de la Investigación.....	186
Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas.....	188
Tabla 22 Organizaciones Redes de Reciprocidad del Sector.....	203
Tabla 26 Factores de Evaluación Modelo de Medida.....	210
Tabla 27 Factores de Evaluación Modelo Estructural.....	211
Tabla 28 Parámetros de Búsqueda aplicados en SCOPUS.....	214
Tabla 29 Tabla de Unidades de Análisis.....	218
Tabla 30 Relaciones y Enlaces Actores TH del Sector Aeroespacial de Defensa Colombiano.....	228
Tabla 31 Factores y variables examinados entrevistas.....	233
Tabla 32 Preguntas Entrevistas.....	234
Tabla 33 Clasificación de relevancia.....	241
Tabla 34 Tabla de Codificación y Calificación.....	241
Tabla 35 Recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la Generación de Tecnologías Aeroespaciales de Defensa en Colombia.....	247
Tabla 23 Escalas de Likert usadas en los cuestionarios.....	254
Tabla 24 Resultado Alpha de Crombach Validación instrumentos.....	255
Tabla 25 Estadísticas descriptivas aplicación instrumento.....	256
Tabla 36 Validez Interna Variables Latentes.....	260
Tabla 37 Validez Interna y Fiabilidad Individual.....	261
Tabla 38 Resultados obtenidos eliminando las variables con problemas de fiabilidad individual.....	263
Tabla 39 Fiabilidad del Constructo, Fiabilidad Compuesta y Validez Convergente.....	264
Tabla 40 Validez Discriminante.....	265

Tabla 41 Cálculo Índice de Ajuste Global .....	266
Tabla 42 Resultados Coeficiente Path, Correlación de Pearson y Valores P.....	267
Tabla 43 Evaluación de Hipótesis.....	267
Tabla 44 Variables modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia. ....	271
Tabla 45 Gasto en I+D como % del PIB.....	340
Tabla 46 Investigadores por Millón de Habitantes. ....	342
Tabla 47 Número Solicitudes de Patentes Residente 2018. ....	345
Tabla 48 Gasto Militar en Millones de USD. ....	347
Tabla 49 Presupuesto de Defensa en I+D como porcentaje del total del GBARD.....	348
Tabla 50 Subíndices y Pilares de Medición del Índice de Competitividad Global.....	349
Tabla 51 Índice Global de Competitividad 2018-2019.....	350
Tabla 52 Contraste Índice Global de Innovación (GII). ....	351
Tabla 53 Componentes de la Quintuple Hélice.....	356
Tabla 54 Top 10 Mejores Universidades de Colombia.....	361
Tabla 55 Top 10 Mejores Universidades en Ingeniería .....	362
Tabla 56 Top 10 Mejores universidades en Ciencias Naturales y Exactas .....	363
Tabla 57 Mejores Doctorados en Ciencias Naturales y Exactas.....	364
Tabla 58 Mejores Doctorados y Maestrías en Ingeniería.....	366

## Índice de Figuras

Figura 1. Aprobación FAE instalación DRAG STRUT.....	25
Figura 2 Ingresos y crecimiento de la Industria Aeroespacial Defensa 2013-2017.....	28
Figura 3 Pirámide del Sector Espacial Global .....	31
Figura 5 Actores del Sistema de CTeI del sector de Seguridad y Defensa.....	35
Figura 6 Tecnología y la Doctrina del Poder Aéreo y Espacial.....	43
Figura 6 Evolución de las relaciones entre actores.....	46
Figura 8 Hipótesis planteadas correlación Indicadores de Productividad de Valor Agregado Vs presupuesto de Defensa en I+D EEUU, China y Japón.....	50
Figura 9 Desarrollo de Tecnologías de Defensa Vs Compra de Tecnologías de Defensa.....	52
Figura 12 Explicación Colapso de CTeI en Defensa.....	58
Figura 13 Efectos en la Sostenibilidad en CTeI en defensa.....	58
Figura 14 Relaciones económicas basadas en el conocimiento.....	66
Figura 15 Dinámicas de la Triple Hélice.....	67
Figura 16 Generadores de la TH y contextos.....	72
Figura 17 Estructura del sistema de capital del Riesgo.....	88
Figura 18 Universidad Emprendedora.....	94
Figura 21 Modelo Technology Push.....	123
Figura 22 Modelo de Demand Pull.....	124
Figura 23 Proceso tradicional Top Down.....	125
Figura 24 Product Development Time/Cost Relationships.....	126
Figura 25 Ejemplo de modelo en Red.....	127

Figura 26 Modelo Conceptual de Elementos Clave para la Gestión Tecnológica.....	129
Figura 27 Escala de medición del modelo. ....	130
Figura 28 Funciones del Proceso de Gestión Tecnológica. ....	131
Figura 29 Herramientas para la gestión de la tecnología. ....	133
Figura 30 Organigrama Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	135
Figura 31 Tabla de niveles de TRL para el desarrollo de sistemas de armamento. ....	139
Figura 32 Organigrama DCTA. ....	145
Figura 33 Esquema SINAER. ....	146
Figura 34 Representación Ecosistema de Defensa China .....	150
Figura 35 Ecosistema de Innovación de la NASA.....	155
Figura 36 Taxonomía de proyectos de la NASA. ....	155
Figura 37 Definición de Ciencia y Tecnología en el espectro de la USAF. ....	157
Figura 38 Aliados Estratégicos del Sistema de Ciencia y Tecnología de la USAF. ....	158
Figura 39 Organigrama AFRL.....	159
Figura 40 Organigrama de la NASA.....	164
Figura 41 Ecosistema de Innovación de Defensa de los EEUU. ....	166
Figura 42 Modelo de Explotación Económica de la Órbita Baja de la Tierra de los Estados Unidos. ....	167
Figura 43 Estructura del Ministerio de Defensa de Israel.....	172
Figura 44 Tecnologías para su enfoque estratégico. ....	175
Figura 45 Ciclo de vida de Actividades de Ciencia y Tecnología de la OTAN. ....	175
Figura 46 Diseño Mixto (DIAC).....	201
Figura 47 Sistema de codificación utilizado para la investigación .....	205

Figura 48 Publicaciones por año, los últimos 10 años.....	215
Figura 49 Documentos publicados por País.....	215
Figura 50 Documentos publicados por afiliación .....	216
Figura 51 Principales Autores sobre Triple Hélice .....	217
Figura 52 Visualización Red Triple Hélice con 15 Concurrencias. ....	217
Figura 53 Propuesta de una nueva interpretación del Modelo de la TH. ....	224
Figura 54 Grafica Red Nodos y Enlaces .....	230
Figura 55 Suma de relaciones por From .....	230
Figura 56 Suma de relaciones por TO .....	231
Figura 57 Objetivo de la I+D+i.....	235
Figura 58 Modificaciones Infraestructura Organizacional para I+D+i.....	237
Figura 59 Absorción de los productos de I+D+i.....	239
Figura 60 Transferencia de Tecnología .....	240
Figura 61 Códigos más Relevantes por Variable de Medición.....	244
Figura 62 CTel en Defensa Sostenible. ....	253
Figura 63 Diagrama de Descripción del modelo.....	259
Figura 64 Modelo SEM SMART PLS.....	260
Figura 65 Modelo SEM Ajustado .....	269
Figura 66 Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación del Sector Aeroespacial de Defensa (MOG). .	297
Figura 67 Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) como Porcentaje del PIB de Colombia, 2010 - 2019.....	341
Figura 68 Investigadores activos en Colombia, 2009 - 2018.....	343
Figura 69 Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas por nivel. ....	343

Figura 70 Exportaciones de alta tecnología Top 10 mundial en Millones de USD - 2019.....	344
Figura 71 Exportaciones de alta tecnología Top 10 Latinoamérica en Millones de USD - 2019.....	345
Figura 72 Histórico Solicitudes de Patentes de Colombia por Vía de Presentación 2000 al 2019. ....	346
Figura 73 Conceptualización de la Cuádruple Hélice.....	356
Figura 74 Producción de Conocimiento Innovación.....	357
Figura 75 Muestreo con el nivel de confianza 95% margen de error del 5% . ....	360

## Introducción

La presente investigación, se planteó desde las líneas de investigación de gestión del conocimiento y redes y gestión tecnológica de la Universidad Autónoma de Querétaro, en marco de la titulación para el Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación.

La investigación diseño un modelo de gestión tecnológica e innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, aplicando teorías y conceptos del Modelo de la Triple Hélice, ecosistemas de innovación, y practicas comunes en el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa de países referentes, construyendo una relación con modelos de gestión tecnología e innovación existentes, para desarrollar un modelo sectorial que permitiera articular los actores de la industria la academia y el estado, para generar tecnologías de alto valor agregado, que mejoren y fortalezcan la seguridad y defensa nacional.

En la actualidad, Colombia es un país que presenta una serie de dificultades por la ausencia de un modelo de gestión tecnológica e innovación en el sector aeroespacial de defensa, como lo son: una alta dependencia tecnológica por sus adquisiciones de defensa; los proyectos de defensa no generan un efecto derrame (spill over) que impacten positivamente la evolución de los actores productivos; se tienen inconveniente para la apropiación de tecnologías nacionales dentro de las FFMM; y se mantiene una Visión Académica de la I+D+i, poco pragmática y tecnocentrista (característica fundamental de los proyectos de I+D+i de defensa).

Lo anterior, porque no se tienen claros cuáles podrían ser los mejores mecanismos para trabajar con otros actores y la estructura de los actores más relevantes para el desarrollo de proyectos de I+D+i en sector aeroespacial de defensa, que permitan generar las condiciones habilitantes para generar relaciones permanentes y confiables, afectando la sostenibilidad de la CTeI de defensa, por la ausencia de un modelo de gestión e innovación que permita generar proyectos de I+D+i aéreoespaciales de defensa inclusivos que integre a otros actores de la industria, el estado y la academia.

En consecuencia, se planteó como pregunta de investigación principal ¿Como se pueden integrar los actores de la triple hélice para construir un ecosistema de innovación para la generación de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia? y como objetivos principal Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación. Este objetivo es desarrollado, por los objetivos específicos y sus resultados esperados, que buscan atacar las causas directas del problema identificadas por el autor en el árbol del problema de esta tesis.

La metodología desarrollada en la tesis fue bajo un enfoque Mixto, con diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), con herramientas de recolección de información como fuentes secundarias, entrevistas en Focus Group y encuestas. Para el análisis e interpretación de los datos se utilizaron análisis bibliométricos, documental y teórico, a través de la metodología de codificación y categorización; análisis de nodos y enlaces de redes a través de Microsoft Power B.I y la aplicación zoomchart; análisis temático de entrevistas a través de metodología de codificación y categorización; y modelos de ecuaciones estructurales SEM-PLS, que utiliza análisis de regresión múltiple y análisis factorial, para la construcción y selección de las variables para el planteamiento del modelo.

La tesis está dividida en ocho capítulos. El primero, describe el marco de referencia de la investigación, contiene los antecedentes, la justificación del estudio, la descripción y planteamiento el problema de investigación, los objetivos, las hipótesis de la investigación y los límites del alcance de la investigación.

En el segundo, denominado Modelo de la Triple Hélice (MTH), hace parte del marco teórico, habla sobre las generalidades del MTH, el rol de las empresas universidades y el estado en el modelo, las interacciones entre los actores, y los conceptos de entidades híbridas.

En el tercer capítulo, Ecosistemas de Innovación, muestra el marco de teórico de los principales componentes de los ecosistemas de innovación identificados por el autor en su revisión bibliográfica, describiendo los conceptos de cocreación, competitividad, coevolución, competitividad, cooperación y complejidad.

En el cuarto capítulo, Modelos de Gestión, se refiere el marco teórico de los modelos de gestión tecnológica y de innovación que determinaron la variable dependiente de la investigación, donde se definen que es la gestión tecnología e innovación, los modelos de gestión de la innovación y gestión tecnológica seleccionados para ser evaluados en la investigación.

En el quinto capítulo, Proyectos De I+D+I Aeroespaciales de Defensa, muestra las dimensiones organizacionales, gestión de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa y la estructura del sector aeroespacial y de defensa, en Brasil, China, EEUU, Israel y la OTAN, para identificar las prácticas comunes en I+D+i en estos países y organización supranacional.

En el sexto capítulo, Metodología, se presenta la operacionalización de variables, la formalización de indicadores el esquema de variables e indicadores, la descripción metodológica por cada uno de los objetivos específicos de la investigación, el muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos.

En el séptimo capítulo, resultados y discusión, se presenta los mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice identificados, los nodos y enlaces identificados en el sector, el diagnóstico del

proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia y el Modelo de Gestión tecnología e Innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa para Colombia. Finalizando, con el octavo capítulo que describe las conclusiones de la investigación.

## Capítulo I. Marco De Referencia De La Investigación

### 1.1. Antecedentes

#### 1.1.1 Referente Histórico.

Con el inicio de la aviación el 17 de diciembre de 1903, con el vuelo del Kitty Hawk en Carolina del Norte Los Hermanos Wilbur y Obville Wright despertaron el interés mundial por la aviación, al inicio como un deporte extremo y aventura, pero, su primer avance exponencial se presentó con la primera guerra mundial en 1914, cuando se convirtió en un arma de reconocimiento aéreo, enlace, bombardeo y combate. Al terminar la guerra en 1918 la disponibilidad de pilotos llevo al auge de la aviación y creación de empresas de transporte, llegando la aviación a Colombia como industria en 1919 con la creación de la compañía colombiana de navegación aérea (CCNA) y la sociedad Colombo Alemana de Transporte Aéreo (SCADTA) que posterior se convertiría en AVIANCA, abriendo rutas comerciales y contrarrestando la precariedad de las vías de comunicación en aquella época (Fuerza Aérea Colombiana, 2019).

Tempranamente Colombia adopto esta tendencia tecnológica de la aviación con la Ley 15 del 07 de Diciembre de 1916 cuando el Gobierno Nacional, dispone el envío de una comisión de oficiales del Ejército Nacional por varios países europeos, entre ellos Alemania, Francia y Suiza, con el fin de conocer los avances de la aviación militar y realizar cursos completos sobre el tema, para dirigir y ser docentes de la Escuela Militar de Aviación, que fue creada tres años después con la Ley 126 de 1919, autorizada por el presidente *Marco Fidel Suarez* y se dictaron normas para inscribir la aviación como la quinta arma del Ejército Nacional, después de la Infantería, la Caballería, la Artillería y la Ingeniería Militar (Fuerza Aérea Colombiana, 2019).

En el año 1920 se inician las operaciones aéreas internacionales con la inauguración de las rutas que cubrían inicialmente destinos en Panamá y Ecuador volando en los hidroaviones alemanes JUNKER W-34 (Fuerza Aérea Colombiana, 2019). Con el fin de apoyar el crecimiento industrial aeronáutico mediante Decreto Legislativo 1064 del 9 de mayo de 1956 se crea la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC) con el propósito principal de operar centros de reparación y mantenimiento. Fue vinculada al Ministerio de Defensa de Colombia en 1966 y en 1971, la CIAC fue denominada como una sociedad de Economía Mixta bajo el régimen de Empresa Industrial y comercial del Estado (Morante, 2018).

En el año 1967 funcionan como distribuidores Aeroleaver, con sus aviones Piper, y Aviones de Colombia, con Cessna. Aviones de Colombia se constituye en 1970 como una empresa privada y el Grupo Leaver se asocia al gobierno (Instituto de Fomento Industrial - IFI y Fuerza Aérea Colombiana FAC). El Grupo Leaver en el año 1978 fabrica 98 aeronaves, desde aviones de instrucción hasta bimotores

licenciados por Cessna. En 1997 las dos compañías colombianas habían fabricado 1.500 aeronaves para uso agrícola y bimotores para clientes del Pacto Andino, Argentina, Centroamérica y África. (Morante, 2018).

La industria aeronáutica logra su más importante avance en la década de los 80, cuando un grupo empresarial desarrolló, patentó y acreditó un modelo de aeronaves monomotor sencillo y utilitario que se conoció en el mercado con el nombre de “El Gavilán G-358”. Debido a la difícil situación económica del país y a la falta de apoyo gubernamental, esta iniciativa industrial se trasladó al exterior (Morante & Paredes, 2010). Otra iniciativa importante fue la desarrollada por la Corporación de la Industria Aeronáutica CIAC y la Fuerza Aérea Colombiana con la fabricación 26 aviones denominados T-90 Calima, para reemplazar los aviones T-34 Mentor y algunos T-41 Mescalero que cumplieron su ciclo de vida, aviones de instrucción de los cadetes de la Escuela Militar de Aviación, en un proceso de transferencia tecnológica con la empresa Lancair, este proyecto inicio en el año 2000, con 4 versiones con un costo que superó los 10 millones de USD, logro significativo en la historia de la aviación Colombiana, y que tiene en la actualidad más de 10.000 horas de vuelo en este equipo formando más de 300 alumnos (Calle, 2021).

Esto llevo a la conformación de la iniciativa clúster concebida en el año 2006 generando en sus comienzos una gran expectativa dentro de la comunidad académica, gubernamental e industrial de la región, el desarrollo y consolidación no ha sido óptimo, sin embargo, para el 2012 se iniciaron acercamientos más consolidados con la industria de las regiones de Risaralda, Valle del Cauca, Antioquia y Bogotá D.C., pero se ha comportado de forma irregular y no ha generado una continuidad que permita el desarrollo e influencia significativa en el sector productivo del país (Martinez, 2019).

En el año 2006 la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), y la CIAC bajo el convenio Pegasus a través del Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN) inician una serie de proyectos con el objeto de prestar conjuntamente servicios de mantenimiento, reparación, y apoyo logístico aeronáutico, ampliando la capacidad reparadora de la Fuerza Pública para aeronaves del Gobierno y la aviación en general, así como, impulsar el desarrollo de la industria aeronáutica nacional (Fuerza Aérea Colombiana, 2019).

La FAC, en su esfuerzo de responder a las necesidades del conflicto interno del país a lo largo de su historia, ha buscado su independencia estratégica para el alistamiento de sus aeronaves, promoviendo en su personal técnico el desarrollo de capacidades en cuanto a la fabricación de partes aeronáuticas y la realización de trabajos de mantenimiento especializados, utilizando como herramienta el desarrollo de proyectos de ciencia, tecnología e innovación con el apoyo del sector privado (Pinzón, 2020)

Esto condujo a la normalización de producción de piezas y partes aeronáuticas fabricadas al interior de la FAC, esto le permitió llevar acabo el asesoramiento y acompañamiento a la industria privada,

convirtiéndola en Autoridad Aeronáutica de Estado y en ente certificador desde el año 2014, realizando procesos de certificación de reconocimiento, de certificados tipo, de modificaciones mayores, aprobaciones de PMA (Parts Manufacturer Approval), reconociendo inicialmente las partes aeronáuticas para el equipo A-29, fabricadas en el Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN) y la Escuela de Suboficiales ESUFA (Pinzón, 2020).

Esto condujo a que la FAC con su infraestructura técnica efectuara el proceso de overhaul de los conjuntos de trenes, capacidad que ha extendido su alcance a las aeronaves de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) con el PMA de los Drag Strut, cuya instalación con la certificación militar colombiana fue aprobada por el comandante de dicha institución, hecho que se constituye en uno de los primeros antecedentes donde una Fuerza Militar extranjera reconoce la autoridad como fabricante de un componente aeronáutico a la FAC (Calle, 2021).

**Figura 1. Aprobación FAE instalación DRAG STRUT.**



Fuente: Archivo Sección Certificación Aeronáutica para la Defensa (SECAD)

Otro hito importante es el Centro de Mantenimiento Técnico de Avianca, ubicado en el aeropuerto José María Córdoba en Rionegro Antioquia; en el complejo aeronáutico de dicha compañía se encuentran varios servicios como son: mantenimiento de aeronaves, fabricación de piezas plásticas y mantenimiento menor; proyecto donde Avianca efectuó inversiones superiores a 50 millones de dólares y que han generado la creación de más de 300 empleos y que desarrollo capacidades técnicas y logísticas en cuanto mantenimiento a los aviones Airbus (A318, A319, A320, A321 y A330), ATR (ATR72-600) y Boeing (B787 Dreamliner) (Villa, 2016).

En la actualidad, se encuentran apuestas significativas en la industria aeroespacial de defensa por su principal representante la CIAC, con la fabricación de UAVs con proyectos como Quimbaya, Céfiro y COELUM, realización de fases de mantenimientos mayores, modernizaciones y conversiones de

Helicópteros y aviones, desarrollando capacidades interesantes para el desarrollo de productos que cumplen unos estándares internacionales para su comercialización con un fuerte apoyo de créditos offset de contratos de defensa.

A nivel espacial se han presentado participaciones aisladas desde la academia como el caso proyecto Libertad en 2011 de la Universidad Sergio Arboleda y el proyecto que se encuentra en curso Libertad 2 un nanosatélite 4 kg con el estándar CubeSat 3U, para tomar fotos de la superficie de la Tierra desde LEO (Low Earth Orbit). Sin embargo, son experimentos académicos que no muestran un factor diferenciador y una utilidad comercial a corto plazo o mediano plazo que permitan su escalamiento industrial.

La FAC, desarrolló capacidades satelitales enfocadas en obtener autonomía en la captura de imágenes útiles para ser empleadas en inteligencia militar, es así como a finales de 2018, a través de un operador de lanzamientos espaciales de la India puso en órbita el nano satélite FACSAT-1, con capacidad de capturar imágenes de baja resolución, este es el primer paso para dar continuidad a un programa de transferencia tecnológica para la manufactura de satélites en el país, que busca adquirir capacidades en el desarrollo de activos espaciales y la construcción de una constelación satelital, ensamblada en Colombia, para observación de la tierra y comunicaciones; sin embargo, carece de una integración industrial y académica significativa que lo proyecte como una iniciativa nacional.

En la actualidad, se encuentra en desarrollo el proyecto FACSAT-2 que permitirá generar una capacidad de manufactura de satélites en el país, el cual, busca poner en órbita un satélite hecho por ingenieros colombianos con una mayor capacidad a la presentada en el FAC SAT-1, adquiriendo la capacidad con laboratorios y personal capacitado en estas áreas del conocimiento de las ciencias espaciales. El satélite esta para lanzamiento en el año 2023 con la empresa Space X.

En la última fase del programa el FACSAT –3 se espera el desarrollo de una constelación satelital con un proceso de transferencia tecnológica que genere una capacidad nacional, para beneficiar a diferentes entidades del estado colombiano del orden territorial, departamental y municipal, que reduzca los costos de adquisición de información satelital, en comunicaciones e imágenes y apoye el desarrollo productivo del país.

El gobierno colombiano ha estimulado su desarrollo con los programas de transformación del sector aeroespacial y de defensa con políticas como el CONPES 3866 “Política Nacional de Desarrollo Productivo”, creado para aumentar el valor agregado de las exportaciones del país, y que lleva su ejecución a través del Ministerio de Industria y Comercio, creando el Sector de Industrias del Movimiento y estableciéndola como una de la prioridades productivas de Colombia para enfocar su crecimiento económico, compuesto por la industria automotriz, naval y aeroespacial. Estas industrias tienen la

particularidad de jalonar y encadenar varios eslabones de sectores como metalmecánica, plásticos y química básica, entre otros (Ministerio de Industria y Comercio, 2020).

No se identifican claramente proyectos con una visión a largo plazo, que permitan generar una capacidad nacional productiva a través de la construcción de un tejido empresarial, para garantizar la generación de tecnologías innovadoras y activas<sup>1</sup> (Echeverría, 2003), con un crecimiento sostenible que le permitan encontrar al país un espacio en la cadena de valor de la industria aeroespacial internacional.

### **1.1.2 Análisis Del Entorno.**

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, por consiguiente, en este apartado se analizarán las perspectivas del sector aeroespacial (aeronáutica y espacial), el sector de seguridad y defensa, la academia, la FAC como representante del estado y países referentes en temas de Ciencia y Tecnología.

#### ***El Sector Aeroespacial***

El sector aeroespacial a nivel global se ha caracterizado por sus altos capitales de inversión en infraestructura, recurso humano y uso intensivo de conocimiento, generación de nuevas tecnologías, altos estándares de seguridad y calidad en el diseño, fabricación, operación y mantenimiento de productos (Murcia, 2014). La confiabilidad, eficiencia, investigación, desarrollo e innovación, son los pilares que los han sostenido vigentes y en continua evolución. Garantizando para la industria civil su competitividad y posicionamiento mercantil, y para la industria defensa la generación de ventajas militares estratégicas.

La participación en el sector aeroespacial permite aumentar la competitividad de los países, e impulsar el crecimiento hacia una economía basada en el conocimiento. Actualmente se están generando tres grandes tendencias en el mundo que confirman esta visión.

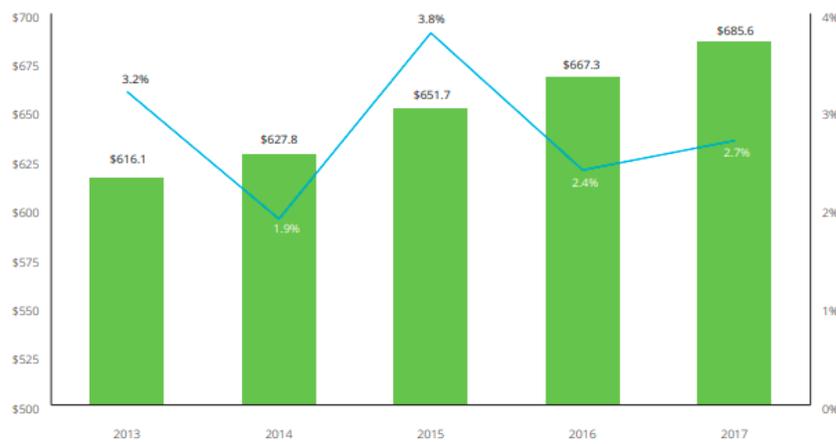
- En primer lugar, las tecnologías de defensa ya no se restringen al campo militar, como lo fue principalmente en el contexto de la Guerra Fría (sin desvirtuar la importancia que seguirán teniendo para la seguridad y defensa), por el contrario son transversales para la economía y el sector público (OECD, 2019).

---

<sup>1</sup> Tecnología activa no es productos tecnológicos ni activos tecnológicos, es el conocimiento actuante que genera esos productos y activos

- Segundo, los inversores y empresas privadas encuentran en la industria aeroespacial un espacio amplio y atractivo para el desarrollo de sus actividades, llevando a la OCDE a construir el término de “economía espacial” para referirse a las actividades productivas de este sector (DNP, 2020).
- Tercero, el acceso a los beneficios del espacio se han “democratizado” y cada vez más países participan en la economía espacial, buscando insertarse en diferentes eslabones de la cadena de valor, de acuerdo con sus capacidades (DNP, 2020a).

**Figura 2** Ingresos y crecimiento de la Industria Aeroespacial Defensa 2013-2017.



Fuente: Reporte (Deloitte, 2018)

Estados Unidos, por conceptos de la industria aeroespacial de defensa genera ingresos por USD\$239.6 Billones y en aspectos aeroespaciales comerciales genera ingresos por USD\$171.0 Billones. Por segmentos, estos ingresos son generados por los OEM USD\$376 Billones, por proveedores Tier 1 USD \$45.5 billones, Tier 2 USD\$26.5 billones, Tier 3 USD\$8.0 Billones, fabricantes de electrónicos \$87.2 billones, fabricantes de aerestructuras USD\$32.3 billones, propulsión USD \$69.5 billones y servicios USD\$40.1 billones (Deloitte, 2018).

Según la Aerospace Industries Association EEUU produce en su industria aeroespacial, 2.197.719 empleos, representa el 1.8% del PIB y presenta una balanza comercial positiva de 79 billones de USD en el año 2019 (Aerospace Industries Association, 2020). Demostrando que el sector aeroespacial genera un alto retorno a las inversiones realizadas.

**Tabla 1.** Comparación Industria Comercial Aeroespacial Vs Industria Aeroespacial de Defensa 2016-2017.

	Commercial aerospace			Defense		
	2016	2017	Change (2017 versus 2016)	2016	2017	Change (2017 versus 2016)
Revenues (US\$ billion)	US\$319.1	US\$323.1	1.2%	US\$348.1	US\$361.5	3.9%
Core operating earnings (US\$ billion)	US\$30.4	US\$35.4	16.7%	US\$38.8	US\$40.5	4.3%
Core operating margin	9.5%	11.0%	145 bps	11.1%	11.2%	5 bps

Fuente: Reporte (Deloitte, 2018)

En Latinoamérica se destacan países como México, Brasil y Argentina, han logrado diferentes niveles de éxito, insertándose en la cadena de valor de este sector.

El comportamiento del sector aeroespacial colombiano ha desarrollado paralelamente a nivel civil y militar, en una interacción que ha permitido desarrollar la fabricación de componentes y prototipos clase III, sin embargo, el país tiene dependencia casi total para compra, operación y mantenimiento de productos extranjeros provenientes de fabricantes reconocidos a nivel mundial (Boeing, Airbus Group, Embraer, etc.) (Murcia, 2014), lo que no ha permitido un progreso del sector acorde al crecimiento de las operaciones aéreas. (Martinez, 2019).

Dentro de la cadena de valor de la industria aeroespacial colombiana, se tienen identificados actores en las categorías de empresas de fabricación de Ultralivianos (ALS-aeronaves de categoría liviana), los fabricantes de categoría TIER II y III (Subcontratistas de TIER I que son los subcontratistas de primer nivel de las empresas OEM (Fabricantes de equipos originales)); MRO (Maintenance, Repair and Overhaul) empresas proveedoras de servicio de mantenimiento (Martinez, 2019); centros de investigación, servicios aeroportuarios y aerolíneas y entes certificadores como el SECAD (Sección de Certificación Aeronáutica para la Defensa).

### Perceptiva Aeronáutica

Desde la perspectiva aeronáutica, el tejido industrial aeronáutico de las regiones del país necesitan reducir brechas para proyectar a Colombia como un HUB de manufactura, y mantenimiento, aprovechando la posición estratégica a nivel geográfico, infraestructura aeroportuaria, manufactura de ultralivianos, la voluntad empresarial de las PYMES y la experiencia de la FAC como autoridad de la aviación de Estado en procesos de certificación y fabricación de componentes aeronáuticos, con el objetivo responder a la demanda creciente de bienes y servicios aeroespaciales en Latinoamérica y el Caribe, buscando como socios estratégicos a grandes fabricantes internacionales (Martinez, 2019).

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 aeronáutico son Bogotá D.C., Antioquia, Valle del Cauca y Risaralda (Colombia Productiva, 2019), conformando en el país los siguientes Clústeres:

- Clúster Aeroespacial Colombiano - CAESCOL (conformado por 11 empresas),
- La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales – ACOPAER (conformado por 17 empresas)
- La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE (conformado por 14 empresas)
- Clúster Aeroespacial del Pacífico – AEROSPACIFIC (conformado por 08 empresas y 03 universidades)
- Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca - CVAC (conformado por 14 empresas, 07 Instituciones de Educación Superior)
- Aerocluster de Boyacá (conformado por 06 empresas)
- La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC fundada por CLARE, AEROSPACIFIC, Aerocluster de Boyacá, CVAC, y CAESCOL.

Según la sección de convenios de la FAC, esta entidad ha establecido acuerdos de cooperación con CAESCOL, ACOPAER, CLARE y CVAC, a través de la Jefatura de Educación Aeronáutica y Espacial y el SECAD, con el fin de apoyar el desarrollo de proyectos conjuntos con la industria, pero no se han obtenido resultados destacables.

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, 2980 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 para estimular e impulsar el crecimiento y competitividad integral de la industria aeronáutica de defensa y civil.

Para estimular la industria nacional y la sustitución de importaciones se produjo un listado de productos por la FAC a través del SECAD, para la industria nacional, con el fin de generar oportunidades de crecimiento al mercado (SECAD, 2021). Encontrando dificultad con la inversión de capital privado para asumir el riesgo de desarrollar las piezas referenciadas y certificarlas, porque la FAC no garantiza la

adquisición de los productos desarrollados, por falta de políticas institucionales y nacionales que faciliten el proceso.

### Perspectiva Espacial

De acuerdo con Leloglu & Kocaoglan (2008), que fue citado por (Space Foundation, 2020), la cadena de valor del sector espacial global se describe en la pirámide de la Figura 3 Pirámide del Sector Espacial Global para participar en los eslabones de la pirámide es obligatorio un incremento gradual de la capacidad tecnológica, para lograr la inserción en este sector se deben desarrollar dos pilares bajo una visión país como se describen a continuación (DNP, 2020a):

1. La definición de estrategias por el lado de la demanda, incrementando por ejemplo la apropiación de estas tecnologías; por el lado de la oferta, identificando las potencialidades y mejorando las capacidades tecnológicas del país, que lo conduzcan a su inserción en la cadena de valor.
2. La definición de una política espacial como política de Estado, con una visión a largo plazo que trascienda los gobiernos de turno.

**Figura 3** Pirámide del Sector Espacial Global



Fuente (DNP, 2020a), adaptado de Lologlu & Kocaoglan (2008).

Según la Satellite Industry Association-SIA y Bryce Space and Technology (2019), los ingresos del sector espacial se dividen en una parte no comercial (de exploración del espacio y proyectos adelantados exclusivamente con capacidades y fondos públicos) y una parte satelital comercial (que incluye proyectos adelantados por actores privados o público-privados) (SIA & BRYCE, 2020).

Actualmente, los países desarrollados están en la búsqueda de soberanía en el espacio, a pesar de los acuerdos establecidos por Naciones Unidas, donde se ha determinado que el espacio es un escenario libre de confrontaciones. No obstante, la disposición de nuevas tecnologías con diferentes capacidades de

censado, manejo de información, comunicaciones, vigilancia y control de territorios, pueden ser empleadas para situaciones de emergencia ambientales o problemas agrícolas, al igual, que en amenazas bélicas que puedan ser identificadas de manera temprana con dichas tecnologías, disponiendo de la participación activa de sistemas satelitales, para visualizar amenazas a nivel de ciberseguridad y ciberdefensa, donde China y Estados Unidos lideran la carrera para el posicionamiento de equipos espaciales para mitigar amenazas desplegadas en estos escenarios (DNP, 2020a).

A nivel nacional el tema del desarrollo espacial en Colombia se encuentra en un nivel incipiente han existido desde 1977 iniciativas gubernamentales a través de la suscripción de documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), pero no se ha generado una sinergia para estimular los temas espaciales y la inversión de fondos públicos suficientes, que sustenten convertirlos en una prioridad nacional.

**Tabla 2** Proyectos de adquisición de satélites en Colombia y su respaldo de política pública.

<b>Proyecto de adquisición de satélite</b>	<b>Documento CONPES</b>	<b>Problema por resolver</b>	<b>Período en el cual se intentó realizar la compra del satélite</b>
Adquirir un satélite de comunicaciones	Documento CONPES 1421 (1977) <i>Proyecto de un satélite colombiano para comunicaciones domésticas.</i>	Mejorar las telecomunicaciones del país; y segundo, hacer uso de la órbita geoestacionaria	1977-1982
Adquirir un satélite de comunicaciones (SATCOL)	Documento CONPES 3579 (2009) <i>Lineamientos para implementar el proyecto satelital de comunicaciones de Colombia.</i> Documento CONPES 3613 (2009) <i>Complemento al CONPES 3579 de 2009</i> Documento CONPES 3651 (2010) <i>Modificación del CONPES 3579 de 2009</i>	Resolver las limitaciones de oferta de servicios satelitales que dificultaban la prestación de servicios de comunicaciones en las zonas apartadas del país, así como temas de seguridad y defensa	2009-2010

Adquirir un satélite de observación de la Tierra (SOTCOL)	Documento CONPES 3683 (2010) <i>Lineamientos para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra</i>	Deficiencias en el acceso a imágenes para lo cual se propuso la adquisición de un satélite de observación de la Tierra	2010-2012
---	---	--	-----------

Fuente: Dirección de Desarrollo Digital - DNP.

### ***El Sector Defensa y Seguridad***

El sector de Defensa y Seguridad de Colombia, fue creado para reducir la brecha tecnológica, garantizar la sostenibilidad, la independencia tecnológica, la seguridad y defensa nacional, estimular la industria nacional y la obtención de ventajas estratégicas, a través del Ministerio de Defensa Nacional y el Grupo Social y Empresarial de Defensa, GSED, agrupando a diecinueve (19) entidades que apoyan la misión de las Fuerzas Militares y la Policía Nacional en Colombia. Dichas entidades cuentan con una amplia oferta de servicios de educación, transporte, recreación, vivienda y producción de equipos y elementos de uso militar y civil (Ministerio de Defensa de Colombia, 2011).

Actualmente, el GSED cuenta con 9 establecimientos públicos, 3 sociedades de economía mixta, 2 empresas industriales y comerciales del Estado, 2 sociedades privadas y 4 empresas de otra naturaleza jurídica. Como Grupo, estas entidades contribuyen a través de la producción de bienes y servicios que apoyan a las Fuerzas Militares y Policía Nacional a garantizar la defensa nacional y la seguridad (GSED, 2021). Las entidades agrupadas por el GSED son las siguientes:

1. Industria Militar - INDUMIL.
2. Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial - COTECMAR.
3. Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.
4. Fondo Rotatorio de la Policía Nacional - FORPO.
5. Agencia Logística de las Fuerzas Militares - ALFM.
6. Club Militar de Oficiales – Club Militar.
7. Sociedad Hotelera Tequendama - SHT.
8. Círculo de Suboficiales de las Fuerzas Militares – Círculo de Suboficiales.
9. Servicio Aéreo a Territorios Nacionales - SATENA.
10. Caja Promotora de Vivienda Militar y de Policía - CAPROVIMPO.
11. Instituto de Casas Fiscales del Ejército - ICFE.

12. Hospital Militar Central - HOSMIC.
13. Universidad Militar Nueva Granada - UMNG.
14. Caja de Retiro de las Fuerzas Militares - CREMIL.
15. Caja de Retiro de la Policía Nacional - CASUR.
16. Defensa Civil Colombiana - DCC.
17. Superintendencia de Seguridad y Vigilancia Privada - Supervigilancia.
18. Corporación General Gustavo Matamoros D'costa – Corporación Matamoros
19. Corporación de alta Tecnología – CODALTEC

Las empresas Industriales son COTECMAR, INDUMIL, CIAC y CODALTEC, formadas con el fin de fortalecer el desarrollo y crecimiento económico del Sector de Seguridad y Defensa del País, las otras empresas fueron creadas para dar soporte de servicio social al sector (Justicia Penal Militar y Policial, 2018) Las Empresa relacionada con la industria aeroespacial es la CIAC y CODALTEC, y en algunos proyectos ha participado INDUMIL, que cuenta con amplias capacidades metalmeccánicas.

Sin embargo, se continúa reflejando una brecha tecnológica demasiado amplia con empresas industriales de impacto global como lo son Lockheed Martin, Boeing, BAE Systems, Raytheon y Northrop Grumman, entre otras empresas líderes en el mundo que registran ventas como se relacionan a continuación (datos en millones de Dólares para el año 2016) (Barría, 2017) .

- 47.248 Lockheed Martin
- 29.500 Boeing (División Defensa, Espacio y Seguridad)
- 25.600 BAESystems
- 24.069 Raytheon
- 24.508 Northrop Grumman

Mientras para el año 2015 las empresas industriales del GSED alcanzaron ventas por 970 millones de Dólares de los cuales apenas 9,8 millones de dólares fueron exportaciones, y los ingresos fueron producidos un 45% por la venta de bienes, un 22% por la venta de servicios y un 17% por bienes financieros (Saumeth, 2016). Estos datos muestran la falta de competitividad del sector de Seguridad y Defensa Colombiano, reflejado en el decrecimiento de las empresas del GSED por el cambio de la dinamización del conflicto del país<sup>2</sup> y la falta de productos que les permita introducirse a mercados internacionales, afectando significativamente los ingresos de las compañías del GSED.

---

<sup>2</sup> La mayoría de los ingresos son generados por su principal cliente la Fuerza Pública de Colombia a quienes los diferentes recortes presupuestales del gobierno han obligado a reducir los procesos de adquisiciones

Para el año 2015, el sector para conocer las capacidades productivas nacionales e impulsar el desarrollo de clústeres en temas de defensa, contrata la firma EPICOS como parte de un acuerdo OFFSET del Ministerio de Defensa de Colombia, para desarrollar el estudio denominado “Development of Industrial Clusters for the Republic of Colombia’s Aerospace, Defence and High-Technology Industry” entregando un mapeo de toda la industria nacional y sus capacidades para para participar en la producción aeroespacial, naval, armamentística y ciberseguridad. Este estudio, recomienda estimular la creación de clústeres relacionados con el sector defensa y seguridad, articulados por la I+D y la integración al proceso productivo de las universidades, los centros de investigación y las entidades del estado, para obtener logros significativos que permitan el crecimiento del sector (EPICOS, 2015a).

El gasto de la fuerza pública en adquisiciones internacionales para temas aeronáuticos y espaciales de defensa se realizan por intermedio de la Agencia de Compras ubicada en Fort Lauderdale, EEUU, y según el Área del Centro de Distribución (ACED) entre los años 2019 y 2020 reporto los valores descritos en la Tabla 3 Gastos FFMM de Colombia en el Exterior. Estos valores muestran disponibilidad presupuestal significativa para apoyar la sustitución de productos que se podrían suministrar en el país y de esta forma estimular la industria nacional en su encadenamiento productivo.

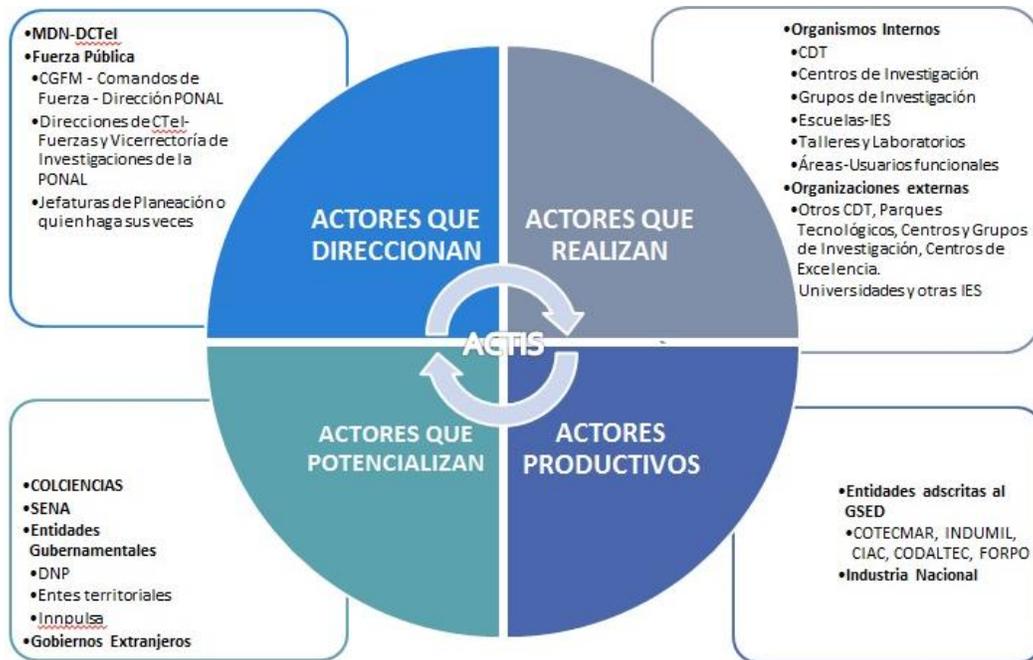
**Tabla 3** *Gastos FFMM de Colombia en el Exterior.*

TIPO DE COSTOS	VIGENCIA 2019	VIGENCIA 2020
<b>VARIABLES</b>	COP\$300.294.000.000	COP\$275.590.000.000
<b>FIJOS</b>	COP\$173.969.000.000	COP\$239.998.000.000

Fuente: Elaboración Propia información tomada de la Agencia de Compras FAC

Dentro del Sector de Seguridad y Defensa existen diferentes actores que promueven el desarrollo de las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI), para dar soluciones a la Fuerza Pública e impulsar la competitividad del Sector y del país (Ministerio de Defensa Nacional, 2013). Estos actores se pueden visualizar en el siguiente esquema:

**Figura 4** *Actores del Sistema de CTel del sector de Seguridad y Defensa.*



Fuente: Tomado del Borrador Política de Ciencia, Tecnología e Innovación del MDN, Ministerio de Defensa Nacional – Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Descripción de los actores:

- **Actores que direccionan la CTeI.** Actores que entregan lineamientos, políticas y ejercen funciones tendientes a direccionar la CTeI dentro del SDS.
- **Actores que realizan actividades de CTeI.** Aquellos actores que realizan las actividades primarias de CTeI (producción/ generación y uso del conocimiento) en cumplimiento de su misión.
- **Actores productivos CTeI.** Actores encargados a través de la interacción con el subsistema de direccionamiento (que define las necesidades y áreas prioritarias) de llevar a nivel de línea de producción (escalar) las investigaciones y desarrollos del subsistema que realiza la investigación.
- **Actores que potencializan o actúan como catalizadores de la CTeI.** Aquellas entidades que poseen las herramientas y los recursos necesarios para catalizar los procesos de CTeI en el SDS

La dependencia relacionada directamente con las investigaciones en temas Aeroespaciales de defensa es la de Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Fuerza Aérea, donde dependen cuatro centros de investigación responsables de liderar el desarrollo científico y tecnológico (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c).

**Tabla 4** Centros de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la FAC.

Centro de I+D+i	Ubicación
CITAE. Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales	EMAVI

	(Cali)
CETIA. Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutico	ESUFA (Madrid)
CETAD. Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa	CACOM5 (Rionegro)
CIBAE. Centro de Investigaciones Biomédicas Aeronáuticas y Espaciales	CEMAE - CATAM (Bogotá)

Fuente. Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c)

En la actualidad estos Centros de I+D+i no cuentan con presupuesto de investigación fijo, y trabajan con los sobrantes presupuestales generados al final de cada vigencia, su posición en la actualidad no es de nivel estratégico dentro de la FAC, complicando el impacto transversal de la ciencia y tecnología en la institución.

### **La Academia**

Desde la perspectiva académica la FAC en representación del estado, ha realizado acuerdos para adelantar actividades I+D+i con universidades destacadas en áreas STEM de Colombia, como: la Universidad Nacional, la Universidad Sergio Arboleda, la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”, la Universidad del Valle, La Universidad de Antioquia, La universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad Militar Nueva Granada. Los proyectos que se han desarrollado han permitido solucionar necesidades tácticas, pero no necesidades estratégicas que generen valor para el posicionamiento regional del sector.

Sin embargo, no se evidencia un avance significativo con carreras de pregrado relacionadas al sector aeroespacial. Ya que en la actualidad, el país solo tiene (03) tres universidades con programa de pregrado de ingeniería aeronáutica, la Universidad Pontificia Bolivariana en Medellín, las universidades los Libertadores y San Buenaventura en Bogotá D.C., (01) un programa de pregrado de ingeniería aeroespacial en la Universidad de Antioquia y a nivel de posgrado (02) dos maestrías de ingeniería aeroespacial en las universidad del Valle y la Universidad San Buenaventura y no se registran programas doctorales en esta área específica<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> La información fue sustraída del sistema de Información Nacional de Educación Superior SNIES el 24 de septiembre de 2020 “parámetros de búsqueda con palabras claves “Pregrado, Maestría, Doctorado, Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería Aeronáutica como carreras de referencia de este sector”.

## **Países Referentes en Temas Aeroespaciales de Defensa**

Esta sección analiza países y organizaciones referentes de temas aeroespaciales de defensa, como la OTAN, Brasil, China, Estado Unidos e Israel, donde se pudo evidenciar lo siguiente<sup>4</sup>:

### *Brasil*

Los militares de la Fuerza Aérea de Brasil (FAB) han sido encargados de desarrollar el sector aeroespacial de Brasil con casos exitosos como el de San José dos Campos, donde se desarrolló el sector a través del DCTA (Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial) que se convirtió en el eje articulador de desarrollo de tecnologías y capacidades aeroespaciales de Brasil (Quintero & Forero, 2018). Donde la industrialización de la defensa brasileña evoluciono en tres etapas distintas; la primera, desde 1970 hasta principios de los 90s, donde el sector aeroespacial de defensa estaba dominado por EMBRAER (aviación) y AVIBRAS (misiles), mostrando un desarrollo solido a pesar de la inestabilidad económica y política del país, respondiendo a necesidades locales; una segunda etapa de letardo, entre el 1990 y 2009, donde la producción fue gravemente atenuada por la disminución del gasto militar; la última, desde 2009, con la implementación de la Estrategia de Defensa Nacional generando una nueva sinergia en el sector para promover la política industrial con inversión en defensa, forjando una apertura a la cooperación internacional, modernizando la flota de aviones caza y con un proceso inclusivo, en el cual rotan su liderazgo entre la FAB y la industria brasileña. (Amarante & Franko, 2017a).

### *China*

Dentro de sus líneas estratégicas de acuerdo al presidente Xi Jinping, China deben convertirse en líder mundial en ciencia y tecnología (C&T) para el 2050, proyectando para el 2024 el presupuesto de China en I+D+i supere el de los EEUU. China adoptó el plan quinquenal hasta el año 2025 en el que establece diferentes áreas de I+D+i relacionadas con el área aeroespacial apostándole a: tecnologías de la información, inteligencia artificial, nuevos materiales manufactura avanzada, armas hipersónicas, tecnologías de energía avanzada, computación avanzada y tecnologías cuánticas (Budden & Murray, 2019).

Para garantizar la conexión entre la industria y las necesidades de defensa en aspectos aeroespaciales cuentan con el Ministerio de Industria Aeroespacial, el Ministerio de la Industria de Aviación, el Ministerio de Industria de Defensa, el Departamento de Desarrollo de Equipos (EDD) que lidera la Comisión Militar Central, y la Administración Estatal de Ciencia, Tecnología e Industria para la Defensa Nacional

---

<sup>4</sup> Los avances en estos temas se analizan a profundidad desde la perspectiva organizacional, de gestión de proyectos y el desarrollo del sector aeroespacial, se desarrollarán en el **CAPÍTULO V** Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa

(SASTIND) que está bajo el liderazgo del Ministerio de industria y tecnologías de la Información, y trabajan en coordinación con el Ejército Popular de Liberación, liderados por el jefe de estado (Budden & Murray, 2019; Murti, 2020; Department of Defence, 2019).

### Estados Unidos

En EEUU la atención se centra en realizar I+D, para comercializar tecnologías desarrolladas y no se enfocan en adquirirlas. Tienen el marco regulatorio necesario que facilita la rápida transición de la tecnología a la guerra o al mercado comercial. Lo anterior soportado normas como la política gubernamental emitida en el Code Commerce and trade en el capítulo 15 en el artículo 638 “Research and development” y programas como el Small Business Innovation Research y el Small Business Technology Transfer (SBIR/STTR) ((SBIR, 2020; *US Code Commerce and Trade*, 2018).

Su apuesta en ciencia y tecnología relacionado con temas aeroespaciales de defensa se encuentran plasmados en la estrategia en Ciencia, Tecnología e innovación de la USAF establece competir por el desarrollo de 10 tecnologías claves: tecnologías cuánticas, información, municiones, inteligencia artificial, sistemas autónomos, energía dirigida, sistemas aeroespaciales, sensores, materiales y manufactura, hipersónicas y espaciales (USAF, 2013, 2019).

### Israel

El propósito central de Israel “proveer un sitio seguro en la Tierra para los judíos”, según el gobierno, este país ha tenido que fortalecer su industria militar y de defensa para su supervivencia; es uno de los líderes mundial en la industria y constantemente genera spin-offs y start ups para garantizar su defensa y seguridad (Pineda, 2016). Israel, siempre ha dado mucha importancia a la educación, la tecnología y la seguridad, es conocido como una economía de libre mercado que se basa en el conocimiento, tiene el segundo mayor número de empresas emergentes en el mundo, después de los Estados Unidos, así mismo, posee el mayor número de empresas que cotizan en bolsa después de estados unidos y china (Broude et al., 2013).

Entre 1965 y 1997 presentaron muchos problemas para transferir las tecnologías de los sectores civiles al sector de defensa y viceversa, lo que obligo que la política de ciencia y tecnología de Israel está bajo el liderazgo del primer ministro, y cuentan con una fuerza de trabajo altamente calificada. (Peled, 2001). Lo anterior, facilito la transferencia de tecnología militar a la economía del sector civil convirtiéndose rápidamente en la mayor fuente de riqueza de Israel (Broude et al., 2013), mostrando la articulación coherente de sus esfuerzos estatales en defensa, con la industria y la academia para garantizar su supervivencia como estado.

### Organización del Tratado de Atlántico Norte (OTAN)

La OTAN, nace con 12 países fundadores pero en la actualidad han ingresado un total de 30 países, surge bajo el auge de la Unión Soviética durante la guerra fría, su tradición en el desarrollo de tecnologías ha sido amplia, buscando desde un principio liderar los avances científicos mediante la cooperación de los esfuerzos industriales entre los países miembros, para la producción de avances en materia de defensa, los cuales son liderados desde 2010 por la Organización de Ciencia y Tecnología de la OTAN (STO), quien posee la capacidad de financiar programas de investigación profunda y realizar reuniones y capacitaciones de expertos que busquen difundir el conocimiento científico y el intercambio de información, con la industria, las universidades y centros de investigación de los países que la conforman (Fiott, 2018)

En la actualidad sus apuestas estratégicas en materia de ciencia y tecnología de defensa se enfoca en: inteligencia artificial, biotecnología, sistemas autónomos, materiales y estructuras, big data, hipersónica espacial, tecnologías cuánticas (Reding & Eaton, 2020)

### **1.1.3 Estado del Arte**

Para verificar el estado del arte se realizó un trabajo de vigilancia tecnológica en bases de datos científicas como SCIELO, Google Scholar, Redalyc y Microsoft Academic en búsqueda de artículos científicos en el que los actores de la Triple Hélice (Universidad-Empresa-Estado), se integren para generar proyectos de I+D+i de Defensa, con un parámetro de búsqueda entre el año 2014-2020 y con palabras la palabras claves de “defensa”, “proyectos”, “tecnología” “innovación”, “investigación y desarrollo” y “Triple Hélice”, obteniendo los siguientes resultados destacados:

- Defense Transformation in Latin America: Will It Transform the Tecnológica Base? este documento del instituto de estudios estratégicos de la Universidad Fluminense analiza la tensión estratégica en la adquisición militar entre empresas tecnológicas y las compras de equipos para satisfacer las necesidades de modernización en América Latina. El caso brasileño es examinado por sus lecciones sobre cómo las asociaciones pueden ayudar a los países a lograr objetivos estratégicos al tiempo que promueven capacidades industriales y la articulación de la triple hélice.(Amarante & Franko, 2017b)
- Defense System, Industry and Academy: The Conceptual Model of Innovation of the Brazilian Army. Este artículo identifica los parques tecnológicos existentes en las sedes de las brigadas militares del ejército brasileño, donde se formaron núcleos de gobierno para la innovación tecnológica. El problema es que desde el año 2016, el Ejército Brasileño creó el Sistema de Innovación de Defensa, Industria y Academia (SisDIA), un modelo conceptual de la Triple Hélice,

con el objetivo de promover el desarrollo de innovaciones aprovechando la presencia del Ejército en todas las regiones del país. Se pudo concluir que a través de SisDIA y la implantación de los núcleos de innovación del Ejército Brasileño, en parques tecnológicos, fortalece la interacción entre los actores de la Triple Hélice de manera colaborativa. Incrementando la expresión científica y tecnológica de los actores involucrados e impulsando el desarrollo en dimensiones sociales y económicas, de acuerdo a las capacidades de cada una de las regiones (Silva et al., 2019).

- Analyzing interaction in R&D networks using the Triple Helix method: Evidence from industrial R&D programs in Korean government. Este artículo de la Universidad de Corea con sede en Seúl, muestra las interacciones activas en las redes en los programas nacionales de I + D en Corea, conformadas por los actores institucionales de la Triple Hélice. El análisis de Triple Hélice revela que las políticas directas del gobierno coreano para las redes de I + D solo tuvieron un éxito temporal en los primeros años de las políticas y no lograron impulsar la sinergia. Los resultados sugieren que el gobierno debe analizar cuidadosamente los efectos no deseados de las nuevas políticas antes de implementarlas, revisar periódicamente los comentarios y alentar, no controlar, las redes de I+D y concluye que pueden mejorar las capacidades innovadoras de los países. (Y. H. Lee & Kim, 2016).
- Innovation Strategy to Sustain a Technological Edge for National Security & Global Leadership esta tesis doctoral del Massachusetts Institute of Technology, trata sobre como el liderazgo global de Estados Unidos en innovación tecnológica es la piedra angular de la defensa de ese país y que mantener los avances en tecnología son críticos para establecer y mantener la superioridad militar. Para esto plantea que se requieren nuevas estrategias de innovación tecnológica que permitan a los EEUU ser innovadores a partir de la inversión en I+D. Plantea el uso de la innovación abierta, una descomposición funcional y reevaluar el concepto de lo secreto, para incentivar la participación (Prabha, 2015).
- The Triple Helix Model and the Brazilian Army Strategic Projects. Este artículo de la Universidad de Minho en Portugal, diseño y valido un modelo de criterios para la selección de un beneficiario de un proceso de transferencia de tecnología, basado en la teoría de la Triple Hélice y en acuerdos de compensación en proyectos estratégicos del Ejército brasileño. El modelo propone cuatro pilares principales (naturaleza empresarial; interacción institucional; capacidad de absorción y transferencia de tecnología; capacidad en términos de recursos humanos) que agrupan los criterios de evaluación de los receptores de una tecnología. La propuesta del modelo se basa en la identificación de las mejores prácticas, del modelo teórico de la triple hélice y de los indicadores relativos a la transferencia de tecnología. Se utilizó el método Delphi con 20 expertos en el tema

de las tres esferas institucionales: Gobierno, Universidad e Industria; con el fin de lograr un consenso sobre el modelo. (Ferreira & Crispim, 2016).

## **1.2. Justificación**

Los motivos por los cuales se desarrolló la investigación se pueden exponer en los siguientes argumentos:

- Según el informe de Ciencia de la UNESCO, los países que están dispuestos a invertir más en personal y actividades de investigación financiadas con fondos públicos, incentivan el aumento de la inversión en I+D de las empresas. La investigación financiada con fondos públicos y la financiada con fondos privados persiguen objetivos diferentes, pero su contribución al crecimiento de la economía nacional y al bienestar de la población dependerá de cómo se complementen bien. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015).
- Según el informe de Capital Intangible en las cadenas globales de valor, los activos intangibles en la actualidad representan 1/3 del valor de los productos que llegan al mercado. Valor que no se ve reflejado en la gran mayoría de productos de economías en proceso de desarrollo (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2017); economías como la colombiana, por sus bajas capacidades para generar tecnologías innovadoras, tienen la necesidad de generar modelos tecnológicos que impulsen la creación de activos intangibles.
- El indicador de transferencias de armamento a nivel mundial en los últimos 10 años, ha crecido aproximadamente un 5%. Así mismo, el mercado de seguridad y defensa representa entre un 2% y 2.5% del PIB Mundial (Stockholm International Peace Research Institute, 2019); con una amplia variedad de oportunidades de gran impacto para la industria local y sus productos de I+D+i.
- El estudio de EPICOS desarrollado en 2015, establece que se debe colaborar y cooperar en redes donde el estado, debe ser una parte integral del tejido de la industria y desarrollo de tecnologías, brindando apoyo cuando sea apropiado, estimulando la colaboración entre empresas y universidades, como una actividad crucial que el gobierno debe emprender. Así mismo, la inversión en I+D debe enfocarse en los clústeres, porque las inversiones pueden ser más eficiente en la obtención de beneficios inmediatos para la industria, el estado y la academia (EPICOS, 2015a).
- La ciencia, la tecnología y la innovación bajo la perspectiva de defensa, le ha aportado al desarrollo económico, científico y social de la humanidad, de forma eficiente, por su visión pragmática, como lo reflejan los historiadores George Basalla (2011) y Yubal Noah Harari (2015) que revela lo siguiente:

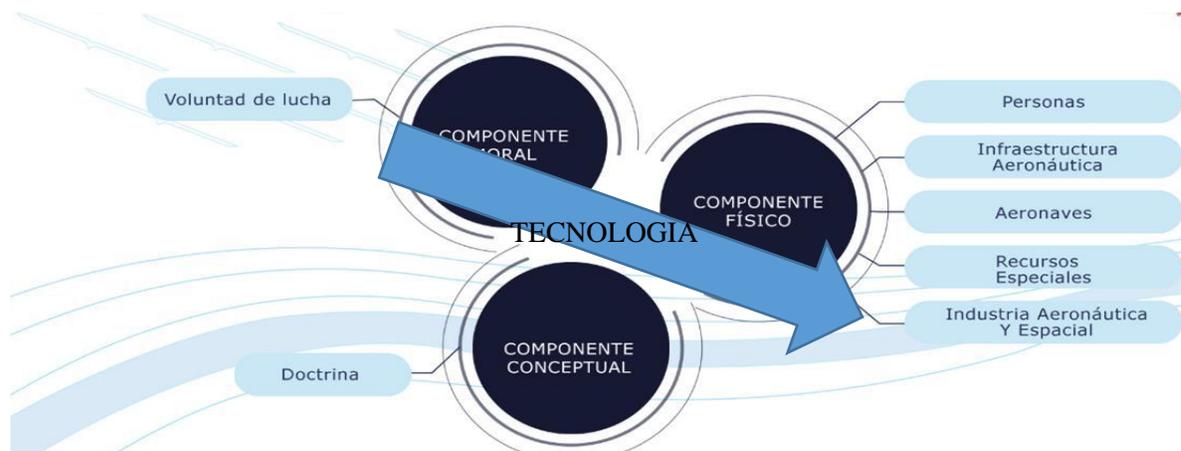
“El extraordinario papel desempeñado por el sector militar en determinar las elecciones tecnológicas convierte a nuestra época en única en la historia de la tecnología (Basalla, 2011,pag-205)”.

“Los Critico de la Tecnología dominada por el interés militar afirman que estraga la economía, distorsiona los valores sociales, degrada el entorno y amenaza nuestra supervivencia. Pero desde la Perspectiva de finales del siglo XX, parece que la asociación militar con la innovación tecnológica puede ser muy bien uno de los signos de nuestra época y el determinante individual más significativo del futuro inmediato del género humano”(Basalla, 2011,pag-206).

“Dwight Eisenhower advertía en 1961 del poder creciente del complejo militar-industrial deo fuera parte de la ecuación. Debió alertar acerca del complejo militar-industrial-científico, porque las guerras de hoy en día son producciones científicas” (Harari, 2015, pag-290).

- En el ámbito militar, los temas aeroespaciales de defensa son direccionados bajo el concepto de la doctrina básica del poder aéreo y espacial, que sostiene que la tecnología es el único medio que puede generar una modificación en todos los componentes de los poderes militares, siendo el desarrollo y la adquisición de tecnologías, un eje fundamental en el crecimiento equilibrado de este poder, con la capacidad de afectar a la industria, el capital humano, la infraestructura, la voluntad de lucha de la tropa y la doctrina de una Fuerza Militar (Fuerza Aérea Colombiana, 2018a).

**Figura 5** Tecnología y la Doctrina del Poder Aéreo y Espacial



Fuente: Elaboración Propia

- Se debe optimizar el funcionamiento e integración de la triada para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa, formando estructuras organizacionales que faciliten la transferencia de conocimientos y funcionen en red para responder a las demandas de los sectores industriales, la complejidad de los mercados y la sofisticación tecnológica (Tovar & Arturo, 2002).
- Se demanda analizar las capacidades e intereses particulares de cada uno de los actores de la Triple Hélice, para generar un círculo virtuoso que permitan integrarlos en los conceptos de sociedades y economías del conocimiento construyendo un ecosistema de innovación sostenible (L. Hernández et al., 2014), para generar un vínculo productivo que aporte al desarrollo científico y tecnológico de la defensa en el ámbito aeroespacial de Colombia y la prosperidad económica de la nación.
- Las altas exigencias del mercado aeroespacial internacional muestran la debilidades y falencias competitivas del sector en Colombia, para ingresar a la cadena productiva global, que le permita acceder a mejores ingresos y beneficios a la industria; generar ventajas militares y mejorar sus capacidades operacionales a las instituciones de defensa; y acceder a conocimientos avanzados que mejoren la calidad educativa aplicando las investigaciones que se generan en las universidades.
- Asumir retos con una visión a largo plazo para el desarrollo de tecnologías de alta complejidad y valor agregado, para crear capacidades en los actores de la triple hélice, con apuestas productivas nacionales que generen un cambio socio-técnico a través de proyectos integradores como: sistemas de defensa, radares, sistemas autónomos, satélites, sistemas de lanzamiento espacial, sistemas para seguridad y defensa del ciberespacio etc. Para lograr la supremacía aérea, espacial y ciberespacial del país, bajo los intereses geopolíticos, que permitan mitigar las amenazas internas y externas.
- Reducir la brecha tecnológica que existe en la actualidad en temas aeroespaciales de defensa, disminuyendo la dependencia tecnológica forjada por la constante compra de tecnologías de defensa a países desarrollados, incitando la salida de divisas y los impuestos de los colombianos hacia el exterior, sin un retorno tangible sobre la economía, que se refleje en procesos de transferencia de conocimiento y tecnologías, que generen capacidades nacionales que mejoren la productividad de la industria colombiana.
- Mitigar el detrimento del presupuesto nacional, generado por la dependencia tecnológica a largo plazo, determinado por los altos costos de mantenimiento y sostenimiento de los equipos militares y la exclusividad que exigen las casas fabricantes posterior a su compra.
- Reducir el impacto de la obsolescencia tecnología, para afrontar las amenazas tácticas, operacionales y estrategias de las operaciones militares.
- Buscar la aprobación política, social y económica, de las inversiones en defensa para el reemplazo y sostenimiento de equipos militares.

- Se necesita formar una transición hacia una sociedad y economía de conocimiento, que forje valor en mercados nacionales e internacionales, genere ventajas militares, fomente la inversión en I+D+i, la transferencia de conocimiento, la cooperación social y la innovación entre todos los actores de la Triple Hélice.
- Superar la visión a corto plazo que tienen en la actualidad las iniciativas públicas en Colombia en materia de desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa y trascender a una visión a largo plazo que sobrevivan a los gobiernos de turno. Para fortalecer la infraestructura tecnológica, la educación avanzada y la inyección de capital de riesgo, entre los actores de la TH.
- Fomentar la creación de un ecosistema de innovación, para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa a través de la FAC; explotando lo establecido en su misión y visión institucional, según la disposición 026 del 22 de Julio de 2019 en los aspectos que se resaltan a continuación:

*“Volar, entrenar y combatir para vencer y **dominar en el aire, el espacio y el ciberespacio, en defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial, el orden constitucional y contribuir a los fines del Estado**” y su visión “para ejercer el **dominio en el aire, el espacio y el ciberespacio, la Fuerza Aérea será innovadora, polivalente, interoperable, líder y preferente regional, con alcance global y con capacidades disuasivas reales, permanentes y sostenibles**” (Fuerza Aérea Colombiana, 2019).*

En esta misión y visión hay que destacar términos como el de fines del estado que de acuerdo al artículo 2 de la constitución política de Colombia, se refiere a “defender la independencia nacional” y “promover la prosperidad general”, hecho que promueve el planteamiento de la presente propuesta de tesis doctoral.

- La FAC como autoridad para la aviación de estado y responsable de los dominios del aire, el espacio y el ciberespacio de Colombia, es la entidad del gobierno idónea para fomentar la construcción de un ecosistema de innovación, para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa, estableciendo como pilares principales para esta actividad sus capacidades de: adquisición y asignación de capital de riesgo para I+D+i, generar demanda para sustituir importaciones e impulsar políticas relacionadas con el ámbito aeroespacial para fortalecer la industria y las universidades.
- Se desarrolló un análisis de indicadores relacionados con I+D+i macroeconómicos comparándolos con países de referencia a nivel global y regional como se referencia en el ANEXO A Análisis de Indicadores de Investigación, desarrollo e Innovación (I+D+i), evidenciando el retraso que tiene el país en términos de I+D+i a nivel regional y la necesidad de incentivar iniciativas que permitan salir del rezago y la dependencia tecnológica.

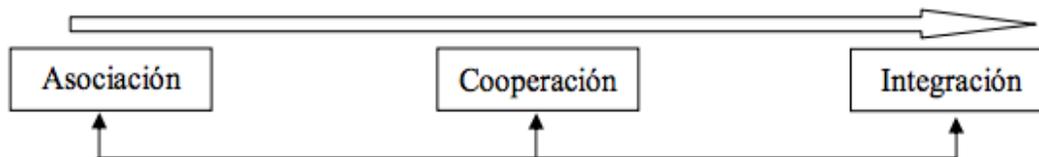
### 1.2.1 Conveniencia y oportunidad

Es conveniente tomar medidas organizacionales que brinde oportunidades a cada uno de los actores nacionales, conectando sus intereses a través de mecanismos que fortalezcan el crecimiento, sostenimiento y proyección del sector aeroespacial colombiano para vigorizar una economía basada en el conocimiento, encontrando las siguientes oportunidades para realizarse:

#### Integración de actores

Las relaciones que se presentan entre las universidades, empresas y el estado son fundamentales para poder plantear proyectos de gran impacto en la economía, que requieren de ciencias complejas, que abarcan conocimiento avanzado distribuido en los tres actores a nivel nacional e internacional, y que tienen un comportamiento complejo (conectados, interdependientes, diversos, adaptativos, dependientes) (Hillbert, 2013). Keohane (1984) citado en (Flores et al., 2017) plantea que la evolución entre actores está dada entre la asociación, la cooperación y la integración, se puede dar entre actores de distinta naturaleza y van en forma ascendente de acuerdo a la dificultad del proceso.

**Figura 6** Evolución de las relaciones entre actores.



Fuente: Keohane (1984)

La Asociación, Cooperación e Integración parten de la premisa que “solos no salimos adelante”; de naturaleza social y cultural, que permite activar y canalizar fuerzas dispersas y latentes hacia el logro de un fin común (Bustamente, 2008; Tokatlian, 1994).

La integración es un proceso más acogedor que la asociación y la cooperación, tienen participación actores estatales y no estatales, que persiguen objetivos comunes ya sean políticos, sociales o económicos, con el fin de buscar mayor competitividad, mercados comunes donde operar y mejorar la calidad de vida de las poblaciones (Flores et al., 2017; Franco & Robles, 1995; KEOHANE, 1984) por consiguiente, la investigación considera trabajar en la integración de los actores en un ecosistema de innovación.

Para lograr la integración y articulación entre actores, se debe consolidar la conformación de redes, que faciliten el alcance de los objetivos propuestos, se debe manifestar de tres formas: comercial y financiero,

administrativo y productivo. Estas formas se desarrollan en los cuatro ejes temáticos que se muestran a continuación (Linares & Salamanca, 2003; Flores et al., 2017; Franco & Robles, 1995; KEOHANE, 1984):

- Comercial y financiero: Pactos entre actores (Eje Ecosistemas de Innovación y Triple Hélice)
- Administrativo: Cooperativas, Fusión de empresas, Sociedades de cartera, Parques tecnológicos, Incubadoras universitarias (Eje Ecosistemas de Innovación, Triple Hélice y Modelos de Gestión).
- Productivo: Integración horizontal, Integración vertical, Cadenas productivas, Redes (se refleja en los 04 Ejes Temáticos de la tesis).

### Desarrollo de tecnologías de alto valor agregado

William Brian Arthur sostiene que el desarrollo de tecnologías se puede combinar con otras tecnologías preexistentes para generar nuevos clústeres. El mecanismo de combinación genera nuevas combinaciones con una función exponencial. Es decir, cuantas más tecnologías hay, más crecen las combinaciones posibles. Cuando una combinación tiene particular éxito puede acelerar el proceso de cambio técnico, de tal manera que desencadena un círculo virtuoso de nuevas aportaciones útiles. Sin embargo, para que eso se cumpla hay que acumular una masa crítica de tecnologías clave (Pansera, 2010), como resultado, se hace importante generar un modelo que sea un generador constante de tecnologías innovadoras y de alto valor agregado, para generar el ciclo virtuoso de Arthur.

### Explotación de resultados de I+D

Landau (1991) transmite que algunos países han conseguido realizar innovaciones aprovechando la base científica general y utilizando la capacidad de sus ingenieros para realizar desarrollos propios y su habilidad para crear nuevas técnicas de comercialización, dando importancia a la transferencia de los resultados de I+D a la industria para que se monetice rápidamente y se empiece a generar riqueza en todas sus dimensiones (Heijs & Buesa, 2016).

Las organizaciones que deciden apostarle a la I+D+i para la obtención de nuevas tecnologías, con modelos que trabajan en generar una masa crítica de conocimiento, facilitan: implementar sistemáticamente tecnologías; que la universidad provea el capital humano y el conocimiento idóneo y suficiente; que las empresa hagan tangibles los resultados de I+D en ingresos para la economía; que se dispongan de los mecanismos para generar capital de riesgo y políticas que permitan el aumento de la productividad de los actores. (Heijs & Buesa, 2016).

### Innovación

La tesis busca convertirse en una innovación de proceso para el Sistema de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Defensa de Colombia, una innovación empresarial para las empresas aeroespaciales de los clústeres de Colombia y del Grupo Empresarial del Sector de Defensa y Seguridad de Colombia. Que finalmente se refleje en innovaciones de productos para la defensa nacional. Lo anterior, de acuerdo a las definiciones establecidas por el Manual de Oslo (OECD & Eurostat, 2018)

### Competitividad

Indicadores como el índice de competitividad global, la inversión en investigación y desarrollo, las exportaciones de alta tecnología, generación de patentes y el número de investigadores por millón de habitantes (ver ANEXO A Análisis de Indicadores de Investigación, desarrollo e Innovación (I+D+i)), reflejan el rezago de Colombia en todos los aspectos relacionados con ciencia, tecnología e innovación y exponen una brecha tecnológica significativa en relación con países desarrollados y de la región. Obligando a los países latinoamericanos a tomar medidas dinámicas en temas de política, economía y educación de sus naciones y a la articulación eficiente de todos sus actores productivos. Mostrando oportunidades para iniciativas como las planteadas en esta tesis (Schwab, 2017).

El desarrollo del modelo de innovación tecnológica podrá aportar a la productividad del sector y del país. En los siguientes indicadores:

1. Calidad de la educación de las universidades del país.
2. Cantidad de patentes internacionales que se generan en el país (PCT).
3. El número de citaciones de documentos de investigación productos en el país que son citados en el exterior.
4. Spin off y startup generadas por empresas, universidades y entidades del estado en el ámbito aeroespacial.
5. Número de investigadores que se están generando y apoyando para el sistema de ciencia y tecnología del país.
6. Exportaciones de alta tecnología
7. Aportes al PIB y empleos generados.

### Estrategia tecnológica de defensa

Desarrollar la ciencia y tecnología alineada a los intereses del sector defensa y la productividad de la nación, interioriza, como construir la sistematización de la producción de resultados de I+D+i, productos de nuevos y mejorados materiales, procesos y sistemas. Necesarios para la evolución económica del país y la disseminación del conocimiento.

La investigación permitirá a entidades estatales como la Fuerza Aérea Colombiana estructurar su política tecnológica en búsqueda de incrementar la intensidad de la I+D, la inversión tecnológica, apoyar el proteccionismo y la sustitución de importaciones, para lograr un impacto tecnológico en los sectores productivos del país. Estimulando una economía basada en el conocimiento y no en productos extractivos (commodities) que no ofrecen ningún valor agregado (Chris Freeman & Soete, 1997).

Paralelamente, acrecienta la competitividad de la industria nacional, a través de conocimiento innovador y oportunidades para la colaboración, la cooperación y la coevolución, con entidades del nivel nacional, regional y supranacional, para crear capacidades en I+D+i. Concibiendo que el desarrollo del modelo de gestión tecnología e innovación, constituya valor y se haga conveniente y oportuna para las necesidades del país.

La oportunidad y conveniencia de esta investigación se refleja íntegramente en las visiones de Ralph Landau y Christopher Freeman quienes manifiestan, que el desarrollo de un modelo ayuda a entender que iniciativas aportan al cambio tecnológico y apoyan de competitividad de un país. (COTEC, 2000a; Landau, 1991; COTEC, 2000b).

En conclusión, generar un **modelo** que facilita la **integración** de los **actores de la triple hélice** en un **ecosistema de innovación aeroespacial de defensa** (comercial, financiero, administrativos y productivo de I+D+i), abarcando la **eficiencia en el desarrollo de proyectos de I+D+i (cadena productiva)**, **fortaleciendo la generación de redes** y la **organización de los actores (integración organizacional)**, es necesario para la generación de relaciones basadas en la confianza, sólidas y sostenibles, que benefician al desarrollo económico y la defensa y seguridad de los intereses de un país como Colombia.

### **1.2.2 Importancia del tema.**

Como parte de la investigación para determinar la importancia del tema, el autor de la tesis desarrollo el artículo denominado “Economic Effects of Investment in Defense Research and Development and its Impact on Productivity in Developed Countries”, donde se analizó la correlación de la inversión en investigación y desarrollo en seguridad y defensa y la generación de productos de alto valor agregado en industrias de alta tecnología entre el periodo del 2009 al 2018, para exaltar la inversión en I+D en defensa en países desarrollados como impulsa una economía de alto valor agregado. La investigación permitió determinar la relación entre indicadores que referencian la productividad de valor agregado de una nación (inversión en investigación y desarrollo, el índice de competitividad, las industrias de valor agregado y exportaciones de alta tecnología), con el indicador denominado presupuesto de defensa en investigación (I+D), como parte, de la asignación presupuestal del gobierno en investigación y desarrollo (GBARD, por sus siglas en inglés).

Se tomaron como referencia las tres economías más grandes del mundo en relación con su producto interno bruto (PIB) Estados Unidos (EEUU), China y Japón. Como resultado, se determinó la correlación entre el indicador de inversión en investigación, desarrollo en defensa y la productividad de valor agregado. Encontrando que en los países estudiados existen relaciones en diferentes proporciones entre las variables analizadas como se relaciona a continuación:

**Figura 7** Hipótesis planteadas correlación Indicadores de Productividad de Valor Agregado Vs presupuesto de Defensa en I+D EEUU, China y Japón.

HIPÓTESIS		EEUU	CHINA	JAPÓN	ACEPTACIÓN HIPÓTESIS
Ho	Los Indicadores de Productividad de Valor Agregado no tienen relación con el presupuesto de Defensa en I+D de Estados Unidos, China y Japón.	Existe relación	Existe relación	Existe relación	No se acepta la Hipótesis
Ha	Los Indicadores de Productividad de Valor Agregado tienen relación con el presupuesto de Defensa en I+D de Estados Unidos, China y Japón.	Existe relación	Existe relación	Existe relación	Aceptación de la Hipótesis
H1	Presupuesto de Defensa en I+D de Estados Unidos, China y Japón tiene relación con las exportaciones de alta tecnología de estos países.	Existe Relación Baja	Existe Relación Baja	Existe Relación Baja	Aceptación Parcial de la hipótesis
H2	Presupuesto de Defensa en I+D de Estados Unidos, China y Japón tiene relación con el gasto en Investigación y Desarrollo de estos países.	Existe Relación Alta	Existe Relación Alta	Existe Relación Moderada	Aceptación de la hipótesis
H3	Presupuesto de Defensa en I+D de Estados Unidos, China y Japón tiene relación con el Índice de Competitividad de estos países.	Existe Relación Alta	Existe Relación Alta	Existe Relación Moderada	Aceptación de la hipótesis
H4	Presupuesto de Defensa en I+D de Estados Unidos, China y Japón tiene relación con el Industria de valor Agregado de estos países.	Existe Relación Baja	Existe Relación Alta	Existe Relación Baja	Aceptación parcial de la hipótesis

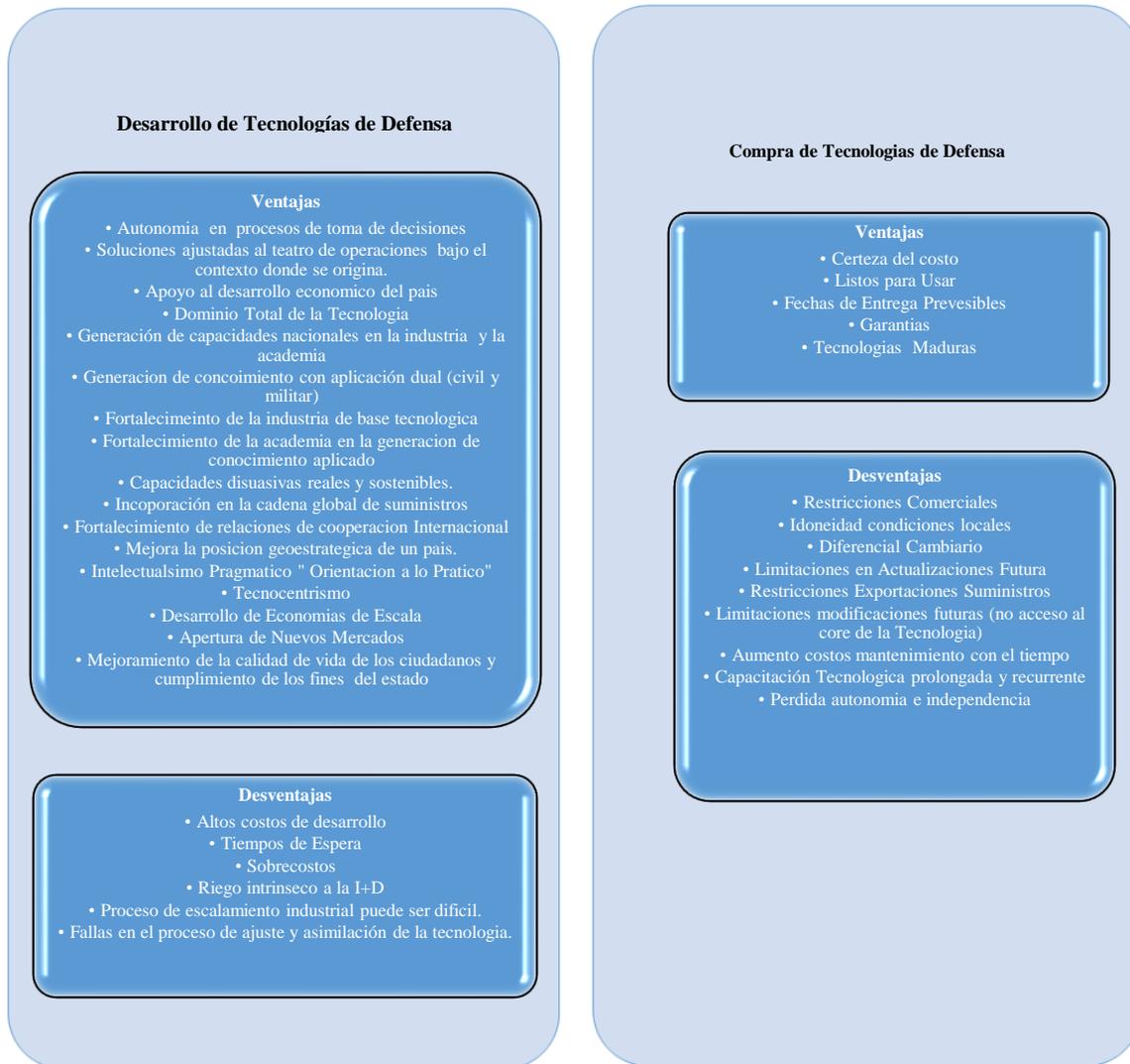
Fuente; Elaboración Propia

El desarrollo de la esta investigación permitirá aprovechar las ventajas y desventajas de desarrollar tecnologías de defensa y separar al país de la dependencia que genera la compra de tecnologías (ver Figura 8 *Desarrollo de Tecnologías de Defensa Vs Compra de Tecnologías de Defensa.*).

Así mismo, lo expuesto en los antecedentes y en la sección de conveniencia y oportunidad, permiten vislumbrar que existe una desarticulación entre los actores de la industria, la academia y el estado para el desarrollo de productos de I+D+i aeroespaciales.

El proyecto de investigación es factible de ejecutarse, porque está alineado con las políticas estratégicas de la Presidencia de la República de Colombia, el Ministerio de Defensa Nacional y la Fuerza Aérea Colombiana, las políticas de transformación productiva del país liderado por el Ministerio de Industria y Comercio, las diferentes agremiaciones empresariales ligadas al sector aeroespacial colombiana, en el cual se busca estimular el crecimiento de una economía basada en el conocimiento. Por lo tanto, esta iniciativa puede convertirse en un motor de cambio y desarrollo social y económico, para varias regiones del país apoyando la industria nacional, mejorando y enfocando los procesos de toma de decisiones de los actores y optimizando el direccionamiento científico y tecnológico del sector.

**Figura 8** Desarrollo de Tecnologías de Defensa Vs Compra de Tecnologías de Defensa.



Fuente: Elaboración Propia

### **1.2.3 Resultados generales que se pretenden con el proyecto de investigación.**

Se espera con este proyecto, aplicar los conceptos y herramientas de gestión tecnológica e innovación para determinar un modelo, que sea la ruta de desarrollo de un ecosistema de innovación que integre las universidades, las empresas y entidades del estado en la generación de proyectos aeroespaciales de defensa, para afrontar las amenazas de contexto actual, que reduzcan la dependencia tecnológica y mejoren la competitividad nacional

Con los resultados esperados se pretende proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que genere capacidades sostenibles en I+D+i, articuladas con la visión de los actores involucrados, que origine productos de alto valor agregado, con un liderazgo rotativo, establecido en relaciones colaborativas, que permitan establecer redes que se ajusten a las necesidades del entorno complejo de la seguridad y defensa colombiana.

Mitigar riesgos en la ejecución de la I+D, para la obtención de logros con una visión a largo plazo. Así mismo, generar tecnocentrismo en la Fuerza Aérea Colombiana como entidad militar que lidera el tipo de proyectos, para buscar soluciones tecnológicas a sus necesidades, con el apoyo de la industria y la academia nacional. Para salir del letargo tecnológico en el sector aeroespacial, creando las condiciones que faciliten el desarrollo económico basado en la ciencia y tecnología.

Identificar prácticas en I+D+i de defensa que se puedan ajustar para el contexto colombiano, relacionado con sus capacidades y forma de relacionarse de los actores de la Triple Hélice.

### **1.3 Descripción / Planteamiento del Problema**

El problema de investigación se define como se relacionan a continuación:

#### 1.3.1 Árbol del Problema:

##### **Efectos**

##### Dependencia Tecnológica

La adquisición de tecnologías de defensa genera compromisos a largo plazo con los fabricantes que castigan el presupuesto nacional por varios años y establece una relación de dependencia que no permite la evolución tecnológica del país y degrada el erario.

La baja inversión pública y privada, y la falta de inclusividad con los créditos offset, no han facilitado la independencia tecnológica y permitido que el sector tome un espacio en el mercado mundial. Lo anterior, no permite el desarrollo de proyectos a largo y mediano plazo, para crear capacidades tecnológicas nacionales sostenibles, a través de transferencias de tecnologías verticales y horizontales de compañías de la industria aeroespacial internacional, que permita comprimir las brechas tecnológicas, alineada a una estrategia tecnológica sectorial, con iniciativas de defensa que garanticen la demanda de los productos de I+D+i que se generen.

##### Impacto Proyectos de Defensa

En la actualidad desde el sector de seguridad y defensa solo se han firmado (04) convenios de Transferencia de Tecnología, realizados desde la FAC a la empresa del GSED CODALTEC, donde se encuentra el Departamento de Transferencia de Tecnología del Sector, sentando un precedente importante al encontrar el vehículo jurídico para llevar al mercado tecnologías desarrolladas por las Fuerzas Militares Colombianas. Sin embargo, esto muestra la desconexión del estado con generar un impacto en la evolución de los actores productivos.

La representación de la hélice del estado (la FAC) ha participado en el desarrollo de asociaciones y clúster, como ACOPAER y CAESCOL, para apoyarlas con los servicios de la Oficina de certificación Aeronáutica para la Defensa (SECAD) y fortalecer el programa de sustitución de importaciones. Esto ha permitido adelantar el desarrollo de los siguientes productos, los cuales se han certificado por el SECAD de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 5 *Productos Certificados SECAD*. (SECAD, 2019)

**Tabla 5 Productos Certificados SECAD.**

Equipo	Nombre	Numero Parte PMA - SECAD	Numero Parte OEM	Equipo Alterno	Certificado de Calificación Aeronáutica (CCA)	EMPRESA
A-29	LOWER DRAG STRUT	NPFRM2306-2554-001	2305-2554-001		<a href="#">2014001</a>	CAMAN
	LUCES DE FORMACIÓN NVIS	NPFNES- A-29B- 33-727-0636-01	727-0636-01		<a href="#">2014003</a>	ESUFA
	DVR- DATA & VIDEO RECORDER	A-IAC 284	MB211E-02		<a href="#">2016002</a>	ANTARES
B-212	DECK ASSY LH	NPFR-02-205-030-280-127	205-030-280-127	UH-1N / B212	<a href="#">2014007</a>	CIAC
	DECK ASSY RH	NPFR-02-205-030-280-127	205-030-279-117	B-412 / UH-1N	<a href="#">2014007</a>	CIAC
	PANEL COLLECTIVE NVG	DM-212-075-387-001	212-075-387-001		<a href="#">2017039</a>	D' MARCO AEREO
	PÁNELES RETROILUMINADOS NVG OVERHEAD	DM-212-075-496-001	212-075-496-001		<a href="#">2018009</a>	D' MARCO AEREO
	PANEL, FUEL LIGHT	DM-212-075-459-001	212-075-459-001	BELL 412	<a href="#">2016010</a>	D' MARCO AEREO
	PANELES FRONTALES DE CABINA NVG	DM212-070-176-003	212-070-176-003	BELL-412	<a href="#">2017040</a>	D' MARCO AEREO
PANELES RETROILUMINADOS DE PEDESTAL NVG	DM-212-074-228-001	212-074-228-001	BELL-412	<a href="#">2017038</a>	D' MARCO AEREO	
BELL-206B	PANEL COVER NVG	DM-206-070-283-001	04/05/3622		<a href="#">2017041</a>	D' MARCO AEREO
C-208	SIMULADOR DE VUELO FTD	SIMAER	N/A		<a href="#">2014040</a>	CODALTEC
	KIT DE PERILLAS GARMIN 1000	CAC-01-GDU104X-8.5-005	N/A		<a href="#">2015007</a>	NORMARH

Equipo	Nombre	Numero Parte PMA - SECAD	Numero Parte OEM	Equipo Alternativo	Certificado de Calificación Aeronáutica (CCA)	EMPRESA
K-FIR C-10	CONECTOR DE OXÍGENO KFIR	A-IAC183	N/A	K-FIR C-12	<a href="#">2014063</a>	ANTARES
	SISTEMA PARACAIDAS DE FRENADO KFIR	AIAC-241	N/A	K-FIR C-12	<a href="#">2014019</a>	ANTARES
	RIN TREN PRINCIPAL	NPFR02-2254-000-0000	2254-000-0000	KFIR C-7 / C-12	<a href="#">2014002</a>	ANTARES
SCAN EAGLE	BATTERY PACK ART SCAN EAGLE/NIGHT EAGLE	NPFR02-300-204300R00	300-204300R00	NIGHT EAGLE	<a href="#">2016006</a>	CAMAN
T-27	ACTUADOR ELECTROMECANICO	AIAC - 287	DL1422M1-3		<a href="#">2016005</a>	ANTARES
	MIRA ELECTRÓNICA	AIAC-279	312-04034-003		<a href="#">2014062</a>	ANTARES
UH-60	DOOR ACCES LH - APU	NPFR-14-70219-04704-041	70219-04704-041		<a href="#">2014012</a>	COMPOESTRUCTURAS
	BOOT DUST MOISTURE	NPFR-16-70104-11101-102	70104-11101-102	AH-60	<a href="#">2014004-2</a>	RUTECH
	BUSHING NO METALLIC	PFR-16-WB1-040	WB1-040		<a href="#">2014005</a>	RUTECH
	CARGADOR USB	NE-CHUSB2	N/A	AH-60	<a href="#">2015008</a>	NEDIAR
	COVER INSTL/STA 449 TO 485/ UH-60 A/L	NPFR-70219-04802-011	70219-04802-011		<a href="#">2016001</a>	COMPOESTRUCTURAS
Aeronaves en General	SHAMPOO AERONÁUTICO	AC85570SH	MIL-PRF-85570		<a href="#">2015001</a>	ISLECAR
	KIT PINTURA AERONÁUTICA PARA EXTERIOR MIL-PRF-85285E	N/A	N/A		<a href="#">2016009-1</a>	3CHEM
	KIT PRIMER AERONÁUTICO MIL-PRF-23377 K	N/A	P-1004B / P-1067		<a href="#">2016009-2</a>	3CHEM

Fuente: Presentación Portafolio de Productos Certificados del SECAD (SECAD, 2019)

No obstante, la FAC no garantiza la adquisición de los productos certificados, poniendo en riesgo el retorno sobre la inversión de los empresarios y el impacto de los proyectos de defensa.

### Apropiación de Tecnología

Los proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa, son iniciativas de tipo Top-Down generadas desde lo más alto de la estructura organizacional y Botton Up cuando se originan desde las unidades tácticas y se diseminan entre ellas para sustituir importaciones y generar capacidades nacionales, (Donatas, 2019; Jordán, 2015a). Se requiere un sistema eficiente que se refleje en el desarrollo económico del país y el fortalecimiento de la industria, la academia y el estado, facilitando el proceso de implementación y soporte de las tecnologías desarrolladas por el sector, en las operaciones aéreas y espaciales del país, ya que en la actualidad tiene problemas de escalabilidad de las tecnologías y no se cuenta con un marco jurídico que facilite las compras públicas de resultados de I+D+i.

### Visión Académica de la I+D+i

A la fecha la FAC no cuenta con una estrategia y una hoja de ruta de ciencia, tecnología e innovación (CTeI) implementada en sus procesos, que le permitan formar una cultura tecnocentrista y pragmática, para

apoyar la solución de problemas y necesidades operacionales y logísticas, que apoyen el cumplimiento de su misión y visión, y fortalezca las capacidades en CTeI del país<sup>5</sup>

Esto ha creado una cultura de la I+D+i bajo una visión académica y no productiva, conectado a la concepción de la investigación formativa sobre la cual nació el sistema de CTeI de la FAC y del país, donde los centros de investigación de la FAC nacieron del área de investigación de sus instituciones de educación superior, con orientación a soluciones académicas, y con falencias en su orientación a lo práctico, desarticulados con la misionalidad institucional (Jaimes & Martínez, 2016).

## **Causas**

### *Estructura de actores*

El Ministerio de Defensa Nacional no se ha conectado eficientemente con las universidades para la obtención del recurso humano idóneo, pertinente y suficiente, para superar barreras del conocimiento en el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa, por la ausencia de una hoja de ruta, que ilustre el rol de las Universidades y las empresas al integrarse en el desarrollo de este tipo de proyectos.

Las universidades como entidades generadoras de conocimiento se ven relegadas, por la generación de resultados de investigación en áreas STEM, que les permita posicionarse y ser reconocidas, por la industria y la comunidad internacional. De igual forma, no genera procesos de transferencia de conocimiento y de tecnologías, que reflejen su participación en el crecimiento económico. Esto demostrado en el Índice Global de Innovación, 2018 donde los pilares más rezagados son la producción creativa en la posición 77 y capital humano e investigación en la posición 78, con un retroceso de 13 posiciones en el subpilar investigación y desarrollo (DNP, 2019)

El sector empresarial son los responsables de llevar todos los productos a mercados nacionales e internacionales, pero carecen de sistemas de I+D y conocimiento especializado, para alcanzar logros de alto impacto que les permita globalizarse, en un mercado de consumo intensivo de conocimiento y productos de alto valor agregado. En algunos casos pueden tener el capital, pero no poseen el activo intelectual que les permita enfocar sus inversiones en proyectos innovadores, para abrir camino en otras industrias o generar nuevos mercados.

---

<sup>5</sup> Al identificar esta necesidad en la actualidad se encuentra en estructuración esta estrategia bajo el liderazgo del autor de la presente tesis.

El análisis de las relaciones entre los actores de la triple hélice requiere de la revisión de parámetros y variables con un alto grado de libertad, para comprender o explicar las conexiones cuyos vínculos generan información no visible entre los actores de la Triple Hélice (Maldonado, 2014). Esto indica que la relación de la triada debe entenderse como un sistema con diversas complejidades, donde los actores tienden a proteger sus intereses, y no hay confianza plena.

#### *Mecanismos de integración y ecosistemas de innovación*

Se debe trabajar en la construcción de un ecosistema de innovación, para apoyar la colaboración de las empresas, universidades, y entidades del gobierno, para funcionar como una comunidad dinámica y duradera, con relaciones basadas en la colaboración, cooperación y la cocreación de valor, abiertas al intercambio y el flujo de redes de conocimiento, impulsando la coevolución y la competitividad (Carayannis & Campbell, 2011; Del Águila Obra et al., 2017; Heaton et al., 2019; Jiang et al., 2020; Levy, 2004; Quirós et al., 2015a).

Para que se desarrolle este ecosistema en Colombia, es importante conocer a nivel sectorial el mejor camino para articular los actores productivos de la innovación, a través del modelo de la triple hélice y las bases teóricas de los ecosistemas de innovación, diseñados para explicar la estructura de desarrollo de economías basadas en el conocimiento y guiar procesos productivos y adaptarlos para hacer una transición hacia este tipo de economía (Leydesdorff, 2012; Ranga & Etzkowitz, 2013).

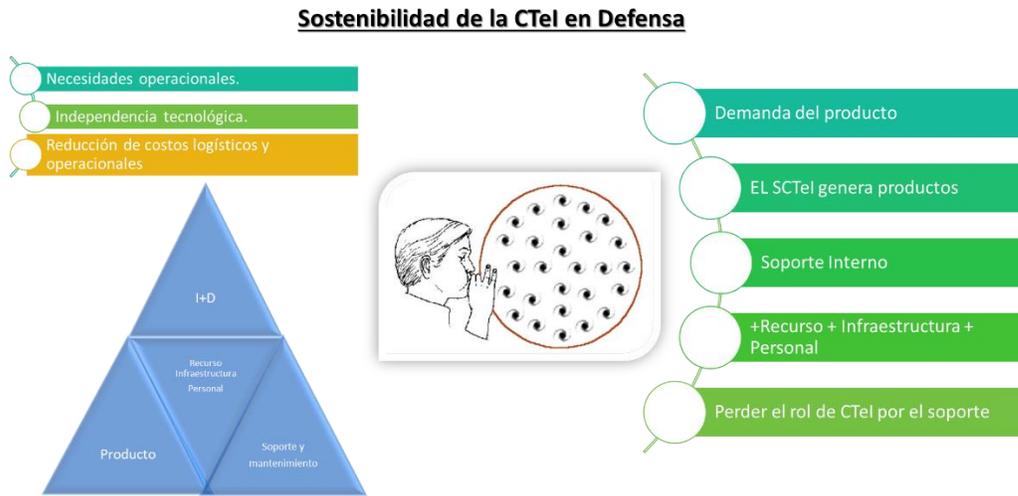
#### *Sostenibilidad de la ciencia y tecnología de defensa*

El sistema de ciencia, tecnología e innovación (SCTeI), encargado de solucionar las necesidades operacionales, buscar la independencia tecnológica y trabajar en optimizar los costos logísticos y operacionales, tiene problemas de sostenibilidad. Actualmente, cuando el sistema genera el producto de I+D, se tienen inconvenientes para la implementación y el soporte del producto, porque requiere del incremento de la infraestructura, talento humano y flujo de recursos financieros, perturbando la función de investigación y desarrollo, llevándola hacia un rol de mantenimiento y soporte. Generando los siguientes deterioros organizacionales (Giraldo et al., 2022):

- Afectaciones presupuestales
- Pérdida Talento Humano
- Pérdida de conocimiento
- Rechazo Organizacional hacia la CTel
- La CTel no impacta el desarrollo y crecimiento de la organización
- Se aumenta la entropía (desorden o caos).

- Pérdida de producto y la inversión

**Figura 9** Explicación Colapso de CTel en Defensa.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 10** Efectos en la Sostenibilidad en CTel en defensa



Fuente: Elaboración Propia

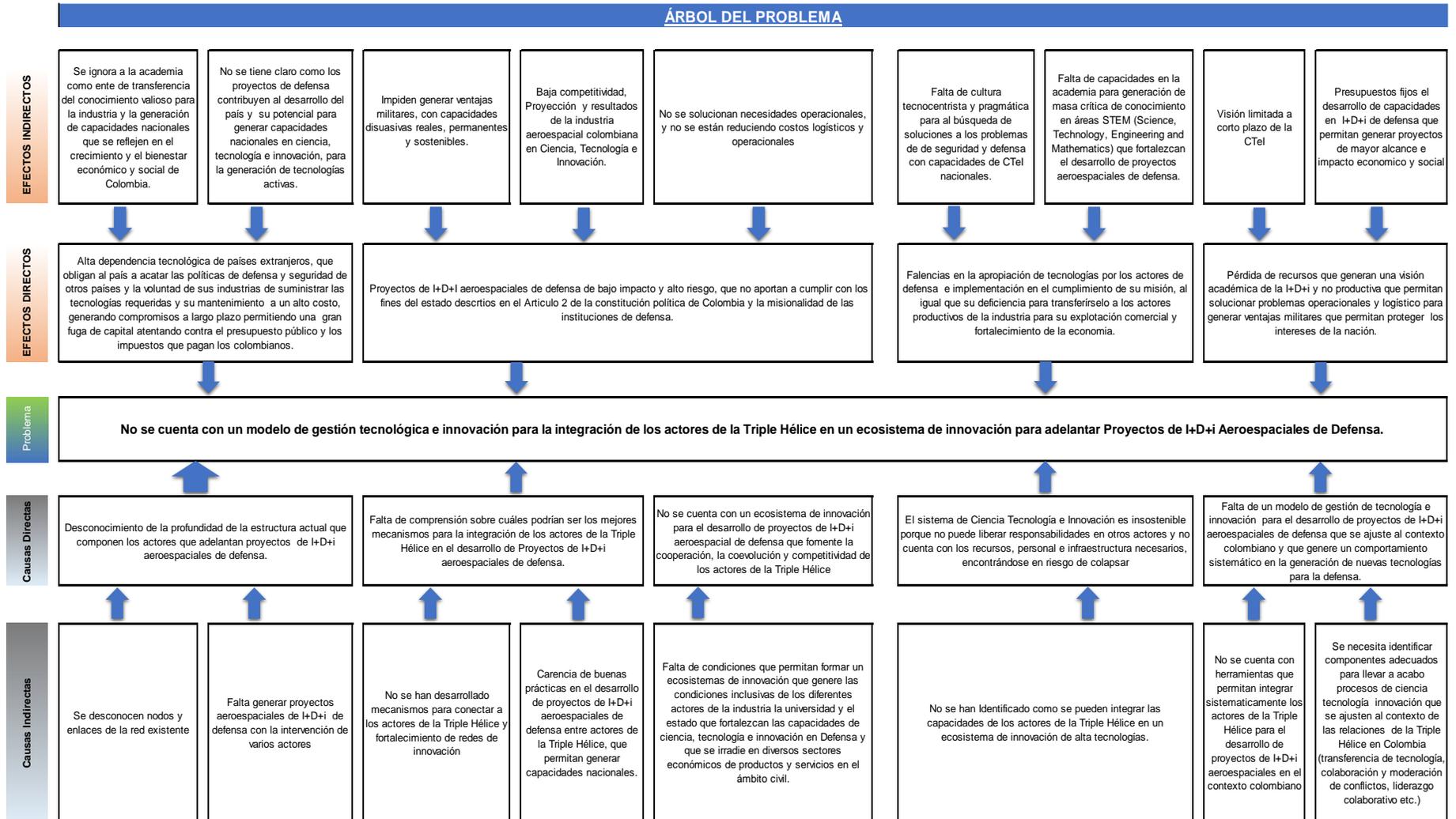
Modelo de gestión

Se carece de un modelo que permita integrar a los actores productores de la innovación, en marco de desarrollar tecnologías de defensa, con las características de modelos de gestión tecnológica e innovación

y ajustado al contexto colombiano. Es necesario identificar componentes adecuados para llevar a cabo procesos de ciencia, tecnología, innovación entre los actores de la Triple Hélice en Colombia.

### 1.3.1 Árbol del Problema

Tabla 6. Árbol del Problema



Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.2 Delimitación del problema

- **Delimitación Espacial:** Bogotá, Medellín, Barranquilla, Pereira y Cali.
- **Delimitación Temporal:** el desarrollo de la investigación se llevó a cabo con información oficial, científica y validada entre el 2010 y el año 2022.
- **Delimitación del Universo:** empresas de los clústeres aeroespaciales colombianos, universidades que generen procesos de I+D+i Aeroespaciales o que puedan contribuir a la seguridad y defensa nacional, y en representación del estado, MINCIENCIA, MINDEFENSA y la FAC como entidad que por su misión constitucional tiene a su cargo la seguridad y defensa nacional de los dominios aéreo y espacial.
- **Delimitación del Contenido:** Cuatro Ejes Temáticos (Ecosistemas de Innovación, Triple Hélice, Modelos de gestión, Proyectos Aeroespaciales de I+D+i).

Por consiguiente, la tesis plantea su ejecución en cuatro ejes temáticos como se relacionan en la Tabla 7 Ejes Temáticos. abarcando la línea de Gestión Tecnología e Innovación del doctorado en gestión tecnológica e innovación de la UAQ (UAQ, 2021):

**Tabla 7 Ejes Temáticos.**



Fuente: Elaboración Propia

### **1.3.3 Formulación del problema.**

El proyecto responde a las siguientes preguntas:

¿Como se pueden integrar los actores de la triple hélice para construir un ecosistema de innovación para la generación de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia?

### **1.3.4 Sistematización del problema.**

De la formulación del problema se derivan las siguientes preguntas secundarias de investigación.

P1 ¿Cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para integrar a los actores de la triple para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia?

P2. ¿Como se podría mejorar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia?

P3 ¿Qué Modelo de gestión Tecnológica e innovación sectorial se debe proponer para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

Para cumplir el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos, con sus respectivos resultados esperados como se relacionan a continuación:

- Objetivo 01: Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.
  - R.1 Desarrollo de propuesta teórica de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice.

- R2. Identificación de nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector, que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación
- Objetivo 02: Diagnosticar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia.
  - R1. Análisis y recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la Generación de Tecnologías Aeroespaciales de Defensa en Colombia
- Objetivo 03: Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial, para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación.
  - R1 Modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa

## **1.5 Hipótesis de la investigación**

### **1.5.1 Hipótesis Investigación: Hi.**

Se puede proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano, que integre los constructos teóricos del modelo de la triple hélice, ecosistemas de innovación y las practicas comunes en proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa de países referentes.

### **1.5.2 Hipótesis Nula: Ho.**

No se puede proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano, que integre los constructos teóricos del modelo de la triple hélice, ecosistemas de innovación y las practicas comunes en proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa de países referentes.

### **1.5.3 Hipótesis Alternativas: Ha**

Ha1: Los conceptos teóricos del Modelo de la Triple Hélice tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

Ha2: La inteligencia colaborativa de los ecosistemas de innovación tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

Ha3: La inteligencia colectiva de los ecosistemas de innovación tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

Ha4: La competitividad de los ecosistemas de innovación tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

Ha5: Los procesos de Cooperación con otras organizaciones de los ecosistemas de innovación tienen efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

Ha6: Los procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad de los ecosistemas de innovación tienen efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

Ha7: Las prácticas comunes y mecanismos para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa tienen efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

## **1.6 Límites del alcance de la investigación**

La investigación llega al punto de establecer la validez teórica del modelo de gestión tecnológica e innovación. En tal sentido, no interviene en la implementación de actividades de desarrollo del mismo.

## **Capítulo II. Modelo Triple Hélice**

### **2.1 Modelo de la Triple Hélice<sup>6</sup>**

*” La prolongada migración de brazos y cerebros desde el campo a la fábrica, la oficina o el aula genera un crecimiento de la productividad”*

James Grant economista.

---

<sup>6</sup> La selección de la modelo de la Triple Hélice (MTH) como parte esta investigación se desarrolló en el Anexo B “Justificación Selección Modelo de la Triple Hélice” donde se puede identificar los motivos, por se seleccionó el MTH y no el de la Cuádruple y/o la Quintuple Hélice, como parte del estudio de la presente tesis.

El conocimiento, la productividad, la educación y la tecnología no eran factores determinantes en el crecimiento económico. A principios del siglo XX, con la democratización de la información, el capital y el trabajo, pasaron a ser un factor de apoyo en el desarrollo de las economías de conocimiento (Sauter, 1993). La OECD en 1996 acuñó el término de economías del conocimiento como aquellas economías que muestran dinamismo y crecimiento originado por la producción y el uso intensivo de la información, la tecnología y el conocimiento. Donde el conocimiento es el mayor propulsor de crecimiento de la riqueza y el empleo (Pérez et al., 2013).

El modelo de la Triple Hélice (TH) planteado por Etzkowitz y Leydesdorff fue diseñado para explicar la estructura de desarrollo de las economías basadas en el conocimiento, para guiar los procesos productivos de una nación siendo este el eje central del modelo de la TH (Leydesdorff, 2012; Ranga & Etzkowitz, 2013). La TH utiliza un modelo no lineal que se puede reflejar desde la micro innovación hasta la macro innovación en una región, el cual puede ser tomado por todas las instituciones de las esferas de la TH (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

Las tres funcionalidades principales de la TH pueden considerarse (Leydesdorff & Ivanova, 2016):

1. La producción de conocimiento (llevada principalmente por el mundo académico)
2. La generación de riqueza (industria)
3. El control normativo (gobernanza).

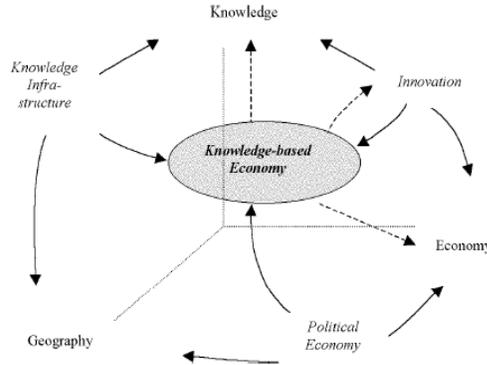
Para el MTH la capacidad de generación de conocimiento que tenga un estado, enmarcara el bienestar, el desarrollo social y económico de sus ciudadanos, acudiendo al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, como factores productivos de la sociedad (Leydesdorff, 2012; Velázquez Juárez et al., 2016).

La transición de una economía política a una economía basada en el conocimiento, se convirtió en un motor importante de la competencia en el nivel macro después de la caída del Muro de Berlín y la desaparición de la Unión Soviética (Leydesdorff, 2012). Para entender mejor las economías basadas en el conocimiento se tiene que percibir que funcionan bajo las dinámicas de intercambio económico en los mercados, las variaciones geográficas y la organización del conocimiento (ver Figura 11 Relaciones económicas basadas en el conocimiento.); estos tres ejes se integran a través de los siguientes factores (Leydesdorff & Meyer, 2003):

1. Conocimiento-economía, se integran por la innovación.

2. Conocimiento-geografía, se integran por la infraestructura.
3. Economía-geografía, se integran por las políticas económicas.

**Figura 11** Relaciones económicas basadas en el conocimiento.



Fuente: (Leydesdorff & Meyer, 2003)

El conocimiento (creación, aplicación y/o divulgación) es el recurso y producto clave de la gestión socioeconómica actual, donde el modelo TH es una herramienta que plantea la relación entre las universidades, las empresas y el estado para fomentar el desarrollo de la economía y la sociedad, que espera contribuciones en tres perspectivas (Mora, 2014):

1. A partir de la evolución económica enfocarse en las funciones de la infraestructura del conocimiento en sistemas avanzados (industriales) y consecuentemente con las políticas de I + D (Mora, 2014).
2. A partir de la sociología de la ciencia y la tecnología y la educación superior reformar la infraestructura del conocimiento como las ciencias tecnológicas y los sistemas de I + D de las universidades; para la reorganización intelectual de las disciplinas (Mora, 2014).
3. A partir del análisis político con una perspectiva evaluativa a realizar esfuerzos para lograr cambios en las interfaces relevantes entre ciencia-tecnología-industria. (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Mora, 2014).

Esto ha llevado en las últimas décadas a que se generen (02) dos perspectivas del modelo de la TH el institucional y el evolucionista (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013)

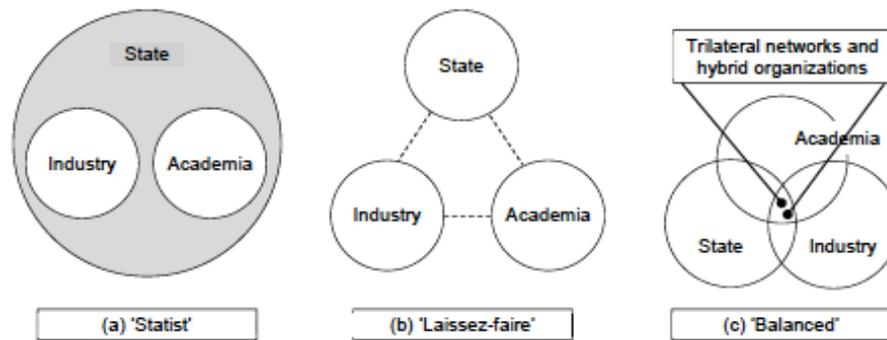
1. La perspectiva institucional: analiza la creciente influencia de la universidad entre los actores de la innovación a través de casos de estudio. La perspectiva estudia varios aspectos como:

stakeholders desarrollo socio económico, vehículos, barreras, beneficios e impacto transferencia de tecnología de universidad emprendimientos, contribución regional para el desarrollo, políticas gubernamentales, ayudas para las conexiones de la industria y la universidad (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013)

Esta perspectiva plantea tres tipos de configuraciones de la Triple Hélice:

- **EL ESTICO:** El gobierno juega el rol de líder dirigiendo la academia y la industria y además limitan sus capacidades de iniciativa y desarrollo de la transformación de la innovación (Etzkowitz, 2018)
- **EL LISSEZ-FAIRE:** Caracterizado por una intervención limitado del estado en la economía, con la industria como fuerza direccionadora y las otras dos como estructuras de soporte con roles limitados en la innovación; la universidad como proveedores de capital humano calificado y gobierno como un regulador social y económico (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013), la diferencia entre el modelo estático o un modelo Laissez-faire radica en las relaciones funcionales no en lo institucional.
- **EL BALANCEADO:** funcionan basados en el funcionamiento de una sociedad del conocimiento, en el cual todos actúan en sociedad cada uno de los actores y cualquiera puede tomar iniciativas conjuntas la configuración balanceada ofrece mayores insight a la innovación, debido a que se generan espacios de intersección donde la creatividad emerge en sinergia, donde cada uno de los actores puede tomar el rol de otro en nuevos formatos organizacionales, esto crea nuevas tecnologías, nuevas empresas y nuevos tipos de relaciones (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013).

**Figura 12** *Dinámicas de la Triple Hélice.*



Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

2. La perspectiva evolucionista: inspirada en la teoría de sistemas sociales de la comunicación y la teoría matemática de las comunicaciones, bajo este concepto dice que los tres actores son subgrupos que coevolucionan que interactúan a través de redes y organizaciones que se superponen. Estas interacciones son parte de dos procesos de comunicación y diferenciación, uno funcional entre la ciencia y el mercado y el otro institucional entre el control público y privado en el nivel de las universidades, las industrias y el gobierno. (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013; Chinta & Sussan, 2018)

Los sistemas de la TH están caracterizados por tres elementos; componentes, relaciones y funciones los cuales se relacionan a continuación:

- **Funciones:** la principal función del sistema es la generación, difusión y utilización del conocimiento, la función no es solo realizada por las competencias techno-económicas descritas por la teoría de los sistemas de innovación, sino también con las competencias empresariales, culturales, sociales y políticas, las cuales se encuentran envueltas en “los espacios de la triple hélice” (espacios de innovación, conocimiento y de consenso (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013)).
  - **Espacio del conocimiento:** Busca construir un espacio para la transición hacia sociedades del conocimiento, propone crear o desarrollar recursos del conocimiento de acuerdo a las bases locales y regionales del conocimiento enfocados en un tema en particular, buscando generar la masa crítica de investigación y direccionar recursos, se enfoca en la colaboración entre diferentes actores para mejorar las condiciones locales para las actividades de I+D+i (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013).

Un ejemplo de estos espacios son los originados en la academia como es el caso del sistema de innovación regional de Nueva Inglaterra, que lleva el nombre de una ruta de la posguerra "Ruta 128" y se originó a mediados del siglo XIX con la fundación de MIT, un

nuevo tipo de universidad tecnológica diseñada para infundir a la industria los resultados de lo que ahora se conoce como "investigación estratégica" (Etzkowitz, 1993).

- Los Espacios de la Innovación: Consisten en espacios multiesferas (Híbridas) que se unen para desarrollar un potencial intelectual y emprendedor y una ventaja competitiva para la región y/o el país, trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013).

El espacio de innovación consta de varias estructuras de apoyo a la innovación, como inventores individuales, unidades de investigación y desarrollo de empresas, laboratorios gubernamentales, empresas consultoras privadas y otras entidades dentro y entre la triple hélice de esferas institucionales que traducen el conocimiento en actividad económica (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

- Los espacios de Consenso: Es un punto neutral que trabaja para generar y ganar aceptabilidad y apoyo de nuevas ideas para promover el desarrollo económico y social, creando un conjunto de competencias que engranan la abundancia de pensamiento, de discusiones y evalúa propuestas para el avance hacia un conocimiento basado en un régimen.

Varios mecanismos para crear espacios de consenso son posibles, desde la creación o transformación de una organización para analizar problemas. y formular soluciones, a la provisión de acceso a los recursos requeridos para implementar un proyecto, o provisión de soluciones a situaciones de conflicto o crisis. Para esto es importante contar con representantes importantes de cada esfera con credibilidad y toma de decisiones con la capacidad de formular el plan y llevarlo a cabo a gran escala y con una visión a largo plazo (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013).

- **Componentes:** son las esferas institucionales de las Universidades, Empresas y el estado. Entre los cuales se hacen distinciones de la siguiente forma
  - Innovadores individuales e institucionales: predomina el concepto de la innovación a través de las instituciones, pero genera confusiones al momento de jugar un rol, al momento de trabajar y quita visibilidad a los innovadores individuales, pero se refuerzan mutuamente, a través de los roles individuales como los conceptos de "el organizador de la innovación" (persona con el suficiente poder y respeto para convocar a otros líderes

de la esfera para trabajar juntos) y el “científico emprendedor” (es el que busca avanzar en las fronteras del conocimiento buscando resultados para la industria para obtener futuros retornos) (Etzkowitz, 2003a, 2017; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013)

- Innovadores que hacen I+D y los que no hacen I+D: esta distinción muestra cómo se realiza la innovación con procesos de I+D y sin I+D (Etzkowitz, 2003a, 2017; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013)
  - Las innovaciones de la I+D : pueden encontrarse en cada una de las esferas de la universidad, la empresa y el estado, a través de grupos de investigación académica, centros de investigación interdisciplinario departamentos y divisiones de I+D de las compañías, organizaciones públicas de investigación etc., pero cada uno con distintas metodologías, procedimientos de validación y diseminación D (Etzkowitz, 2003a, 2017; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013).
  - Las innovaciones sin I+D: la mayoría está asociada con actividades como diseño, producción, marketing, ventas, adquisiciones, maquinaria de producción, ligadas a innovaciones incrementales y de proceso (Etzkowitz, 2003a, 2017; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013).
- Instituciones de esferas únicas y esferas múltiples (híbridas)
  - Esferas Únicas: Baja interacción con otras entidades una alta especialización y centralización del trabajo se ve reflejado en la función del Laissez-faire (Etzkowitz & Zhou, 2018a).
  - Esferas múltiples: opera en la intersección entre las triada y sintetiza elementos de cada esfera en sus diseños institucionales está representado en la configuración de balance (Etzkowitz & Zhou, 2018a).
- **Relaciones entre los componentes:**
  - Transferencia de Tecnología: es un conjunto de mecanismos referente a las ventas o concesiones hechas con ánimo lucrativo, de un conjunto de conocimientos que deben permitir al licenciataro o comprador fabricar en las mismas condiciones que el licenciante o vendedor (Velázquez Juárez et al., 2016). Es la actividad principal de los sistemas de innovación, ha permitido que las universidades tengan la capacidad de proveer graduados con educación emprendedora y talento para contribuir al crecimiento económico a través de la creación de empresas y creación de empleos

(Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012).

Las principales barreras para la transferencia de tecnología se presentan cuando hay pocas posibilidades de obtención de fondos, poco reconocimiento, separación entre la vida académica-empresarial-gubernamental, escasa aplicación comercial, poca aplicación a la investigación, limitaciones técnicas y limitaciones legales (Obra et al., 2017).

La gestión para la transferencia de tecnología está compuesta por: (I) Un Sistema que incluye a las personas que tienen el know how, tanto del producto como del proceso de transferencia; (II) La Estructura que es el diseño de la organización que facilita u obstruye la transferencia; y (III) La Estrategia que es la visión y la directriz que marca el rumbo de la realización de las actividades de transferencia.

Según Urquiola, A (2006) citado en (Pérez Jiménez, 2013), los mecanismos para el desarrollo de transferencias de tecnologías son

- Cooperación gobiernos e instituciones
  - Compra-Venta de maquinarias y equipos.
  - Acuerdos de licencias
  - Entrenamientos y servicios de formación y capacitación
  - Joint Ventures
  - Asistencia técnica
  - Inversiones extranjeras directas
- Colaboración y moderación del conflicto: Es la capacidad de transformar la tensión y los conflictos de intereses en una convergencia de intereses, relacionando objetivos en común y situaciones gana – gana , que generan que el conflicto y la tensión carguen las sociedades del conocimiento, alineados, con las cargas de trabajo de espacios de trabajo y organizaciones (Etzkowitz, 2003a; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012).
  - Liderazgo Colaborativo: Puede generar la integración de diferentes partes para crear oportunidades, para el intercambio del conocimiento, llevar a cabo tareas de

resolución de problemas y garantizar un alto nivel de satisfacción de los miembros individuales de la asociación (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012).

- **Networking:** en estructuras informales e informales a nivel nacional, regional e internacional no es un fenómeno único de las interacciones de la Triple Hélice. Estas redes son comparadas con Joint Venture que reflejan la no linealidad creciente y la interactividad de los procesos de innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012).

**Figura 13** Generadores de la TH y contextos.



Fuente: (Chang Castillo, 2010)

Para la formación y desarrollo de la Triple Hélice es importante seguir los siguientes pasos:

1. **Ímpetu de la Triple Hélice:** la colaboración debe tomar un lugar importante a través de roles tradicionales de las esferas envueltas en el procesos de innovación, generando acuerdos regionales de cooperación (Leydesdorff, 2018; Leydesdorff & Ivanova, 2016).
2. **Intercambio de roles entre las instituciones:** generar un cambio interno dentro de las instituciones en sus tareas tradicionales donde cada uno toma el role del otro, posterior la conformación espacios híbridos (Leydesdorff, 2018; Leydesdorff & Ivanova, 2016).

3. Coevolución de las esferas institucionales: generar un proceso mutuo de coevolución entre la universidad-la industria-el gobierno que direccionen las esferas hacia un objetivo común en la innovación (Leydesdorff, 2018; Leydesdorff & Ivanova, 2016).
4. De interacciones bilaterales a trilaterales: incrementar interacciones entre Universidad-Gobierno, Universidad – Industria y Gobierno-Industria, pasar a que la universidad incorpore el emprendimiento en sus tareas de investigación y enseñanza, estimular la generación de organizaciones híbridas tales como incubadoras o centros de investigación (Leydesdorff, 2018; Leydesdorff & Ivanova, 2016).

**Tabla 8** Estructura Triple Hélice.

Estructura TH	
<b>Universidad</b>	Gestión de la universidad
	Facultad / departamentos
	Unidades de I + D
<b>Industria</b>	Spin-offs, Spin Outs y start-ups
	Asociaciones empresariales, Clústeres, Federaciones,
<b>Gobiernos</b>	Organismos regionales, nacionales e internacionales
<b>Híbrido - Intermediarios</b>	Oficinas parques científicos y tecnológicos, centros de innovación, oficinas de patentes, incubadoras de empresas.

Fuente: (Pinto, 2017)

## 2.2 Rol de las Empresas

*“El éxito o el fracaso dependen de si un país está logrando o no realizar la transición hacia las industrias futuras, que requerirán la capacidad intelectual desarrollada por el hombre, y no dependerán del tamaño de ningún sector particular”* Lester Thurow, economista del MIT

La economía, no las armas, es el nuevo criterio que define a una superpotencia, es el poder económico lo que determina en gran medida el destino de los estados, es por esto que una superpotencia solo puede mantener su posición mediante el poder económico, y este, a su vez, se deriva de la ciencia y la tecnología. El progreso tecnológico es el bastión de la economía moderna. Esto ha sido así durante la mayor parte de los últimos doscientos años esto lleva a una competencia

global, con productos y servicios que reducen su valor y la distribución es más eficiente. (Kaku, 2011).

Las empresas deben aprender a operar en un entorno cambiante, prestando mayor atención a las limitaciones de costos y los mercados, siguiendo diferentes criterios de desarrollo tecnológico e innovación para ser más competitivos (Pianta, 1992). Para Schumpeter la empresa es el elemento fundamental del desenvolvimiento económico, las empresas juegan un papel protagónico la introducción de un nuevo bien, o mejora en su calidad, un nuevo método de producción y la apertura a un nuevo mercado. Siendo el mecanismo para la propagación de innovaciones y llevar a cabo los procesos de destrucción creativa, a través del desarrollo tecnológico que converge en las innovaciones (Dávila, 2008).

Esto ha llevado a la profesionalización de las actividades de investigación y desarrollo (I+D), complejizando las relaciones empresariales, desarrollándose en dos dimensiones complementarias: en primer lugar la dimensión interna de la empresa, en la cual, las actividades profesionales en I+D son desarrolladas al interior de la unidad empresarial, y una segunda dimensión de análisis, donde estas actividades en I+D son desarrolladas por fuera de la unidad empresarial, mediante la contratación de las mismas, con centros de investigación tecnológica, instituciones universitarias u organismos públicos de investigación, en el ámbito nacional o internacional (Dávila, 2008).

El rol del sector privado representado en los empresarios y los emprendedores, es la transformación científica de los descubrimientos en innovaciones, las cuales a largo plazo soportan el crecimiento de la economía, donde las grandes corporaciones deben construir capacidades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico para los esfuerzos necesarios de la comercialización de los descubrimientos (Schot & Steinmueller, 2018). Para eso, las empresas deben ampliar su visión de las competencias que tiene y deben residir en la compañía, y cuando buscar asociarse con otras empresas que puedan poseer las competencias necesarias para la innovación, con el tiempo los costos y riesgos del proceso de innovación dentro de los sistemas cerrados aumentan, lo que obliga a que los sistemas cerrados se abran, generando vínculos extensos entre universidades y empresas bidireccionales, donde las universidades cada vez más solicitan inversión de las industrias para impulsar el emprendimiento (Chinta & Sussan, 2018).

Es importante fortalecer en la industria el rol del empresario quien cumple la función de innovar y socialmente comportarse como el vehículo de sustitución continua de los estratos superiores de la sociedad, a través de la generación de riqueza (Dávila, 2008), por consiguiente, se deben generar las

condiciones para el desarrollo de emprendedores individuales de alta tecnología, con habilidades para crear nuevas industrias o servicio, que les permita pasar de ser empresas basadas en la innovación incremental a la innovación de diseño basada en la investigación y desarrollo. Por lo anterior, para la conformación de compañías de base de conocimiento se requieren los siguientes factores (Etzkowitz & Zhou, 2018b):

1. Factores de Capital Humano

- a. Creación de masa crítica de científicos e ingenieros conectados a través de redes sociales.
- b. Existencia de Grupos de Investigación en áreas con potencial comercial
- c. Grupos de científicos e ingenieros interesados en crear sus propias compañías.

2. Factores Materiales

- a. Capacidad de generar capital semilla de origen público y privado
- b. Espacios apropiados para nuevas compañías tales como edificios universitarios, oficinas industriales, etc.

3. Factores Organizacionales

- a. Oportunidades para que emprendedores científicos e ingenieros aprendan habilidades de negocios o acceso a esas habilidades.
- b. Dentro de las políticas universitarias se impulsa la interacción de miembros y estudiantes con la industria, dando créditos académicos orientados a este tipo de trabajo, suministrando políticas claras de direccionamiento.
- c. Una comunidad con una cultura que permita atraer población con alto potencial.

Las características de las empresas de la TH está dado por que toman recurso de las otras esferas para generar compromisos en proyectos cooperativos y sosteniendo buenas relaciones, lo que genera un flujo abundante de conocimiento, para resolver su complejidad y operación del negocio, buscando un balance entre sus stakeholders, asimismo, buscan generar múltiples negocios y no múltiples objetivos de negocio (Chesbrough, 2003).

### **2.3 Rol de las Universidades**

En el sector de los servicios, muchos puestos de trabajo cualificados y altamente remunerados quedan vacantes por falta de candidatos que tengan la cualificación requerida. debido a que el sistema educativo muchas veces no produce el conocimiento necesario (Kaku, 2011). Para tener una economía más competitiva, se debe realizar énfasis especial en la educación para la investigación

estimulando carreras en ciencia, tecnología, ingenierías y matemáticas (STEM-Science, Technology, Engineering and Mathematics) (Schot & Steinmueller, 2018).

La premisa que el emprendimiento revoluciona positivamente las economías, forma en las instituciones de educación superior la obligación de ir madurando sus misiones y desarrollando orientaciones empresariales, lo que ha generado un modelo universitario empresarial, un ejemplo de este rol es el MIT donde varios estudio de caso han permitido concluir que hay ocho factores a los que se les debe el éxito del MIT en la creación de empresa (Ribeiro et al., 2018):

1. Recursos de ciencia e ingeniería
2. Financiación de la industria en sus investigaciones
3. La calidad educativa de sus facultades
4. Características organizativas
5. Misión universitaria
6. Cultura del docente
7. Historia y tradición
8. La ubicación del MIT

Otro rol de la universidad es liderar un aprendizaje activo basado en la experiencia con bucles de prueba y error, reflexión y retroalimentación. Que permiten el fomento del desarrollo empresarial dentro de sus estudiantes, que facilita aprovechar y estimar la creación de la infraestructura necesaria como centros de emprendimiento, laboratorios de innovación y programas que estimulen el emprendimiento, que desarrollen el trabajo en equipo, el dominio de herramientas avanzadas y el pensamiento sistémico en la construcción de productos o el desarrollo organizacional, entendiendo que la educación no puede tener lugar exclusivamente dentro de las aulas (Ribeiro et al., 2018). El poder desarrollar el conocimiento útil, apropiarlo y validarlo en los usuarios finales, es lo que debe preocupar a los académicos de la actualidad (Salazar & Valderrama, 2013).

Las instituciones académicas tiene que introducir programas y prácticas que le permitan a las invenciones pasar el proceso de viabilidad en ese llamado “Valle de la Muerte”, siendo La universidad un actor crítico en el desarrollo del espacio del conocimiento, innovación y consenso, en la triple hélice (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Hay dos modelos que se pueden ver claramente representados en el funcionamiento de economías como la China y los EEUU. En China, las actividades universitarias, así como las actividades de I+D, están controladas principalmente por el gobierno chino a través del Ministerio de Educación Superior

bajo un modelo estático. Donde las universidades necesitan más interacciones con el mercado, para promover empresas afiliadas a la universidad y empresas derivadas. Mientras que el modelo de los EEUU presenta un modelo más Laissez-Faire en el que las iniciativas pueden ser tomadas por cualquiera de los tres actores (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

Es importante intuir que para estimular una integración de las universidades con el sector defensa se debe apoyar el crecimiento del gasto en I+D en estas áreas, para que las universidades se muevan hacia este tipo de actividades (Dezhina & Etzkowitz, 2016)

## **2.4 Rol del Estado**

El rol del estado está enmarcado en la generación de políticas regulatorias, comportamiento como inversionista de riesgo y empresario público. El gobierno debería ser regulador, no dictador. el gobierno desempeña varios roles, como ser proveedor de fondos de investigación a la academia en diferentes áreas de interés y también en llevar a cabo sus propios proyectos de I+D (Dezhina & Etzkowitz, 2016).

El gobierno es un impulsor de demandas, donde se relaciona con la estructura productiva mediante la interrelación del vértice científico tecnológico, las autoridades deben reconciliar la dinámica de la economía, el alto nivel de educación, garantizar la salud y la cohesión territorial y social (Salazar & Valderrama, 2013), las iniciativas del gobierno deben buscar la generación de capacidades nacionales y/o regionales que puede tomar décadas para su consolidación, así mismo, debe ser un generador de demanda de productos de alta tecnología con políticas que faciliten a sus instituciones estimular esta actividad (Gobierno de Colombia, 2019a; J. A. R. López & Torres, 2020).

Funciones del estado para promover la innovación (Etzkowitz & Zhou, 2018a):

- Establecer nuevas agencias para promover la innovación, como las entidades híbridas público-privadas.
- Otorgar garantías gubernamentales al capital privado para que, puedan asumir mayores riesgos al invertir en nuevos emprendimientos.
- Ofrecer créditos fiscales para I + D y reducir impuestos de las ganancias generadas para promover la innovación.
- Garantizar el control de los derechos de propiedad intelectual, para que puedan ser utilizados en procesos de transferencia tecnológica e innovación.
- Suministrar capital de riesgo público para crear un modelo lineal asistido de innovación

Las leyes y políticas de ciencia y tecnología fomenta la generación de vínculos con los sectores productivos para crear una sinergia que beneficie a todos y en especial a la sociedad, además, permite dinamizar los sistemas regionales de innovación, donde el gobierno debe ser generador de iniciativas top-down con fondos que estimulen la creación de incubadoras y parques científicos (Vázquez González, 2017), proveer la infraestructura necesaria para dar soporte al desarrollo de la industria y debe propender por el desarrollo de la investigación avanzada como piedra angular de la política de crecimiento y fortalecimiento industrial de los países (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

El estado debe propender por encontrar un balance entre las iniciativas bottom-up y top-down (ha sido exitoso en las organizaciones militares y proyectos espaciales), a través de una fuerte estructura de soporte de la innovación y creando espacios de consenso trabajando en construir el balance entre todos los actores de la innovación (Leydesdorff et al., 2015).

Es importante tener claro que el gobierno es extremadamente ineficiente, por tal motivo, debe usar mecanismos como los programas de tecnología avanzada para aplicar tecnologías existentes o el desarrollo de tecnologías emergentes, enfocados en políticas de desarrollo de pequeños empresarios y la interacción universidad-industria para mejorar su competitividad a través de la investigación, que permitan la organización de empresas y la renovación de las existentes, es por esto que las regiones con baja inversión en I+D son lentas para construir capacidades, y cuentan con instituciones reducidas y modestas (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

El gobierno debe establecer programas selectivos de capital de riesgo, para llenar vacíos de oferta de financiamiento de las PYME, reducir el papel intervencionista en la economía y alentar al sector privado a participar gradualmente en el desarrollo de la industria de capital de riesgo, que estimulen el mercado de capital para empresas de base tecnológica (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

Dentro del proceso de construcción de políticas de ciencia y tecnología se deben tener en cuenta los marcos sobre los cuales debe ir evolucionado la política:

- **El primer marco de política de CTel - la innovación para el crecimiento**

Es el adecuado para países en vía de desarrollo, es identificado con el comienzo de la posguerra de la Segunda Guerra Mundial en el cual el gobierno sostenía la ciencia y la investigación y desarrollo, en el cual contribuir al crecimiento y la direccionamiento de mercados privados en la provisión de nuevo conocimiento presentando las siguientes características (Schot & Steinmueller, 2018):

- Se enfoca en el crecimiento de la innovación aprovechando el potencial de la ciencia y la tecnología para la prosperidad y nutrición de sistemas socio-técnicos dirigidos hacia la producción masiva y el consumo.
- Impulsa el rol conductivo del Estado en la investigación científica.
- Los institutos de investigación de defensa impulsaron la transferencia de sus investigaciones detrás de los mercados militares.
- Reconoce que la ciencia generaría sustanciales contribuciones a la modernización de las industrias.
- El conocimiento se vuelve en un bien apropiado que genera beneficios y debe ser protegido a través de la propiedad intelectual para mantener la competitividad y el liderazgo sobre sus rivales y continuar imitando las innovaciones exitosas.
- Las tecnologías militares se adaptan al uso civil, tales como los radares, la energía atómica, los aviones a propulsión, los misiles balísticos y las computadoras.
- El sector público es un fondo de investigación científica generoso y regula la ciencia e impulsa la autorregulación del comportamiento científico.
- El proceso político de ubicar los fondos para la investigación está definido por misiones de programas de investigación, a través de departamentos gubernamentales como por ejemplo defensa, energía y salud.
- La investigación científica tiende a considerarse como un bien público y la privada como la aplicación de la investigación para el desarrollo y la comercialización.
- Beneficios de impuestos, subsidios directos para los empleados de industrias específicas.

El mayor desafío en este primer marco de la política es que los países menos desarrollados carecen de recursos para invertir en el nivel de investigación y desarrollo que se requiere, y hace que los procesos científicos y tecnológicos tengan una tasa de crecimiento lento. (Schot & Steinmueller, 2018).

- **El segundo marco de política de CTel sistemas nacionales de innovación**

El segundo marco hace énfasis en la competitividad lo que forman los sistemas nacionales de innovación para la creación de conocimiento y su comercialización. El modelo de innovación es este marco de política, reexamina el modelo lineal del primer marco y genera cuatro importantes modificaciones (Schot & Steinmueller, 2018).

- En lugar de reconocer como un bien público el conocimiento científico y tecnológico que contiene importantes elementos tácitos. Considera que el conocimiento no viaja libremente sobre la geografía o las culturas si no que es pegadizo (Von Hippel, 1994) tomado de (Schot & Steinmueller, 2018).
- La habilidad de absorber conocimiento de la Red mundial de investigación e investigadores depende de las capacidades de absorción (Cohen and Levinthal, 1989) tomado de (Schot & Steinmueller, 2018).
- Las capacidades de absorción son capacidades sociales que están derivadas del nivel de la educación, las cualidades y las capacidades sociales de emprendimiento. (David, 1975; Arthur, 1983) tomado de (Schot & Steinmueller, 2018).
- El carácter del cambio tecnológico fue reconocido como un camino acumulativo y dependiente. En el que el camino de las innovaciones disruptivas mejora la trayectoria y la acumulación de innovaciones, refuerza las fortalezas existentes y los centros de generación de conocimiento. (Schot & Steinmueller, 2018).

Estos sistemas de innovación que pueden ser de carácter nacional, regional o sectorial tienen la limitación de las instituciones y las políticas, marcadas por aspectos de espacios geográficos que se requieren para que el conocimiento se adhiera. El segundo marco se enfoca menos en encontrar capacidades competitivas en I+D y más en el aprendizaje entre los actores del sistema (Schot & Steinmueller, 2018).

- **El tercer marco de política de CTel**

El Tercer marco conecta los desafíos sociales y ambientales contemporáneos tales como los objetivos de desarrollo sostenibles planteados por la ONU, el llamado para el cambio transformativo es identificado y distinguido de los dos marcos anteriores. Haciendo énfasis en que unos pequeños segmentos de la población no reciben los beneficios de esas inversiones establecidas en los marcos anteriores, adicionalmente, de los efectos del cambio climático y sus afectaciones en el medio ambiente implantados por los volúmenes de desgaste que genera la industria y los patrones de crecimiento establecidos en el primer y segundo marco. Sugiere un modelo regulatorio que envuelve lo planteado anteriormente, seleccionando los problemas sociales y ambientales, direccionan a la creación de sistemas socio-técnicos, con una mayor participación e inclusividad y promoviendo el consumo y la producción sostenible. (Steinmueller, 2010).

Para esto este marco propone trabajar en 4 fallas para construir el sistema socio técnico de acuerdo a lo planteado por Weber y Rohracher (2012):

- *Direccionamiento*, Hace referencia a la falta de significado de las elecciones sociales sobre alternativas y caminos de desarrollo. Un cambio transformativo requiere configurar prioridades colectivas para llevar a caminos de desarrollo aceptables (Schot & Steinmueller, 2018).
- Coordinación de la política, refiere a la falta de capacidades para coordinar horizontalmente políticas de varios dominios, la falla es ordenación, se refiere a la coordinación que debe haber entre los actores en la ciencia, tecnología e innovación, para generar cambios transformativos en muchos sistemas de la estructura económica y social (Schot & Steinmueller, 2018).
- *Articulación de la demanda*, tiene que darse en nichos estratégicos con políticas y acciones que planteen un nuevo tipo de gobernanza transformadora que permitan demostrar soluciones novedosas. El experimento de la demanda de los actores enlaza la incertidumbre y acepta las fallas como parte del proceso aprendizaje, enfoca la articulación de nuevas expectativas compartidas, la visión de construir nuevas redes y compartir nuevos mercados (Schot & Steinmueller, 2018).
- *Las fallas de flexibilidad deben ser direccionadas*, hace referencia a la capacidad de monitorear anticipar e involucrar a todos los actores en un proceso de auto gobernanza de cambios transformativos. Estimular esta habilidad de mirar a la distancia analizando profundamente las rutinas que deben direccionar el comportamiento colectivo y el cambio socio técnico hacia la optimización en lugar de un cambio transformador (Schot & Steinmueller, 2018).
- Para poder modificar los sistemas socio técnicos actuales, se deben generar políticas mixtas que creen espacios abiertos para la experimentación, el aprendizaje social, el debate público, la deliberación y la negociación, como un concepto avanzado en la construcción de activos tecnológicos (Schot, 2003), que generen el cambio, ya que es muy probable que los que se benefician del sistema socio-técnico tradicional ,como los que hacen las políticas, los usuarios, la industria, la sociedad civil y demás grupos que se benefician, se opongan (Schot & Steinmueller, 2018).

Los principales desafíos son hacer que los gobiernos adopten esta posición y que la inversión en investigación y desarrollo y los sistemas nacionales de innovación, se direccionen para afrontar los retos sociales y ambientales. Este marco se justifica en lo expresado por Schumpeter y su manifestación que un cambio tecnológico es un proceso de destrucción creativa, Soete (2013), sin embargo, recuerda que la innovación lleva a la destrucción de una creación beneficiando a pocos a expensas de muchos, llevando a una baja calidad de los trabajos, y creando más problemas que soluciones (Steinmueller, 2010). Afirmación que no considera el autor de esta tesis debido a que es una afirmación que carece de fundamento científico, estadístico e histórico, de acuerdo a lo que ha mostrado el comportamiento económico mundial con el ingreso de nuevos sistemas económicos y mercados de base tecnológica a la fecha, generando mayor bienestar, mejorando la calidad de vida de la humanidad, disminuyendo los niveles de pobreza y generado mayor prosperidad para las naciones.

En general el gobierno su función radica en hacer las políticas, regulaciones y leyes inclusivas, consideran la realización de programas nacionales y la organización de proyectos claves, proveyendo recursos nacionales y regionales en I+D, supervisar el orden competitivo y organizar la relación Universidad- Industria (Etzkowitz & Zhou, 2018a)

## 2.5 Interacciones

En la TH las relaciones no son fijas, puesto que no se puede esperar que un sistema con tres fuentes de variación permanezca en equilibrio; Este "trastorno de los equilibrios" tiende a ser estructural en una economía basada en el conocimiento (Leydesdorff & Ivanova, 2016).

**Tabla 9** *Facilitadores y obstáculos Triple Hélice.*

FACILITADORES	OBSTÁCULOS
<p style="text-align: center;"><b>Universidad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participa en la creación de pymes, Spin Off, incubadoras y/o start up.</li> <li>• Estimula investigación y desarrollo</li> <li>• Convierte el conocimiento en patentes, licencias o start up's.</li> <li>• Capacitación del personal docente e impulsa a la creación de empleo para estudiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política pública que vaya en detrimento de cualquier actividad que realiza la educación superior.</li> <li>• Procesos administrativos lentos.</li> <li>• Objetivos encontrados.</li> <li>• Falta de capacitación.</li> <li>• Falta de Cooperación y confianza</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone nuevas formas de empleo.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Empresas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita recursos a la universidad a través de donaciones o becas.</li> <li>• Desarrollo tecnológico, permite establecer la creación de incubadoras de empresas, oficinas universitarias de transferencia tecnológica, e institutos tecnológicos.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Gobierno</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A través de la legislación, instrumentos e incentivos fiscales fomenta las relaciones universidad-empresa.</li> </ul>	
--	--

Fuente: Información tomada de (Chang Castillo, 2010)

Países como China en la búsqueda de la política de puertas abiertas, ha mostrado que el aumento de la cooperación entre las industrias y universidades e institutos de investigación para explotar el conocimiento técnico y mejorar la transferencia de conocimiento, aumenta las capacidades innovadoras nacionales (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015), llevando a que las relaciones entre la universidad y la industria contemporáneas emanen de dos fuentes distintas y de una tercera corriente híbrida emergente (Etzkowitz & Zhou, 2018c):

- Investigación básica financiada por Consejos de Investigación y organismos afines.
- Proyectos industriales para los que se solicitan aportaciones académicas.
- Formulación conjunta de programas de investigación con metas y múltiples fuentes de financiamiento.

## **2.6 Entidades Híbridas**

Han surgido varios tipos de organizaciones híbridas en las áreas donde no hay límites, funcionando como actores intermediarios: parques tecnológicos, centros de cooperación en investigación e innovación, oficinas de transferencia de tecnología y de conocimiento, incubadoras de empresas y compañías de capital de riesgo. La hibridación se da cuando las organizaciones comparten estrategias de mercado y la facilidad para crear y compartir información, llenando gaps de consenso, innovación y conocimiento entre los actores de la TH. (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Pinto, 2017) .

### **2.6.1 Oficinas de Transferencia de tecnología, de conocimiento, resultados de investigación y licencias.**

La función de transferencia de tecnología y conocimiento, es el conjunto de procesos, actividades, instrumentos y estructuras que se desarrollan para facilitar el cumplimiento de la llamada tercera misión universitaria (universidades emprendedoras) y facilitar la conexión productiva del conocimiento con la industria (Pinto, 2017; Vázquez González, 2017)

De acuerdo con la Política de Actores del Sistema Nacional de CTeI de Colombia, las Oficinas de Transferencia se caracterizan por realizar las siguientes actividades (Minciencias, 2021b):

- Principal: realizan Transferencia de Tecnologías en estados de TRL 6 al 9.
- Complementarias: Asesoría y consultoría, servicios científicos, creación de spin off, entrenamientos y capacitaciones, articulación universidades – centros de investigación – empresas, gestión de proyectos de investigación colaborativa.
- Resultados principales: Tecnologías incorporadas en el aparato productivo, licenciamientos de tecnología, procesos de patentamiento.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2010) y autores como Bercovitz y Feldman (2006) y Wright et al. (2008) consideran que las actividades de transferencia de conocimiento y de tecnología abarcan lo siguiente:

- Contratación de graduados e investigadores.
- Publicaciones, seminarios y conferencias
- Servicios de consultoría, asistencia técnica, pruebas de laboratorio, renta de equipo e instalaciones.
- Investigación contratada y conjunta.
- Licenciamiento y venta de patentes
- Empresas de base tecnológica (spin-offs y start-ups).

Las oficinas de transferencia de tecnología ayudan a generar dinero que estimula la formación estratégica de empresas y la validación de ideas, y encontrar sus implicaciones en el ámbito comercial, obteniendo un retorno sobre la inversión (Salazar & Valderrama, 2013). Sin embargo, estudios realizados en España y Reino Unido en diferentes empresas y universidades a emprendedores académicos, consideran que las Oficinas de Transferencia, cuando son ineficientes se convierten más

en un obstáculo, que en una organización que ayuda al fomento del emprendimiento y la generación de Spin-off (Obra et al., 2017).

### **2.6.2 Incubadoras**

Un negocio incubador es una empresa que ayuda a las start-up y spin-offs proveyendo servicios tales como entrenamiento en gestión, espacios de oficina, introducción a redes exitosas de emprendimiento y acceso ángeles inversionistas, suelen ubicarse en parques científicos y tecnológicos, llenar vacíos en clústeres, asistir firmas en formación, aumentar el nivel tecnológico de firmas existentes y crear trabajos. Las incubadoras que se consolidan, tienen agendas internacionales para generar conexiones de capital de riesgo, generando una masa crítica de conocimiento a través de la generación de redes promotoras de I+D+i, de crecimiento y de pruebas (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

También son lugares especializados que proveen espacios de asistencia para compañías que están naciendo de la investigación académica, ellas obtienen soporte de líderes de la industria y desarrolladores locales de la academia, apoyados con entidades gubernamentales que propenden por el desarrollo regional, donde establecer incubadoras es una estrategia que parte de las necesidades de crear una industria de alta tecnología. Esto permite proveer facilidades de I+D a la industria y expande las capacidades de las facultades universitarias y su impacto económico. Las empresas incubadoras deben tener acceso a los expertos, tecnologías importadas y la posibilidad de participar en proyectos conjuntos (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Los elementos básicos de una incubadora son (Etzkowitz & Zhou, 2018a):

- Proceso de selección, impulso al mejoramiento de compañías que están naciendo u organizando una idea.
- Espacio subsidiado, disponible por un período de tiempo limitado.
- Servicios compartidos, que permiten subcontratar las actividades de apoyo de la empresa individual.
- Mentoría, que permita la educación en mejores prácticas
- Creación de redes, que permitan la introducción de posibles socios e inversores.

### 2.6.3 Parques científicos y tecnológicos

La organización Internacional de parques científicos y tecnológicos IASP define los parques científicos y tecnológicos como: *“Una organización gestionada por profesionales especializados, con el objetivo fundamental de incrementar la riqueza de su comunidad promoviendo una cultura de innovación y competitividad de empresas e instituciones generadoras de conocimiento [...]”(PCTCAN, 2015)”*

El principal objetivo del parque es incrementar el número de científicos y emprendedores en una región, en áreas productivas donde son fuertes y esperan desarrollar oportunidades. Los Parques científicos y tecnológicos, son entornos que tienen un papel fundamental en el desarrollo económico, siendo lugares propicios para el intercambio de conocimientos, prácticas de producción y la relación entre emprendedores, ya sean gubernamentales, educativos o empresariales, los parques tecnológicos se han presentado como herramientas importantes para impulsar las economías desarrolladas, y en vía de desarrollo, articulando las necesidades de los sectores productivos y el gobierno, fomentando la transferencia tecnológica, la innovación y la competitividad empresarial (Silva et al., 2019).

Los parques científicos deben ser ubicados entre las entidades académicas más importantes para garantizar su éxito y separado del manejo gubernamental, estas entidades son un punto de inicio para crear compañías alrededor de la universidad. Los parques científicos mantienen una conexión entre las universidades y la investigación uniendo dos tipos de firmas: las que quieren mantenerse cerca y atada a la Universidad; y las que quieren tener unidades de I+D, colaborando con la academia para obtener investigadores y reclutar estudiantes prometedores. (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

**Tabla 10** *Objetivos, Ventajas y Desventajas de los Parques Científicos y Tecnológicos.*

Objetivos	Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuar como enlace entre la universidad y las empresas ubicadas en el parque.</li> <li>• Reunir a emprendedores e investigadores y generar flujo de conocimiento entre estos agentes.</li> <li>• Conectar a emprendedores y estudiantes con potencial para trabajar en las empresas del parque, por su cercanía a las universidades.</li> <li>• Para albergar empresas en armonía con el medio ambiente, generando poco o ningún desperdicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular la conciencia social y colectiva sobre la importancia de la tecnología y la innovación.</li> <li>• Trabajar con el concepto de red.</li> <li>• Fomento de la cultura de la calidad en la gestión global de empresas.</li> <li>• Posibilidad de acceso a una amplia red de contactos, incluidos los internacionales.</li> <li>• Contacto con personas de alto valor añadido, interesadas en generar sinergia para la innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En algunos casos, la interacción con las universidades es menos que deseable.</li> <li>• Algunos parques tienen un aspecto excesivamente “inmobiliario”, no potenciando la integración con los otros actores del parque, como universidades y centros de investigación.</li> <li>• Presencia limitada de agentes de desarrollo o capitalistas de riesgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia información tomada de (Silva et al., 2019).

#### 2.6.4 Centros de investigación

Son organizaciones públicas, privadas o mixtas creadas para la generación de conocimiento mediante proyectos de investigación científica básica y/o aplicada y/o desarrollo tecnológico con un plan de trabajo en líneas de investigación y pueden categorizarse de acuerdo a Ministerio de Ciencia y Tecnología de Colombia como (Minciencias, 2021a):

- Centros/Institutos autónomos o independientes: Poseen autonomía administrativa y financiera, personería jurídica propia y están legalmente constituidos.
- Centros/Institutos de investigación dependientes: Adscritos a una entidad pública o privada, razón por la que no poseen personería jurídica propia.
- Centros e institutos públicos de I+D: Entidades adscritas y/o vinculadas a Ministerios, Departamentos Administrativos, Unidades, Agencias o entidades descentralizadas de orden nacional, que han sido creadas para apoyar el cumplimiento de su misión institucional y mejorar la calidad técnica de las intervenciones con base en la generación de conocimiento científico, el desarrollo y absorción de tecnología.

Las actividades que cumplen los centros de I+D+i según MINCIENCIAS son las siguientes:

- Actividad principal: Investigación básica, Investigación Aplicada (Minciencias, 2021a)

- Actividades de I+D+i y/o complementarias: Desarrollo tecnológico, apoyo en la formación de capital humano para la investigación, prestación de servicios científicos especializados y divulgación científica (Minciencias, 2021a).

La formación de centros expande el progreso social de la investigación, pueden tener investigadores de la industria y los laboratorios gubernamentales, para crear una masa crítica de investigación de alto nivel. Los centros permiten la realización de investigaciones relevantes para el presente y futuro económico de una región. Incorpora nuevas tecnologías mucho más rápido y la sucesión de alianzas estratégicas, para alcanzar un objetivo a largo plazo usualmente con perspectivas industriales (Gobierno de Colombia, 2019a; J. A. R. López & Torres, 2020).

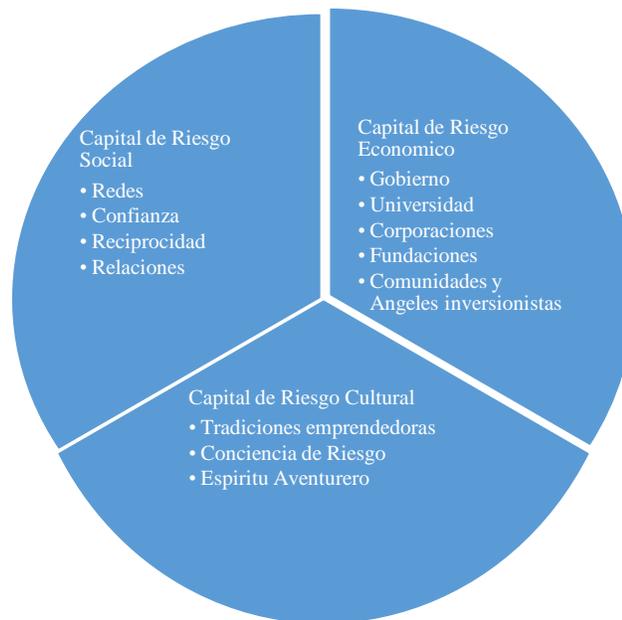
### **2.6.5 Capital de Riesgo**

El capital de riesgo es una forma de financiamiento para las etapas de desarrollo de empresas tecnológicas con alto potencial y que pueden generar una gran expectativa de retorno, puede operar como una sociedad o como un brazo de una corporación, gobierno, universidad o fundación. Es un importante propulsor de la formación y el crecimiento de empresas. El capital de riesgo provee un soporte externo a la estructura de formación de compañías (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Sin embargo, la estructura de capital de riesgo privado es limitado en su capacidad de actuar, en etapas donde los emprendedores requieren capital semilla en el ciclo de los negocios, por consiguiente, el capital de riesgo privado tiene una función de generar un equilibrio, mientras que el capital de riesgo público, debe permitir enseñar a los emprendedores escribir un plan de negocio y negociar por inversión, siendo parte del desarrollo económico y social estratégico, estos dos tipos de capital público y privado son complementarios (Bottazzi et al., 2016).

Es importante para atraer capital de riesgo, generar la combinación de experiencias sociales y conocimiento técnico para producir inversiones que permitan crear un modelo económico basado en la generación de oportunidades (Etzkowitz & Zhou, 2018a). Esto lleva a que el capital de riesgo necesita ser reinventado para apoyar el ciclo de negocio en etapas tempranas, y en las tardías de formación y crecimiento, además, debe confluir la creación de un capital social y cultural que permita construir, junto con el capital económico un sistema de capital de riesgo integro con una estructura sostenible que fortalezca el emprendimiento (Bellavitis et al., 2017).

**Figura 14** Estructura del sistema de capital del Riesgo



Fuente: (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

### 2.6.6 Start ups

Son empresas que suelen hacer un uso intensivo del conocimiento científico y tecnológico o está relacionada directamente con el Internet y las TIC, donde su desempeño y su orientación innovadora y contenido tecnológico, enmarcan su potencial de crecimiento. La definición más precisa se le reconoce a Steve Blank y Bob Dorf (2013): “una organización temporal en busca de un modelo de negocio rentable, repetible y escalable” (Pineda, 2016).

Las start ups son empresas con un alto nivel de proyección por el uso como base de la generación de tecnología para su construcción y desarrollo, con un crecimiento acelerado (González, 2014). Son empresas que nacen con recursos de los emprendedores, pero que no requiere de una experiencia específica, (Salazar & Valderrama, 2013). Son un agente de cambio importante para generar empleo de calidad, mayor crecimiento e Innovación, apoyando el cambio estructural en la economía, al contribuir a ingresar nuevos productos y servicios intensivos en conocimiento (Pineda, 2016). La clave para una startup exitosa se alcanza por sus estrechos lazos entre una empresa madre y su descendencia (Koster, 2004)

El rol que juega el gobierno es importante en el fortalecimiento de las startups, como el caso de los startups que promueve el departamento de defensa de los Estados Unidos, el cual tiene programas de capital de riesgo para invertir en start ups con programas como AVCI del Ejercito que lleva más

de 12 años en funcionamiento, en el que invierten en pequeñas compañías para el desarrollo de tecnologías de avanzada, que promuevan la industria de defensa. Para esto utilizan compañías como Arsenal de capital de riesgo, que buscan empresarios para escalar nuevas tecnologías (Koster, 2004; VP, 2019), otro programa similar es el AFWERX que es un programa que cuenta con tres herramientas AFVentures, Spark, y Prime que son para expandir el impacto tecnológico, el talento y una rápida transición de productos comerciales a las capacidades militares, buscando asociarse con la industria para acelerar la comercialización de productos en sus etapas iniciales, realizados con capital privado y en el cual la Fuerza Aérea de los Estados Unidos ingresa como inversor para acelerar la comercialización (USAF, 2021a).

### **2.6.7 Spin Off**

Las spin offs son empresas que nacen de los actores de la triada con un grupo de expertos apoyados por estas entidades, en donde radica todo su potencial, la mayoría de este tipo de emprendimientos son exitosos debido al apoyo financiero que reciben constantemente (Koster, 2004; Salazar & Valderrama, 2013). El término se ha acogido desde la década de los 90 para determinar una empresa que nació a partir de otra mediante la separación de una división subsidiaria o un departamento de la empresa para convertirse en una empresa por sí misma (Pineda, 2016).

Existen dos tipos de Spin off, la de origen empresarial que proviene de una empresa preexistente o grupos de intra-emprendedores estatales y las de origen académico que provienen de un centro de investigación universitario, de un instituto de investigación, observatorio o centro de pensamiento (Pineda, 2016).

Ofrecen la oportunidad de generar a organizaciones alto valor agregado que pueden generar los siguientes beneficios (Obra et al., 2017):

- Facilitar la transferencia de resultados de I+D al mercado.
- Fortalecimiento de una economía basada en el conocimiento.
- Facilita el retorno sobre la inversión de la I+D.
- Crecimiento económico con la generación de impuestos y fortalecimiento de las PyMES
- Generación de trabajos cualificados
- Facilita el flujo de capital de riesgo para el emprendimiento

### **2.6.8 Las Universidades emprendedoras**

Es un concepto central del Modelo de la Triple Hélice en la creación de nuevos conocimientos bajo un modelo de innovación interactivo; donde las empresas se involucran en niveles altos de capacitación e intercambio de conocimientos; el gobierno actúa como empresario público y capitalista de riesgo; las universidades desarrollan vínculos con la industria para explotar la propiedad intelectual conjuntamente, y se empieza a considerar que juegan un papel directo en el papel de la innovación, convirtiéndose en la tercera misión académica, la participación en el desarrollo socioeconómico, junto con las misiones tradicionales de enseñanza e investigación. (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

La expansión de la academia es recíproca con las sociedades del conocimiento y su crecimiento. La misión académica original, se ha ampliado desde la conservación del conocimiento (educación) para incluir también la creación de conocimiento (investigación) y luego la aplicación de este nuevo conocimiento (emprendimiento), las universidades emprendedoras tienen la facultad de generar compromisos transversales, interdisciplinarios, internos y externos, que proporcionan un entorno adecuado que sirve como conducto en iniciativas empresariales que contribuyan al desarrollo económico y social a largo plazo (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Por consiguiente, se debe direccionar el cumplimiento de la misión universitaria en cuatro perspectivas utilizadas en campos académicos (i) estudios enfocados a la persona en la creación de la empresa; (ii) estudios sociales, (iii) estudios de aspectos culturales que apuntan a la mentalidad emprendedora; y (iv) estudios del impacto de fuerzas como la economía, los elementos regionales y la legislación local. Para esto es importante tener en cuenta lo planteado por Klostén que manifiesta que la educación empresarial se basa en tres pilares, el primero la existencia de una cultura emprendedora; segundo, cursos con contenidos específicos de emprendimiento (financiación, entorno legal, entre otros) y tercero, programas de capacitación enfocados en individuos (Ribeiro et al., 2018).

Los requisitos para ser una universidad emprendedora son: primero tener una estrategia; segundo tener autonomía de relacionarse con quien puedan considerar; y tercera interdependencia con las otras esferas de la triple hélice. Así mismo deben cumplir las siguientes normas: (Etzkowitz & Zhou, 2018a)

- Diseminación del conocimiento para la generación de “masa crítica” en la incubación de nuevo conocimiento.
- Desarrollo de la capacidad de generar organizaciones híbridas para la externalización de la investigación
- Tener la capacidad de desarrollar grupos de investigación y emprendimiento dentro de la universidad.
- La cultura emprendedora se extiende por todo el campus indiferente de la profesión, se usa como un mecanismo para cambiar al mundo.
- Renovación continua de la estructura interna de la universidad a medida que cambia su relación con la industria y el gobierno.

La universidad captura y distribuye la propiedad intelectual, como principales receptores de fondos industriales de investigación y licencias de derechos de propiedad intelectual, son pequeños en términos absolutos de comparación con los fondos gubernamentales. Sin embargo, a largo plazo las patentes académicas, la transferencia de tecnología y las spin off, la trayectoria de crecimiento es mayor (Etzkowitz & Zhou, 2018<sup>a</sup>; Obra et al., 2017).

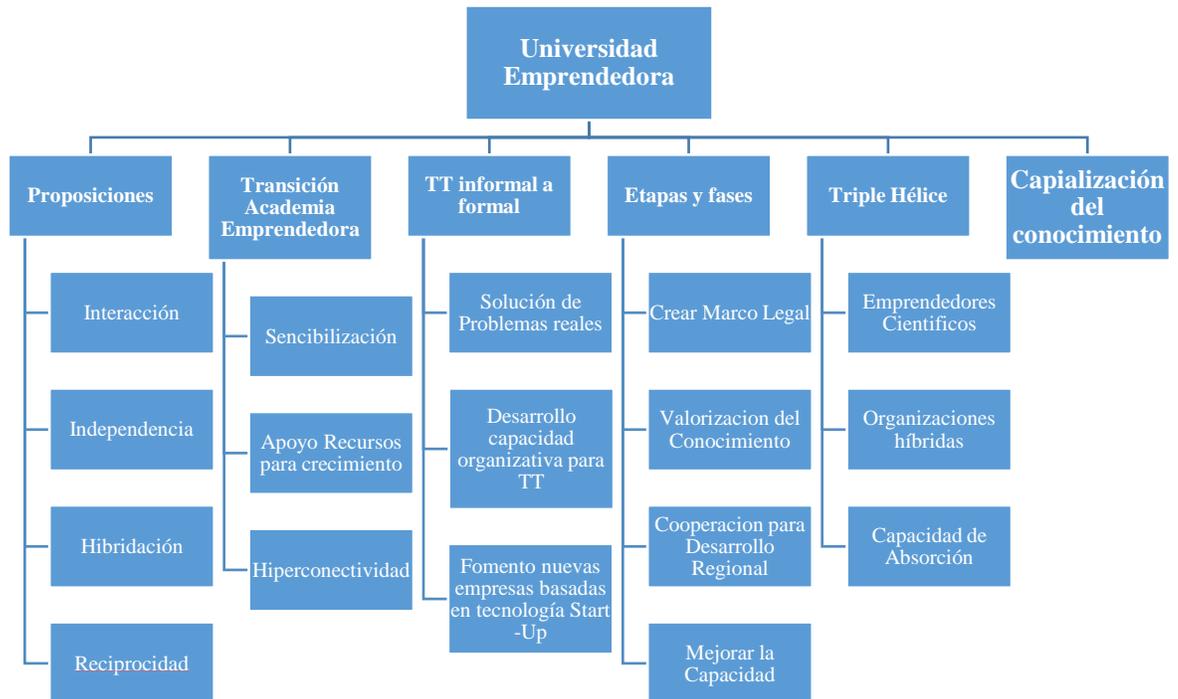
Los políticos, las industrias, la comunidad académicos y la sociedad en general, deben considerar a las universidades como puntos focales de innovación tecnológica, bajo un trabajo multidisciplinario, colaborativo y orientado hacia el problema, que juegue un rol creativo en la sociedad y en la economía. Lo que las obliga a cumplir las siguientes características interrelacionadas para llegar a considerar una universidad emprendedora (Etzkowitz, 2004, 2017):

- Etskowitz plantea que debe cumplir las siguientes (04) cuatro preposiciones (Etzkowitz, 2017):
  1. Interacción: constante con la industria y el gobierno para atender las necesidades reales de la sociedad
  2. Independencia: institucional en su actuar y desarrollo
  3. Hibridación: creando nuevas instituciones en el formato híbrido que cumplan varias funciones y objetivos simultáneos de diferentes roles dentro de la TH.
  4. Reciprocidad: hay una constante renovación interna dentro de las universidades por su relación con la industria y el gobierno, las cuales son continuamente revisadas.

- Transición hacia una academia emprendedora: esta transición se da en la medida que la academia se vuelve eficiente en sus costos, como inventor y agente que transfiere conocimiento y tecnología a sus stakeholders para esto se deben trabajar en lo siguiente (Etzkowitz, 2017):
  1. Sensibilización del potencial económico del conocimiento, bajo una visión estratégica.
  2. Abrir hacia iniciativas políticas que impulsen las instituciones académicas, reconociendo su realce dentro del crecimiento económico, para el fortalecimiento de regiones intensivas en investigación, generación de conocimiento y obtención de recursos para crecimiento.
  3. Lograr una hiperconectividad de recursos disponibles para la colaboración, la generación de redes y administrar mejor el riesgo.
- Etapas para construir el concepto de universidad emprendedora (Etzkowitz, 2017):
  1. Crear el marco legal necesario para comercialización que permita actuar desde la academia bajo este concepto, como la creación de spin off y participación de sus miembros, creación de compañías, impulsar la transferencia de tecnología.
  2. Valorización del conocimiento, a través de la comercialización de la propiedad intelectual con capacidades propias de transferencia de tecnología.
  3. La universidad juega un papel importante en el proceso de gobernanza en cooperación con la industria y el gobierno, planteando una estrategia de desarrollo de la región jugando un papel proactivo.
  4. Desarrollo de una capacidad regional a través del fortalecimiento y mejoramiento de la capacidad de absorción, soportando la operación de la estructura de emprendimiento, la red de ángeles inversionistas, generando oportunidades para el capital de riesgo, formación de clústeres entre otros. Con capacidad de ajustar sus estrategias de transferencia de tecnología de acuerdo a las circunstancias.
- Transferencia de tecnología informal a formal (Etzkowitz, 2004, 2017):
  1. Desarrollar una organización capaz de trabajar con compañías, para la solución de sus problemas específicos
  2. Desarrollo capacidad organizativa, para la transferencia de tecnologías basadas en investigaciones con resultados útiles.
  3. Fomento de creación de empresas de base tecnológica innovadoras, que tienen potencial de crecimiento bajo un proceso adecuado de incubación.

- Triple Hélice: permite integrar el empuje de la ciencia universitaria y el jalonamiento de la industria, rodeados por las políticas de ciencia y tecnología de los estados, para que se presente una red de interacciones entre los actores, se deben fomentar las siguientes actividades (Etzkowitz, 2004, 2017):
  1. Emprendedores científicos como una estrategia: este concepto envuelve las compañías Spin off tomado como un emprendimiento académico, en los límites universitarios e industriales. Esto les permite acceder a fondos de financiación y aumentar las probabilidades de éxito del emprendimiento. Facilitar la formación de estas compañías requiere de capital de riesgo, que es más fácil de obtener con la participación del rol clave de las universidades.
  2. Organizaciones híbridas: se debe permitir la integración con la industria y el estado, en la academia para interiorizar mejor sus requerimiento y necesidades, integrándose para generar ideas innovadoras y nuevas tecnologías, abriendo oportunidades emprendedoras para la educación de alto nivel.
- Capitalización del conocimiento: es el corazón de la misión de las universidades emprendedoras, debido a que establece a las universidades como un actor económico. Pero también las hace responsables de que la industria no decaiga, aumentando la capacidad de absorción de tecnologías, soportando la red de ángeles inversionistas, generando oportunidades de capital de riesgo y el soporte técnico y legal de compañías de base tecnológica y Clústeres. Así mismo, las universidades deben influenciar el comportamiento de compañías de alta tecnología, como campus, y la autogeneración de proyectos (Etzkowitz, 2004, 2017).

**Figura 15** *Universidad Emprendedora.*



Fuente: Elaboración propia tomado de (Etzkowitz, 2004, 2017).

## 2.7 Conclusiones

El modelo de la TH permite llegar a un proceso sostenible y amigable, generando un ambiente propicio para la conexión de los actores y fortalecer la competitividad de un país, haciendo énfasis en los marcos de políticas públicas y privadas de CTeI para el crecimiento, generando capacidades a los actores y llevándolos a unificarse para generar sistemas de innovación sostenibles y que evolucionen con el tiempo, que le aporten al desarrollo económico y social.

En países como Colombia se requiere la implementación de los marcos uno y dos de la política pública en CTeI presentados por Schot y Steinmueller (2018), esto requiere que la inversión en infraestructura y generación de conocimiento sea una prioridad en el componente de la política, también como conexión entre los principales actores e impulsor de la productividad interactiva de los procesos de aprendizaje en los contextos nacionales, sectoriales, regionales y transnacionales de innovación. El rol del gobierno debe construir varios sistemas de innovación, experimentar y

transformar el conjunto existente de relaciones, para absorber y construir capacidades nacionales en CTeI, con la articulación de los tres actores (objetivo que pretende contribuir el presente documento).

Una estrategia de innovación centrada en la TH, puede ser una perspectiva atractiva y novedosa para responsables políticos, especialmente en las regiones que tienen como objetivo perseguir modelo de desarrollo intensivo basados en el conocimiento, y construir procesos de investigación con empresas con potencial innovador. Estas regiones pueden encontrarse tanto en países en desarrollo, como desarrollados, y las cuales son categorizadas por la OCDE como centros de conocimiento, zonas de producción de innovación y regiones no controladas por ciencia y tecnología (Marsan & Maguire, 2011).

Los empresarios deben recuperar confianza en la academia. Las universidades deben capacitar, por medio de sus programas de posgrado, gestores de comercialización de tecnología que fortalezcan y estimulen el crecimiento de las oficinas de transferencia de tecnología para apoyar el desarrollo de las empresas. El estado debe asumir el liderazgo de la organización de los procesos sobre la base políticas nacionales y regionales, donde las instituciones públicas deben aligerar los trámites y la burocracia para agilizar la gestión de proyectos; deben capacitar al sector empresarial en los beneficios tributarios que conllevan aumento de la competitividad y la productividad del país bajo el esquema de resultados de patentes. Así mismo, se debe disponer de un articulador confiable, con recursos para alcanzar un alto nivel de financiamiento, procurando apuntarle a obtener resultados de alto impacto a corto, mediano y largo plazo (Salazar & Valderrama, 2013).

Un instrumento que utilizan los países desarrollados para generar la transferencia de conocimiento entre los actores de la TH es la movilidad, que se puede evaluar en términos de desarrollo de los institutos de investigación y universidades, como una forma de fomentar la comercialización de los resultados de la investigación, obtener un mejor registro de la actividad de publicación y la generación de patentes, aumentando estos indicadores con los investigadores movilizados. También funciona como un proceso de productividad que ayuda a la instauración de capacidades productivas que estimulan la movilidad interna y no la externa (denominada fuga de cerebros que es un peligro para los países), ya que no sólo los investigadores se van, sino también sus conocimientos técnicos y tecnológicos, junto con el costo de formar a un investigador (inversión en educación se convierte en un gasto) (Dezhina, 2015).

El Modelo Triple Hélice, especialmente para las naciones en vía de desarrollo ofrece un atajo para ponerse al día con las naciones desarrolladas. Esto se puede ver reflejado en países como Rusia y

China, donde la transición de la sociedad industrial a la sociedad postindustrial ha fomentado un cambio en el papel de sus actores, promoviendo la investigación en las universidades y fomentando vigorosamente el esfuerzo de I+D por parte de las empresas, trabajando en ser más competitivos en los sistemas de clasificación mundial, generando una apertura a la colaboración y el aprendizaje internacionales, mostrando cambios interesantes en el desarrollo de sus economías, en su apuesta de convertirse en superpotencias (Balzer & Askonas, 2016).

En la transición de lo industrial a las sociedades del conocimiento, la ciencia y tecnología deben ser tratados como infraestructura. Esta inversión del gobierno se recupera, no solo en el pago de intereses, sino en el incremento del ingreso por los impuestos. Los proyectos tienen que tener el potencial de estimular no solo a corto plazo la demanda, además, debe incrementar a largo plazo la productividad de la economía, a través de descubrimientos científicos que estimulen la creación de nuevos mercados o hacer más competitivos los existentes. El enfoque de la innovación debe realizarse en elevar los ganadores en lugar de distribuir los recursos en pequeñas cantidades sin un foco (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Para acelerar el proceso del funcionamiento del MTH, es necesario potencializar los procesos de selección de tecnologías, realizar la inserción de una red de empresas emergentes de base tecnológica, estimular procesos de mentoría de emprendedores experimentados y el acceso a oportunidades de inversión de capital de riesgo público y privado. Se debe crear un entorno de alta tecnología con un amplio banco de inversores ángeles, empresas de capital de riesgo y posibles colaboradores que aceleren las PYMES, para que las empresas despeguen y prosperen (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Esto permitió desarrollar la siguiente variable independiente (variable latente) dentro de la investigación “Integración Triple Hélice” (X1), determinada por los siguientes indicadores: 1.1 Espacios de interacción, 1.2 Relaciones entre los componentes, 1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas, 1.4 Universidades Emprendedoras, 1.5 Empresas de base de conocimiento y 1.6 Capital de riesgo. Para cada uno de los indicadores se establecieron sus variables indicadores, determinados por el trabajo realizado en los ANEXO H Operacionalización de Variables, ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores, ANEXO J Relación Indicadores y preguntas para cuestionarios, obteniendo como resultado lo establecido en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas.

### **Capítulo III. Ecosistemas de innovación**

#### **Ecosistemas de Innovación**

La conceptualización de ecosistemas de innovación en su mayoría es inspirada por el concepto de eco que hace referencia a una analogía de un ecosistema natural. Es un concepto que sostiene en la actualidad una crítica, por el uso de ambiguo de su definición, pero provee utilidades adicionales a la concepción de la innovación y su gestión, lo que ha obligado a que se genere un mayor rigor conceptual y empírico. Sin embargo, según (Etzkowitz & Zhou, 2018a), el desarrollo de un ecosistema de innovación sustentable debe tener en cuenta cuatro dimensiones: economía (competitividad, plataformas), sociedad (cooperación, colaboración), cultura (coevolución, cocreación) y ambiente natural (redes de conocimiento, complejidad)<sup>7</sup>.

Para esto es importante describir los conceptos de Sistemas, Innovación, Sistemas de Innovación y Ecosistemas, para abarcar y enfocar de forma correcta el concepto de ecosistemas de innovación.

- **Concepto de sistema:** conjunto de componentes y relaciones entre ellos, la dinámica de un sistema, es abierta en términos de la transformación de entradas en salidas, a través de actividades realizadas por agentes o actores que interactúan dentro de un ambiente. Desde la biológica o la ingeniería, a menudo se asume que los sistemas se dan naturalmente y tienen una capacidad máxima (Granstrand & Holgersson, 2020).
- **El concepto innovación:** la mayoría de los conceptos están dirigidos hacia los resultados de un proceso que tiene dos características atadas al grado de novedad de un cambio y al grado de utilidad o éxito en la aplicación de algo nuevo. Otras definiciones establecen la innovación como la creación de nuevo conocimiento e invenciones y su éxito comercial adoptado por los mercados. Para esta tesis se tomó la definición del manual de Oslo que considera la innovación como un proceso en red en el que las interacciones entre los diversos agentes generan nuevos conocimientos y tecnología (OECD & Eurostat, 2018; InnoSupportTransfer, 2007).
- **El concepto de sistema de innovación:** es un concepto de sistema introducido a nivel nacional sectorial regional y en corporaciones. Es un conjunto de componentes y sus relaciones causales, que influyen en utilización y generación de innovaciones y el desempeño innovador (Smorodinskaya et al., 2017).

---

<sup>7</sup> Los conceptos en paréntesis corresponden a los vínculos de cada uno de los conceptos que desarrolla la tesis en el eje de ecosistemas de innovación y su relación con las dimensiones de Etzkowitz y Zhou (2018).

- **El concepto de ecosistema:** el ecosistema es un concepto originado en la ciencia de la ecología y se basa en el flujo de materia y energía. Está hecho de subsistemas vivos los cuales se organizan dentro de procesos orientados por roles: conectando subsistemas vivos y no vivos (Smorodinskaya et al., 2017). Recientes estudios sobre ecosistema de innovación listan potenciales diferencias con los sistemas de innovación. Entre estos que el movimiento del ecosistema está impulsado y no considera los asuntos de la política en la misma dirección que los sistemas de innovación. (Ritala & Almpantopoulou, 2017).

Existe un amplio marco de definición sobre ecosistema de innovación se pueden destacar las siguientes:

**Tabla 11** Marco de definición sobre ecosistemas de innovación.

Artículo	Definición de ecosistema de innovación	Principales características
<b>Adner (2006)</b>	“[...] Ecosistemas de innovación: los acuerdos de colaboración mediante los cuales las empresas combinan sus ofertas individuales en una solución coherente orientada al cliente”	Gestión de riesgos; coordinación (trabajar en cuellos de botella críticos).
<b>Carayannis and Campbell (2009)</b>	“[...] Ecosistema de innovación, donde las personas, la cultura y la tecnología, [...] se encuentran e interactúan para catalizar la creatividad, desencadenar la invención y acelerar la innovación en todas las disciplinas científicas y tecnológicas, los sectores público y privado [...] y en una política de arriba hacia abajo de moda impulsada y de abajo hacia arriba, empoderada por el espíritu empresarial ”.)	Coexistencia; coevolución; co-especialización; actores (gobierno, universidad, industria y ONG); racimos; redes.
<b>Romero and Molina (2011)</b>	“Ecosistema de Innovación es un sistema de co-creación de valor como conjunto de personas, organizaciones y tecnología que actúan como un ecosistema empresarial simbiótico en el que organizaciones y clientes interactúan en relaciones dinámicas y recíprocas hacia su compromiso en el proceso de coproducción de oferta”	Valor de la co-creación y la co-innovación; redes de innovación colaborativa; proceso cooperativo; comunidades de clientes.

Fuente: Tomado de (Gomes et al., 2018)

Las características de un ecosistema de innovación son descritas por Heaton et al (2019) desde la perspectiva de las universidades como agentes de cambio como se describe en la Tabla 12 Características de los Ecosistemas de Innovación.

**Tabla 12** Características de los Ecosistemas de Innovación.

Características ecosistemas de innovación		
Etapa Inicial	Etapa de desarrollo	Etapa de Renovación

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas empresas.</li> <li>• Interacciones entre los miembros del ecosistema.</li> <li>• Baja identidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar agencias y organizaciones se convierten en participantes activos.</li> <li>• Canales de comunicación formados por intercambio de conocimiento en el ecosistema.</li> <li>• Inter empresas y redes profesionales están bien establecidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estancamiento de sectores establecidos.</li> <li>• La actividad de patentamiento se desplaza hacia nuevos dominios.</li> </ul>
<b>Funciones de la universidad</b>		
<b>Atractores</b>	<b>Consolidadores</b>	<b>Agentes de Cambio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regiones más fuertes enfocadas en el reclutamiento de estudiantes y continuación de graduados.</li> <li>• Apoyar la facultad de emprendimiento y colocaciones de nuevas y existentes empresas cerca del campus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar incubadoras y startup's.</li> <li>• Desarrollo de nichos tecnológicos.</li> <li>• Eventos "Host networking".</li> <li>• Concursos de planes de negocios para estudiantes.</li> <li>• Crear programas de enlaces industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempeñar funciones con tecnologías emergentes.</li> <li>• Perseguir avenidas prometedoras de investigación.</li> <li>• Mejorar atractivos de los alrededores para trabajadores habilidosos.</li> </ul>
<b>Capacidades dinámicas claves</b>		
<b>Detección</b>	<b>Sensibilización</b>	<b>Transformando</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar campos clave para nuevas búsquedas de programas.</li> <li>• Poner énfasis nuevos en investigación y emprendimiento.</li> <li>• Proveer infraestructura para colaboración con compañías privadas de tecnología.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento de la generación de nuevas empresas.</li> <li>• Mayor nivel de comunicación y cooperación entre los participantes del ecosistema.</li> <li>• Establecimiento de vínculos entre la universidad y las empresas locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de una estrategia que transforme su ambiente externo.</li> <li>• Red local de iniciativas para revitalizar su comunidad.</li> <li>• Reorientación de la cultura.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia Información Extraída de (Heaton et al., 2019)

El concepto de ecosistemas de innovación muestra las características similares y diferentes con los ecosistemas empresariales como se muestra en las tablas relacionadas a continuación:

**Tabla 13** *Similitudes y Diferencias Ecosistemas Empresariales vs Ecosistemas de Innovación.*

Similitudes	Diferencias
<ul style="list-style-type: none"> <li>Están compuestos por actores de red interconectados, que incluyen la empresa focal, los clientes, los proveedores y los innovadores complementarios.</li> <li>Dirigidos por un actor clave. <b>Lansiti y Levien (2004)</b></li> <li>se construyen sobre una plataforma. <b>Lansiti y Levien (2004)</b>.</li> <li>Los miembros enfrentan cooperación y competencia (<b>Moore, 1993; Lansiti y Levien, 2004a; Adner, 2006; Adner y Kapoor, 2010</b>).</li> <li>pueden tener un ciclo de vida que sigue un proceso de coevolución. <b>Moore (1993), Rong (2011)</b></li> </ul>	<p>Ritala y col. (2013, pág.5) definió.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>La creación de valor</b> (Ecosistema de innovación) como “los procesos y actividades colaborativos de creación de valor para los clientes y otras partes interesadas”.</li> <li><b>La captura de valor</b> (Ecosistema empresarial) “se refiere a la toma de beneficios actualizada a nivel de empresa individual; es decir, cómo las empresas eventualmente buscan alcanzar sus propias ventajas competitivas y cosechar los beneficios relacionados”.</li> </ul>

Fuente Tomado de (Gomes et al., 2018)

**Tabla 14** *Ecosistemas de Innovación Vs Ecosistemas Empresariales.*

Nivel de análisis	Ecosistema Empresarial	Ecosistema de innovación
<b>Enfoque principal</b>	Captura de valor, ubicación de actores, integración.	Co-creación de valor; ubicación de actores, integración, desafíos distribuidos entre socios y complementadores.
<b>Agentes</b>	Proveedores, empresas complementarias focales y clientes.	Proveedores, empresas complementarias focales y clientes.
<b>Coordinación de mecanismos</b>	Gobernanza del ecosistema, contratos formales (con proveedores), acuerdos informales laxos con complementadores si los hay.	Gobernanza del ecosistema, contratos formales (con proveedores), acuerdos informales laxos con complementadores si los hay.

Fuente Tomado de (Gomes et al., 2018)

Según (Dedehayir et al., 2018) cuatro fases toman lugar en la descripción del ciclo de vida de los ecosistemas de innovación.

- La fase de nacimiento es cuando el producto y servicio requiere de un cliente para todos los miembros del ecosistema y se unen entendiendo las garantías de la colaboración de los actores hacia un objetivo. La expansión se da cuando se aplica el ecosistema dentro de nuevos territorios.
- La expansión de nuevos territorios requiere la estimulación de la demanda del mercado dentro de la capacidad del ecosistema y es vital para que el ecosistema líder sea capaz de mantenerse con fuertes relaciones con los clientes, al igual que sus proveedores y complementadores.
- La tercera etapa es una etapa de evolución de consolidación y establecimiento, esta etapa se centra en determinar el liderazgo del ecosistema y atender la estabilidad de los subsistemas y procesos.
- Después de esto existen dos posibilidades o reacciones a este desafío el ecosistema muere o se renueva para formar un ecosistema líder, que juega un rol vital para afrontar amenazas de nuevos ecosistemas o generar nuevas innovaciones. Si la renovación no se realiza, entonces es inevitable un resultado de un ecosistema muerto.

Cada ecosistema consta de un conjunto único de actores e interacciones y evolucionan a su manera, donde cada actor tiene su propio papel que desempeñar y pueden superponerlo interactuar con otros ecosistemas, e incluso pueden ser subecosistemas de un ecosistema mucho más grande y que se influyen mutuamente, por ejemplo, un ecosistema de un arrecife de coral y el ecosistema del océano. En los ecosistemas de innovación se comprometen numerosos factores donde el comportamiento es multiplicado en complejas interdependencias a través del ecosistema, donde es esencial entender y tomar en cuenta que la conexión entre micro y macro actores que se encuentran en el requieren de interacciones de cooperación y competitividad entre ellos (Valkokari, 2015).

En la perspectiva de la ciencia refiere en específico conjunto de componentes (actores, organizaciones, entidades) que son interdependientes entre ellos, pero independientes de otros sistemas (Ritala & Almpantopoulou, 2017). Por consiguiente, es clave establecer los límites del ecosistema, en el ámbito geográfico (local, regional o nacional), escala temporal, por permeabilidad (abierto o cerrado), tipos de flujo (conocimiento, valor, material). (Granstrand & Holgersson, 2020).

Un ecosistema innovación busca el desarrollo en conjunto de actores, actividades y artefactos, al igual que las instituciones y sus relaciones, incluyendo sus artefactos complementarios y sustitutos que son importantes para el rendimiento de la innovación de un actor. En esta definición los artefactos incluyen productos y servicios, recursos tangibles e intangibles, recursos tecnológicos y no tecnológicos y otros tipos de sistemas de entradas y salidas que incluyen las innovaciones. En otras

palabras los ecosistemas de innovación incluyen actores del sistema con relaciones de colaboración y competitividad (Granstrand & Holgersson, 2020).

El ecosistema de innovación reúne la demanda emergente, aumentando la producción de innovación y los procesos asociados, basado en redes. Para aumentar las probabilidades de éxito de una región generando la capacidad de moverse de un paradigma tecnológico a otro, sin un gap significativo que ponga en riesgo su supervivencia. (Smorodinskaya et al., 2017).

Los principales determinantes de un ecosistema de Innovación, se encuentran en los conceptos de coevolución, cocreación, competencia, colaboración, y actividades relacionadas con la innovación. Estos conceptos guardan una fuerte similitud con lo expuesto por Levinthal (1991), que propone que el aprendizaje organizacional, guía y acelera el proceso de evolución organizacional. En este trabajo se interpreta la capacidad para el aprendizaje organizacional como un rasgo “genético” que está sujeto a selección darwiniana, que se fortalece con la inteligencia colectiva y la cooperación entre un grupo de individuos u organizaciones (J. L. B. López, 2016).

Bruderer y Singh (1996) argumentan teóricamente que el aprendizaje organizacional guía la selección ambiental en un marco de evolución darwiniano. Para ello, establecen tres procesos fundamentales de evolución organizacional; variación, adaptación, y selección. Elementos que requieren de un alto coeficiente de inteligencia colaborativa y cooperación como especie (J. L. B. López, 2016).

(Arora et al., 2019) revela que países como Estados Unidos ha generado sus ecosistemas de innovación bajo un proceso evolutivo que generaron las actividades, con universidades orientadas hacia la práctica, con una estrecha interconexión con las comunidades locales y con la industria creándose ecosistemas como el de Silicon Valley y Ruta 128. En sus inicios industriales, después de la segunda guerra mundial y durante la guerra fría se generó una fuerte intervención de capital público, canalizados en investigación y desarrollo con fines militares e industriales, que evoluciono a una inversión de capital privado reflejado en industrias de base tecnológica y de alto valor agregado, con un alto flujo de empleo de científicos en la industria, investigadores que crean negocios y conformación de laboratorios de investigación privados con capacidad de generar productos de alto impacto. Estimulando el crecimiento exponencial de la economía del país, con ecosistemas de innovación de alto desempeño en la generación de tecnologías disruptivas.

Para esta investigación se considera oportuna la definición de ecosistemas de innovación como un acuerdo de colaboración mediante la combinación de organizaciones con sus ofertas individuales

en una solución coherente y orientada al cliente. Compuesto por actores de empresas, universidades, y el gobierno, que funcionan como una comunidad dinámica y duradera, con **relaciones complejas** y entrelazadas basadas en la **cooperación y la cocreación** de valor, abiertas al intercambio para impulsar la **coevolución y la competitividad** entendiendo la **complejidad** del sistema (Carayannis & Campbell, 2011; Del Águila Obra et al., 2017; Heaton et al., 2019; Jiang et al., 2020; Levy, 2004; Quirós et al., 2015<sup>a</sup>; Smorodinskaya et al., 2017; Valkokari, 2015; Ritala & Almpantopoulou, 2017)

Por lo anterior, los temas que se abarcaran en esta fase de la investigación son coevolución, cooperación, competitividad, cocreación y complejidad (desde la perspectiva de esta tesis se analizara desde los, redes de conocimiento y complejidad organizacional) que se van a utilizar para tratar de entender cómo se puede construir relaciones que perduren en el tiempo para la construcción del ecosistema de innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa. En búsqueda de las variables necesarias para construir un ecosistema alrededor del sector defensa.

### **3.1 Cocreación**

El concepto de cocreación de valor, es básicamente asociado con una estrategia de negocios enfocada en relaciones interactivas entre productores y consumidores, expandiéndose en dos dimensiones como la idea de coproducción de valor y la idea del valor en uso. Sin embargo, existen otras definiciones como la de LSE Enterprise, donde estipula que la cocreación de valor es un activo, proceso creativo y social basado en la colaboración. Las relaciones para la cocreación, deben ser establecidas entre negocios y servicios organizados, donde se resalte la frecuencia y la calidad de las relaciones entre las compañías y sus consumidores. (Smorodinskaya et al., 2017).

En términos de la literatura económica la cocreación es la posibilidad de colaborar entre diferentes tipos de actores a través de la economía capaces de producir nuevos bienes y valores innovadores. Donde la colaboración toma sentido denotando varias formas de interactuar en la comunicación de la red de actores, incluso algunos expertos argumentan que la colaboración es importante para la investigación y desarrollo formal y no formal. (Smorodinskaya et al., 2017). Los ecosistemas de innovación se producen como un mecanismo integrador entre la exploración de nuevos conocimientos y su explotación para la cocreación de valor (Valkokari, 2015), por consiguiente para determinar la mejor forma de cocrear valor a través de la colaboración esta investigación toma el concepto de inteligencia colaborativa como indicador de esta investigación :

#### **3.1.1 Inteligencia Colaborativa**

El término se utilizó por primera vez en 1999 para describir la conducta de un ecosistema empresarial inteligente. El concepto más influyente es el que establece el ICXCI (innovation Center for Collaborative Intelligence) que propone una definición, sintética y operativa, en el que supone una deliberación ordenada, facilitada por tecnologías sociales, que permite a un conjunto de personas crear un mejor conocimiento compartido y tomar decisiones, con mayores posibilidades de superar los retos y dificultades que plantean las distintas actividades humanas en un entorno cada vez más complejo y cambiante (Quirós et al., 2015b)

En el libro *Wisdom of the crowds*, obra de Surowiecki (2005), afirma que, bajo circunstancias correctas, los grupos son extremadamente inteligentes y más listos que la persona más lista que se encuentre en ese grupo. Surowiecki dice que cuando existe un problema, mientras más gente se involucre en él, los resultados serán mejores. Motivo por el cual el gran reto es potencializar el IQ (cociente intelectual) colectivo de organizaciones y sociedades (G. Hernández, 2013).

El IQ se ve afectado debido a que las personas tienen la tendencia a jugar a juegos de poder, en los cuales todos quieren ser reconocidos como la persona más inteligente o la más importante del grupo, y por lo tanto rechazan cualquier opinión diferente a la suya. Este tipo de problemas comúnmente se resuelven estableciendo un orden jerárquico, en donde la persona con mayor jerarquía puede criticar a los demás y el de menor jerarquía no puede criticar a nadie, sin embargo, esta práctica lleva a otros problemas debido a que a la persona de menor jerarquía rara vez se le presta atención por más inteligentes que sean sus sugerencias, generando ambientes de poca participación y una gran cantidad de actores se podrían aminorar (G. Hernández, 2013).

Esto lleva a exponerse una serie de obstáculos en el desarrollo de la Inteligencia colaborativa por los siguientes motivos (Quirós et al., 2015b):

- El miedo de líderes y dirigentes a perder su poder.
- La improvisación y la falta de entrenamiento en las técnicas que ayudan a promocionar la inteligencia colaborativa.
- La egolatría, falta de honradez intelectual e inseguridad de los dirigentes y de todos los participantes. El “ego” es un gran enemigo de la colaboración
- La competitividad exacerbada y la cultura agresiva.
- Los prejuicios que no se someten a análisis.
- La actitud de menosprecio del otro y de sus puntos de vista (ignorarle, interrumpirle, silenciarle o agredirle).

Según Bonabeau (2009) citado en (G. Hernández, 2013) la toma de decisiones se puede dividir en dos tareas: la generación de soluciones potenciales y la evaluación de estas. Cada una de estas tareas puede ser influenciada negativamente por un gran número de sesgos humanos como los tratados en el párrafo anterior, pero estos sesgos pueden ser mitigados por medio de tres enfoques de la inteligencia colectiva:

- Alcance: Cuando se obtienen o se generan ideas o cuando se evalúan, una compañía puede estar interesada en aprovechar a la gente o a los grupos que normalmente no son incluidos. Pueden, por ejemplo, tratar de cruzar las barreras de jerarquía o funcionales dentro de la organización o simplemente tratar de buscar ayuda de fuera, tratando de obtener una opinión que pueda ayudar a resolver una problemática (G. Hernández, 2013).
- Agregación aditiva: Las compañías pueden recolectar información de una gran cantidad de fuentes y después desarrollar algún procedimiento para promediarla. Este proceso puede ser utilizado para tomar en cuenta las opiniones que provengan de grupos que comúnmente son los encargados de tomar las decisiones, o también se pueden combinar con opiniones de gente externa (G. Hernández, 2013).
- Organización Propia: Esto se refiere a que en muchos casos con los mecanismos que permiten la interacción entre miembros de un grupo se puede observar el fenómeno en que el todo es mayor a la suma de sus partes. Esto se puede ejemplificar con el caso de Wikipedia, wikispace, bounceapp, prezi o aplicaciones similares, en donde se permite la participación de un gran número de gente, sin embargo, esto presenta un riesgo, si los mecanismos de interacción no son diseñados correctamente el todo puede resultar menos que la suma de sus partes (G. Hernández, 2013).

La inteligencia colaborativa le permite a las organizaciones en la planificación de proyectos afrontar nuevos retos generándole valor en factores como: Gestión de proyectos complejos a gran escala con incertidumbres significativas; Generar estrategias alternativas con decisiones codependientes; Enfocar múltiples interesados con objetivos en competencia o diferentes definiciones de éxito; Identificación de riesgos potenciales para la salud y la seguridad humana, el medio ambiente y la sociedad; Reducción de costos significativos y / o inciertos del proyecto; Trabajar con plazos restringidos (Gill, 2012; M. R. Lee & Lan, 2007).

A través de las contribuciones de gran cantidad de gente, se puede obtener un mayor cúmulo de conocimiento. El uso de los datos y contenidos provenientes de los usuarios provoca que las

aplicaciones Web fortalezcan la inteligencia colaborativa. El esfuerzo de cualquier grupo de individuos que buscan la solución a un problema, genera un entorno social. (G. Hernández, 2013).

Al analizar las redes que se conforman en el comportamiento organizacional y como fluye la información y la comunicación entre las organizaciones de una red, se evidencia que es apremiante el principio de la confianza, la acción colectiva y la cooperación, teniendo en cuenta que: pensar en colectivo implica que cuando se tomen decisiones en una organización se considere el impacto que pudieran tener en las otras organizaciones de la red, y que la sanción social a quienes no colaboran en la consecución de beneficios colectivos contribuye a la consolidación de una cultura de la cooperación. Esto llevara a que la red y sus nodos conformen un denominado ecosistema o comunidad o en términos de complejidad en un sistema multiagente, generados bajo su inteligencia colaborativa (Toca Torres, 2014).

Según (Toca Torres, 2014), los vínculos de cooperación entre agentes pueden dar origen a una red de cooperación o conjunto de dos o más relaciones entre agentes conectados entre sí, que les permite en conjunto lograr una ventaja competitiva frente a otras redes.

Bajo estas circunstancias los agentes necesitan aprender a sincronizar sus acciones, generando vínculos de cooperación entre dos o más agentes conectados, que les permita en conjunto lograr una ventaja competitiva frente a otras redes. Bajo estas circunstancias, las organizaciones de una misma especie o que desarrollan una misma actividad dentro de una industria o sector pueden ser parte de una comunidad o red empresarial. Pero si cada especie no garantiza los atributos necesarios, difícilmente la comunidad podrá comportarse como un colectivo inteligente. Por lo tanto, el ecosistema exige el estudio de la red y los nodos con los que establecen relación, los cuales pueden estar agrupados en 4 agentes (Toca Torres, 2014) :

- Público (actores gubernamentales)
- Privado (otras empresas y agremiaciones)
- Social (organizaciones del tercer sector)
- Internacional (organismos y fondos multilaterales).

Esto genera una conducta de enjambre que se convierte en inteligencia colaborativa cuando un grupo puede usarla para resolver un problema en comunidad independientemente de los tipos de agentes que participen, de forma tal que los miembros que forman parte del grupo no lo pueden hacer de forma individual, un atributo intrínseco de este tipo de organizaciones es la habilidad para transferir

el conocimiento y el know how con el fin de soportar su vida productiva y crecimiento durante la creación de valor continuo basado en innovación (Dayyani, 2009) citado en (Toca Torres, 2014).

Los factores críticos de éxito para que una organización logre un alto coeficiente de inteligencia colaborativa está conformado por los siguientes aspectos (Y. H. Lee & Kim, 2016):

1. Establecer un mecanismo grupal de moderación, facilitación y satisfacción.
2. Promoción del pensamiento creativo e ilimitado.
3. Fuerte consenso de miembros del grupo, interacciones y comentarios.
4. Proporcionar mecanismos de aseguramiento de la calidad y revisión por pares para la resolución de conflictos.
5. Formación de una suficiente memoria documentada de grupo o base de conocimiento.

Sin embargo, en zonas como Latinoamérica sigue prevaleciendo la burocracia tradicional, la endogamia académica y la desarticulación entre los productores de conocimiento y la sociedad. La sociedad latinoamericana no actúa de manera inteligente y por lo tanto nada asegura que seamos protagonistas de la sociedad del conocimiento sino simples consumidores dependientes de los saberes y poderes que vienen de otras partes, debido a los pésimos resultados educativos e índices de ciencia, tecnología e innovación que muestra en la actualidad latinoamericana (Pérez Lindo, 2017).

Los gobiernos, las universidades y los empresarios en los países en vía de desarrollo todavía no tienen consciencia de lo que significa crear un estado inteligente y una economía basada en el conocimiento. Donde las tasas de beneficios de los bancos y las corporaciones nacionales y extranjeras son mayores que en los países ricos, las universidades poseen un gran capital intelectual pero no tienen consciencia de su potencial y como pueden aportarle al desarrollo de sus países. Se debe trabajar en eliminar primitivas relaciones de dominación, el clientelismo político o la exclusión social, buscando un desarrollo común basado en el potencial científico y tecnológico (Acemoglu & Robinson, 2014).

### **3.2 Coevolución**

Los ecosistemas ecológicos como los de innovación son redes de actores interdependientes, llevando a que todos en procesos de crecimiento evolucionen, a través de una cultura de cooperación de los individuos que lo conforman (coevolución). Los ecosistemas permiten a los actores la utilización de sus conocimientos para evolucionar y ajustar las estrategias que se requieran (Luo, 2018). Es importante comprender el mecanismo de coordinación y evolución, tanto para la toma de decisiones estratégicas como para la orquestación del ecosistema.

Para que un ecosistema de innovación evolucione requiere que los actores compartan los mismos incentivos, problemas, bases del conocimiento que determinan un patrón de innovación y una trayectoria, sin embargo se conoce muy poco de cómo evolucionan los ecosistemas de innovación, (Luo, 2018). Para esta investigación se utilizará el concepto de inteligencia colectiva (coordinación) y complejidad organizacional (para determinar si los atractores organizacionales de los actores analizados le aportan al sector aeroespacial en sus decisiones estratégicas) para determinar el nivel del vínculo social de los actores de la TH como un factor de coevolución.

### **3.2.1 Inteligencia Colectiva**

La Inteligencia colectiva es un término acuñado y adaptado a la actualidad en la era de una sociedad hiperconectada y más compleja. Según como lo define Pierre Levy es el “El vínculo social, es el proceso de crear comunidades inteligentes y realizar al máximo la diversidad de habilidades humanas” Es una forma de inteligencia que surge de la cooperación y participación de los individuos o seres vivos de una misma especie (Levy, 2004), para determinar cómo están alineados los actores se tomara el concepto Complejidad dentro de las organizaciones (atractores organizaciones y autoorganización), y Características y componentes de los sistemas complejos y Redes de conocimiento que se trabajaran en el acápite de complejidad.

#### **3.2.1.1 Complejidad dentro de las organizaciones**

La Complejidad dentro de organizaciones; son aquellas situaciones en donde la gran cantidad de variables, el alto grado de relación entre ellas y su dinámica hacen imposible pensar en proceso sencillo de toma de decisiones ante situaciones problemáticas. La organización es un conglomerado de variables que continuamente están cambiando y de las cuales formamos parte. Lo que las hace complejas es que es imposible monitorear y controlar el total de las variables que la forman, por consiguiente, se abarcan los conceptos de atractores organizacionales y autoorganización, como mecanismos para lidiar con la complejidad organizacional.

##### **3.2.1.1.1 Atractores Organizacionales.**

Estos atractores son aquellos marcos de referencia que permiten la dinámica compleja de la organización en sus diferentes dimensiones, pero por otro lado establece ciertos límites para el desempeño de las variables. Los campos de atracción no son estáticos, sino que también están sujetos a su propia dinámica, sin embargo, son más institucionales y por lo tanto más predecibles en la

dinámica organizacional. Los campos que limitan el desempeño de variables caóticas dentro de la organización se representan en las siguientes (Cornejo, 1997; Hall Richad, 1996; Morgan, 1996):

- **La Visión de la Organización:** Dentro de cualquier organización es importante porque da coherencia y es capaz de jalar a la organización hacia el futuro. La visión existe, impulsada por un grupo selecto de líderes que mantienen una visión compartida y una imagen futura de lo que debe ser la organización. Cuando no existe la visión, la organización pierde su significado y su orientación a converger hacia algo, porque cuando se carece de ella quedan en el vacío una gran cantidad de acciones que se pierden al no tener una base de referencia común.
- **La Misión:** La misión es cómo lograr la visión, es un postulado intangible que servirá para poner fronteras a la dinámica de la organización. La Misión es muy importante en el desarrollo de la organización, puesto que aquellas organizaciones no cuentan con ella desarrollan estructuras amorfas que eventualmente pierden la objetividad en la atención de productos/servicios no claves, desarrollan actividades que no agregan valor, existe confusión entre las estrategias que hay que lograr
- **Grupo de Poder:** Son entidades dedicadas a la preservación y mantenimiento del sistema organizacional, que se encargan e influyen en la toma de decisiones sobre ellos giran las actividades de una organización. Dentro de la organización, los sistemas no desarrollarán nunca su completo potencial mientras se vean limitados por tomadores de decisiones que solamente ven para sí mismos y que están creando un sistema artificial y amorfo subordinado a perpetuar su posición y al sano desarrollo de la organización. Esto puede llevar empresa a su destrucción anticipada. Deben velar por el bien común sobre el interés personal, para que exista una organización sana y de rápido desarrollo
- **Producto o Servicio:** Toda organización debe sobrevivir a través de la generación de un producto o servicio, por tal motivo debe volcarse a la reparación y ensamble de los mismos, los cuales deben estar en función del tipo de empresa, lo que permiten que se generen ventajas competitivas para mejorar su posición en el mercado.

### **3.2.1.1.2 Autoorganización**

La autoorganización es un proceso en el que alguna forma global de orden o coordinación surge de las interacciones locales entre los componentes de un sistema inicialmente desordenado (Cornejo, 1997). La autoorganización genera una capa global o de comunicaciones de siguiente orden o sobre la organización local en términos de instituciones y sus relaciones relativamente estables. Esta capa

global (régimen) puede considerarse como un orden de expectativas. las expectativas desencadena y estimula los procesos de producción del conocimiento (Leydesdorff & Ivanova, 2016).

Los ecosistemas de innovación son similares a los naturales debido a que pueden autoorganizarse y auto desarrollarse de forma ágil cómo los sistemas adaptativos complejos. Los ecosistemas pueden obtener nuevos recursos por el crecimiento y logros dinámicos sostenibles a través de autocorrecciones a cambios estructurales internos (Smorodinskaya et al., 2017).

Sin embargo, algunos autores manifiestan que los ecosistemas artificiales no son totalmente autoorganizados, son diseños organizativos que se mantienen unidos con la condición de que sus miembros estén en acuerdo formal o informal sobre propósitos compartidos y modos de operación (lógica y acción) (Valkokari, 2015).

Finalmente, el concepto de autoorganización está relacionado con la evolución en las organizaciones, por que ayudan a determinar cuál configuración de organización es la más adecuada. Así mismo, los sistemas se organizan internamente rebelándose contra las condiciones del entorno, recibiendo el feedback positivo de las fluctuaciones y conduciendo a nuevos estados de orden (Cornejo, 1997)

### **3.3 Competitividad**

Porter (1998), define la competitividad como el intento de “ser mejor que los competidores” mejorando la productividad y logrando una ventaja estratégica, a través de la eficiencia y eficacia; donde la competitividad se alcanza formulando estrategias para crear valor y son difíciles o costosas de copiar por la competencia (Hitt et al., 2015).

El Departamento Nacional de Planeación de Colombia (2008), entiende la competitividad como un complemento a las condiciones del entorno para el crecimiento. En particular, las condiciones que tienen que ver con la seguridad física, jurídica y la estabilidad macroeconómica. En la definición de la OCDE (2000) se presenta el concepto de la siguiente forma: “*competitividad es el grado en que un país, estado o región produce bienes de servicio bajo condiciones de libre mercado, los cuales enfrentan la competencia de los mercados internacionales, mejorando simultáneamente los ingresos reales de su población y la consecuente productividad de sus empresas y gestión gubernamental*” (Morante, 2015).

Según Barume (2006) los factores determinantes de la competitividad organizacional son de dos tipos: los referidos a precios y costos, y los relacionados con la calidad y la productividad. En cuanto

a los primeros factores, una empresa que produce un bien o servicio será más competitiva en la medida en que (i) sea capaz de ofrecer precios más bajos que los de los competidores; (ii) establezca los precios de venta conforme a la influencia de los costos de los factores, costos de capital, de mano de obra y de materias primas, y (iii) adopte las estrategias para ser más competitiva (Morante, 2015).

Los segundos factores son los relacionados con: (i) la calidad de los productos; (ii) la incorporación de mejoras tecnológicas en los procesos; (iii) las adecuaciones convenientes en la estructura organizacional; (iv) la gestión eficiente de los flujos de producción; (v) la capacidad para desarrollar y mantener relaciones con otras empresas; (vi) las buenas relaciones con el sector público y las universidades y los centros de investigación; (vii) el diseño, ingeniería y fabricación industrial; (viii) la optimización de la capacidades de los trabajadores a través de la capacitación, y (ix) la vital capacidad de generar procesos de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) (Morante, 2015).

Para efectos de la presente investigación no se utilizarán los factores de precios y costes, porque no son relevantes para verificar la competitividad en I+D+i de una organización, entendiéndose que los precios y costes se benefician de las actividades de ciencia y tecnología.

### **3.4 Cooperación**

Según la Real Academia Española cooperación es “obrar juntamente con otro u otros para la consecución de un fin común” (Núñez, 2015). En el libro “Evolution, games and God the principle of cooperation” se presenta una definición genérica de cooperación como: "una forma de trabajar juntos en el que un individuo paga un costo (en términos de aptitud, ya sea genético o cultural etc.) y otro obtiene un beneficio como resultado" motivado por específicas metas o compromisos afectivos (Nowak & Coakley, 2013)

La cooperación nos acerca al concepto de sinergia de tal manera que varios elementos diferentes se esfuerzan por algo en común, enriqueciéndose de las diferencias y las sinergias que se producen por la acción común difiriendo de los elementos que la componen (Nowak & Highfield, 2012). Tanto Nowak, investigador y profesor de la Universidad de Harvard como Highfield, coautor del libro “supercooperadores”, defienden que la cooperación es el rasgo humano por excelencia y por cooperar entienden algo más que el hecho de trabajar para alcanzar un objetivo.

De acuerdo con lo manifestado por el Darwinismo, la cooperación es el elemento que une a los individuos y permite que emerjan estructuras sociales importantes tales como familias, grupos, organizaciones, naciones y civilizaciones, donde las poblaciones de entidades donde hubo variación entre individuos, cada individuo se enfrenta a la escasez de recursos, por tanto, es muy importante

transmitir, de alguna forma, información que permita la sobrevivencia, en estas circunstancias algunas entidades prosperan mejor que otras. Las instituciones humanas son poblaciones de entidades que encajan en esta descripción. Por tanto, si bien Darwin desarrollo estos principios en un contexto biológico, también son aplicables a las poblaciones de entidades sociales (Blyth, Hodgson, Lewis y Steinmo, 2011) citado en (J. L. B. López, 2016).

Parte del éxito como especie humana, se explica en una fuerza que cohesionan el tejido social de una comunidad, logrando que los individuos necesiten unos de otros para progresar, Martin Nowak, reflexiona sobre la evolución humana y sugiere entender la cooperación y no la competencia, como un principio evolucionista, responsable de estimular las grandes innovaciones de la vida en la tierra, desde la unión de las células hasta la creación de sociedades (Nowak & Highfield, 2012).

Un debate central alrededor de la evolución de formas organizacionales ha sido impulsado por dos perspectivas sobre el cambio. De acuerdo con la perspectiva de selección ambiental, las organizaciones son inertes y la selección es responsabilidad en su totalidad de las firmas por su mayor adaptación a los ambientes donde se encuentran. En contraste, la perspectiva de adaptación propone que las organizaciones son flexibles y se adaptan a sus ambientes cambiando sus rutinas y procedimientos de operación estandarizados (Cyert y March, 1963; Levitt y March, 1988) citado en (J. L. B. López, 2016).

Para Nowak y Highfield (2012), hay cinco mecanismos que establecen la forma en que se debe llevar a cabo la cooperación entre individuos:

1. Selección de Parentesco: La regla de Hamilton establece que la selección natural puede favorecer la cooperación, si el donante y el receptor de un acto altruista están genéticamente emparentados. Al nivel organizacional que cumplen un objeto social similar. Generando una relación debido a que la vida en forma individual solo puede sobrevivir por un tiempo determinado y la única manera de conservar los genes es copiándolos. Los parientes y, en particular, los descendientes son los contenedores de estos genes. De esta forma los genes pueden sobrevivir independientes del portador (Nowak & Highfield, 2012).
2. Reciprocidad Directa: Se ha observado que existe cooperación entre individuos no emparentados o entre miembros de diferentes especies. Lo anterior, llevó a Trivers a proponer otro mecanismo para la evolución de la cooperación denominado la reciprocidad directa. Se asume que hay repetidos encuentros entre el mismo par de individuos. En cada encuentro, cada jugador puede elegir entre cooperar o disentir. Si yo coopero ahora, tú cooperaras

después. Por tanto, podría pagar para cooperar. El marco teórico de este juego es conocido como el dilema del prisionero (Nowak & Highfield, 2012).

3. Reciprocidad Indirecta: Las interacciones entre humanos, sin embargo, son asimétricas y fugaces. Ayudamos a los extraños que lo necesitan, donamos a la caridad que no dona para nosotros, la reciprocidad indirecta tiene demandas cognitivas considerables debido a que hace referencia a la disposición que tienen otros individuos a ayudarnos cuando lo requiramos. Los estudios teóricos y empíricos demuestran que las personas que ayudan más son más propensas a recibir ayuda, por lo tanto, la reputación permite la evolución de la cooperación por reciprocidad indirecta. La reputación o el estatus social de un individuo, determinado por su comportamiento, reduce el problema del oportunismo en la reciprocidad indirecta. Así, los individuos solo cooperaran con quien tiene reputación de haber cooperado antes, permitiendo que el comportamiento oportunista sea inhibido citado en (Fehr y Gächter, 1998) citado en (Nowak & Highfield, 2012).
4. Reciprocidad en red o espacial: Las estructuras espaciales o las redes sociales implican que algunos individuos interactúan más frecuente que otros. El resultado de una red de reciprocidad es una generalización de reciprocidad espacial. Una simple regla determina si la reciprocidad de la red puede determinar la cooperación. Su éxito depende de imitar lo que sus vecinos hacen bien, de esta forma las estrategias exitosas se propagan de vecino a vecino (Nowak & Highfield, 2012).
5. Selección de Grupos: La selección actúa no sólo sobre los individuos, sino también sobre los grupos. Un modelo simple de selección grupal funciona así. Una población está subdividida en grupos. Los cooperadores se ayudan unos a otros en su propio grupo. Los desertores no se ayudan. La descendencia se va añadiendo al propio grupo. Aquí debe notarse que solo los individuos se reproducen, pero la selección aparece en dos niveles. La competencia entre grupos ocurre porque algunos subgrupos crecen más rápido y se dividen más veces que otros. En particular los grupos de cooperadores crecen más rápido que los grupos de desertores, mientras que en algún grupo mixto los desertores se reproducen más rápido que los cooperadores. De esta forma, la selección de bajo nivel (dentro del grupo) favorece a los desertores, mientras que la selección de alto nivel (entre grupos) favorece a los cooperadores (Nowak & Highfield, 2012).

Para efectos de esta investigación se evaluarán la reciprocidad directa y la reciprocidad en red o espacial, como mecanismos de cooperación y determinar la existencia de este concepto, por su

proximidad a la noción de ecosistemas de innovación y por su posibilidad de ser identificado a niveles organizacionales.

### **3.5 Complejidad**

La complejidad es una forma de analizar, de reflexionar sobre determinados aspectos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, los cuales presentan ciertas características que los clasifican como sistemas de comportamiento complejo. Un sistema complejo consiste en una variedad de elementos que interactúan entre sí siguiendo un conjunto de reglas sencillas. De dicha interacción se dice que emergen nuevos patrones de conducta, los cuales no se daban en los elementos aislados y son, en principio, irreductibles a aquel conjunto de reglas simples (J. González, 2009; Mezo, 2018)

Las problemáticas complejas, donde están involucrados el medio ambiente, la producción, la tecnología, la organización social, la economía; se caracterizan por la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada, denominada sistema complejo simples (J. González, 2009; Mezo, 2018)

La complejidad de un sistema no está solamente determinada por la heterogeneidad de los elementos que lo componen, sino que la característica determinante de un sistema complejo es la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total. Esta característica excluye la posibilidad de obtener un análisis de un sistema complejo por la simple adición de estudios sectoriales correspondientes a cada uno de los elementos. (Tarride, 1995). Elementos propios de los ecosistemas de innovación que por su complejidad se podrían considerar un sistema complejo, como se trató en el inicio del capítulo.

La perspectiva que tomo la tesis para el análisis de los sistemas complejos es el planteado desde el punto de vista organizacional que se revisó en la sección “Complejidad dentro de las organizaciones” con el fin de tratar de entender desde la epistemología, el comportamiento organizacional existente en el sector aeroespacial de defensa, para conformar un ecosistema de innovación. El otro factor que se analiza en esta sección es la generación de redes de conocimiento para revisar la conexión entre los actores (nodos y enlaces).

#### **3.5.1 Características y componentes de los sistemas complejos**

La estructura de los sistemas complejos presenta los siguientes componentes:

- **Límites:** Los sistemas complejos carecen de límites precisos, tanto en su extensión física, como en su problemática. Tienden a imponer límites más o menos arbitrarios para poder definir el sistema que uno propone estudiar (Gómez & Jaramillo, 2011).
- **Elementos:** Los sistemas complejos están compuestos por diversos elementos interconectados mediante vínculos que generan información adicional. Es decir, de las interacciones/relaciones entre los diversos componentes del sistema complejo surgen nuevas propiedades que no pueden comprenderse a partir de las propiedades de los elementos aislados, sino a partir del tipo de relación establecida entre ellos. (Gómez & Jaramillo, 2011)
- **Estructuras:** Un gran número de propiedades de un sistema quedan determinadas por su estructura y no por sus elementos. Claro está que las propiedades de los elementos determinan las relaciones entre ellos y la estructura. Pero las propiedades de los elementos y las propiedades de la estructura corresponden a dos niveles de análisis diferente (Gómez & Jaramillo, 2011).

Entendiendo la estructura de los sistemas complejos, se presentan las siguientes características (Bardales, 2015; Waissbluth, 2008):

- **No linealidad de las causas y los efectos.** La organización, está inserta en un medio, al cual condiciona de diversas maneras a través de las pautas culturales que impone a los individuos que la integran. Pero, por otro lado, las características de la organización son en parte producto del medio que la condiciona. Produce para la sociedad, pero al mismo tiempo es producida por ella (Bardales, 2015; Waissbluth, 2008).
- **Interacciones múltiples.** Cada elemento es influenciado por otros (Bardales, 2015; Waissbluth, 2008).
- **Retroalimentación entre las partes.** Una actividad recibe efectos sobre sí misma, a través de amplificaciones e inhibiciones (Bardales, 2015; Waissbluth, 2008).
- **Los sistemas complejos son abiertos.** Es decir que interactúan con su entorno. Aquellos sistemas cerrados se consideran complicados (Bardales, 2015; Waissbluth, 2008).
- **Los sistemas complejos exhiben irreversibilidades.** es decir, cuando trasciende ciertas fronteras, retroceder se vuelve difícil (Bardales, 2015; Waissbluth, 2008).
- Cada elemento del sistema es mayoritariamente ignorante de la conducta del sistema como un todo, y responde primariamente a los estímulos de su entorno cercano.

### 3.5.2 Redes de conocimiento

Una red se define como un modelo relativamente estable y complejo de relaciones entre múltiples elementos interdependientes y autoorganizados (actores sociales, políticos o económicos) que adicionalmente conforman como un todo un sistema autoorganizado. Desde la perspectiva de los ecosistemas de innovación se trabajar como la dimensión del ambiente natural. Las redes están compuestas por agentes participantes que tienen las siguientes características (Toca Torres, 2014):

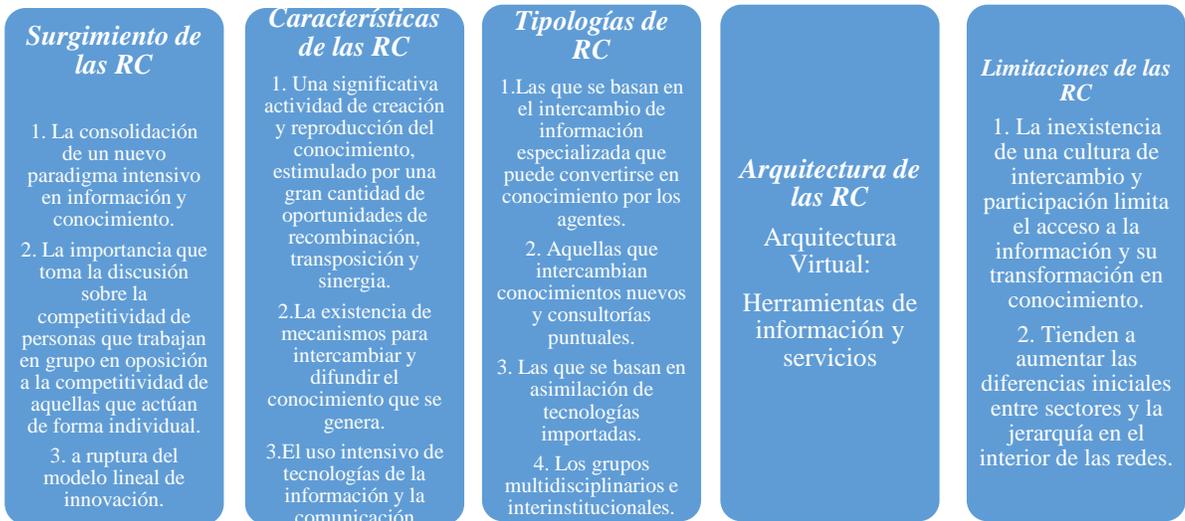
- Autonomía, por lo que el agente puede completar activamente las tareas relacionadas sin interferencia externa.
- Adaptabilidad, referida a sus habilidades para percibir y adaptarse al entorno y para estudiarlo.
- Coordinación, que le permite completar de forma conjunta una actividad.

Para efectos de este trabajo el concepto de redes desarrollado, es el de redes de conocimiento, consideradas como un grupo multidisciplinario de personas e instituciones que se asocian para investigar o desarrollar proyectos. Su finalidad es mejorar la calidad del trabajo académico y científico, crear y fortalecer la cooperación y el aprovechamiento de recursos, así como posibilitar el libre flujo de información entre los grupos sociales. Así mismo, es importante reconocer que cuando se trata de actividades humanas, el conocimiento es la base de cualquier tipo de red y, por tanto, todos los tipos posibles de redes humanas son redes de conocimiento. (Albornoz & Alfaraz, 2006; Castañeda Pérez & Pérez Rodríguez, 2005).

Las redes de conocimiento permiten la generación de masa crítica de conocimiento, para el desarrollo de un ecosistema de innovación y el desarrollo de economías basadas en el conocimiento. Las redes de conocimiento constituyen la máxima expresión del hombre como productor de conocimientos y su necesidad de intercambiar, compartir y transferir lo que se aprende, a partir de la interacción. La visión de este tipo de red es crear espacios de interrelación y conocimientos entre expertos, investigadores y empresas especializadas en diversas áreas temáticas, permitiendo una comunicación fluida y confidencial entre sus componentes. (Enríquez, 2019; Y. P. Rodríguez & Pérez, 2009)

**Tabla 15** *Redes de Conocimiento.*

# Redes de Conocimiento



Fuente: Elaboración Propia con información tomada de (Castañeda Pérez & Pérez Rodríguez, 2005)

Dentro de las características de las redes de conocimiento se encuentran (Prada Madrid, 2005):

- La finalidad es mejorar la calidad del trabajo académico y científico, optimizando la gestión del conocimiento, posibilitando el libre flujo de la información entre los grupos sociales.
- Son expresiones de la interacción humana en un contexto social propio y ligado al desarrollo de las civilizaciones.
- Tiene como propósito producir, almacenar y distribuir conocimiento científico por medio de cualquier método transmisión tecnológica.
- Dicha transmisión transforma el entorno en la búsqueda constante del enriquecimiento intelectual del ser humano, a través del estudio de la investigación científica pluridisciplinaria.
- Las redes sociales de conocimiento tienden a expandirse y a virtualizarse en el dinámico mundo de la sociedad del conocimiento y la globalización.

### 3.5.2.1 Estructuras de las redes, contenidos y usos

Las redes de conocimiento presentan diferentes modelos de colaboración, una tipología de estos es mostrada por Creech en 2001 (la internacionalización, 2021) y sobre el cual esta tesis trabajo:

- **Redes de gestión de conocimiento interno:** estas redes evolucionan a través del mapeo temático de la experiencia dentro de la organización, y de ambientes para compartir el conocimiento.
- **Alianzas estratégicas:** Establecen una colaboración a largo plazo entre organizaciones asociadas.
- **Comunidades de práctica profesional:** Se conforman con dos o más individuos, en espacios de conversación e intercambio de información que guían al posible desarrollo de nuevas ideas y procesos.
- **Redes de expertos:** estas redes reúnen bajo invitación a expertos reconocidos de un campo en reuniones e interacción electrónica regulares.
- **Redes de información:** Para dar acceso a información proporcionada por los miembros de la red de estas redes abiertas vinculan a usuarios (individuos u organizaciones) de manera electrónica en información usualmente ordenada por contenido temático.
  - **Redes de conocimiento formales:** Estas redes formales apoyadas institucionalmente reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas de trabajo bien definidos sujetos a evaluación.

### 3.6 Conclusiones

Los ecosistemas de innovación son un concepto que no está concertado por la comunidad científica, y requieren de un trabajo profundo para mostrar, cual puede ser el mejor mecanismo para su conformación reproduciendo la inteligencia colectiva y colaborativa que tienen los ecosistemas naturales.

Se debe trabajar en desarrollar mecanismos de cocreación, coevolución, cooperación y competitividad, entendiendo la complejidad que rodea este tipo de ecosistemas. La acción compleja de los diferentes actores de la TH en Colombia para el desarrollo de proyectos de I+D+i de defensa, hace importante entender que factores se deben alcanzar y trabajar en la construcción de un ecosistema de innovación en el desarrollo de actividades que generen los recursos y las tecnologías para el fortalecimiento de los procesos de I+D+i a nivel nacional.

Por consiguiente, es importante lograr un procesos de cocreación y colaboración, determinando el estado de los factores críticos del coeficiente de inteligencia colaborativa planteados por (Y. H. Lee & Kim, 2016; M. R. Lee & Lan, 2007; Núñez, 2015; Levy, 2004) para ser evaluados en los actores de la TH como se relacionan a continuación: Formación de una suficiente memoria

documentada de grupo o base de conocimiento; consenso de grupo, interacciones y comentarios; Establecimiento de un mecanismo grupales de moderación facilitación; Promoción de pensamiento creativo e ilimitado; Promoción de mecanismos de aseguramiento de la calidad; Uso tecnologías digitales para la innovación; Redes de cooperación.

Para analizar el elemento de coevolución se requiere la identificación de elementos que permitan el desarrollo de un vínculo social entre organizaciones para coevolucionar. (Valoración económica y tecnológica, y conexión con el ciberespacio) y la alineación de los atractores organizacionales bajo el concepto de Complejidad representados en:

- Misión, Visión, Grupo de Poder Producto o Servicio Colectiva (alineación atractores y Visión Colectiva)
- Políticas para integrarse con otras Organizaciones (alineación atractores).
- Organización compartir funciones con otras organizaciones para el desarrollo de una actividad (valoración económica).
- Contratos de Joint Venture y uniones temporales (valoración económica).
- Infraestructura tecnológica y competencias (valoración tecnológica).
- Uso de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para el desarrollo de comunidades (conexión con el ciberespacio)

Para evaluar el elemento de competitividad se revisaran los factores de relacionados con la calidad y la productividad, tomando la información sobre competencias en I+D+i como lo son: (i) la calidad de los productos (activos de propiedad intelectual y certificaciones); (ii) la incorporación de mejoras tecnológicas en los procesos (inversión en I+D+i, certificaciones y Grupos de I+D+i); (iii) las adecuaciones convenientes en la estructura organizacional (Grupos de I+D+i e Infraestructura tecnológica); (iv) la gestión eficiente de los flujos de producción ( proyectos de I+D+i); (v) la capacidad para desarrollar y mantener relaciones con otras empresas (mecanismos de transferencia de tecnología con otras empresas); (vi) las buenas relaciones con el sector público y las universidades y los centros de investigación (mecanismos de transferencia de tecnología con otros actores); (vii) el diseño, ingeniería y fabricación industrial (proyectos de I+D+i y certificaciones); (viii) la optimización de la capacidades de los trabajadores a través de la capacitación (inversión en capacitación), y (ix) la vital capacidad de generar procesos de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) ( personal idóneo para investigar e Infraestructura tecnológica).

Para el proceso de cooperación se toman los conceptos de (Nowak & Highfield, 2012) y (J. L. B. López, 2016) se analizara la reciprocidad directa y en red o espacial de los actores de la TH, revisando la existencia de convenios, contratos entre los actores del sector aeroespacial de defensa. En el elemento de complejidad se revisará el concepto de atractores organizacionales y el concepto de redes de conocimiento, para la identificación, de conexiones desarrolladas entre organizaciones que tengan relación con el sector.

Esto permitió desarrollar las siguientes variables independientes (variables latentes) “*Inteligencia colaborativa (X2) (cocreación)*”, “*Inteligencia Colectiva (X3) (Coevolución)*”, “*Competitividad (X4)*”, “*Procesos de Cooperación con otras organizaciones (X5)*”, “*Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad (X6)*”, y los siguientes indicadores: 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa, 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (autoorganización), 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales, 2.4 Activos de propiedad intelectual, 2.5 Inversión en I+D+i, 2.6 Transferencia de Tecnología, 2.7 Inversión en Capacitación, 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial, 2.9 Redes de Conocimiento. Para cada uno de los indicadores se establecieron sus variables indicadores, determinados por el trabajo realizado en los ANEXO H Operacionalización de Variables, ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores, ANEXO J Relación Indicadores y preguntas para cuestionarios, obteniendo como resultado lo establecido en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas.

## Capítulo IV. Modelos de gestión

### 4.1 Gestión Tecnológica e innovación

Es el conjunto de procesos, métodos y técnicas que utiliza una organización para conocer, planear, desarrollar, controlar e integrar sus recursos y actividades tecnológicas de forma organizada, de tal forma que apoyen el logro de sus objetivos estratégicos y operacionales (Universidad Panamericana et al., 2019). Este concepto reúne dos conceptos de la gestión tecnológica y gestión de la innovación, donde la gestión tecnológica se orienta hacia la difusión y aplicación de innovaciones ya existentes, mientras que la gestión de la innovación tecnológica se relaciona con la creación y el desarrollo de nuevas ideas (Gallego, 2005).

### 4.2 Modelos de Gestión de la Innovación

#### 4.2.1 Definición de Gestión de la Innovación

Para efectos del desarrollo de este marco teórico se tomará por concepto de la gestión de la Innovación las siguientes definiciones conceptuales:

- *“Área disciplinaria que, en las regiones específicas, tiene como objeto el estudio de estrategias, condiciones y sistemas de manejo de recursos y oportunidades que permitan estimular la creatividad, promoverla, vincularla con el entorno e introducir los resultados a la dinámica de las organizaciones con racionalidad y efectividad.”* (Cantú & Zapata, 2006).
- *“La gestión de la innovación, que podemos entender como el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles (humanos, técnicos, económicos) con el propósito de aumentar la creación de conocimiento, generar ideas que permitan obtener nuevos productos o procesos con éxito en los mercados.”* (Odremán, 2014).

La gestión de la innovación, presenta muchos elementos comunes con la gestión tecnológica, compartiendo las etapas del proceso y las herramientas, pero en el caso de la innovación, el alcance llega hasta la generación de nuevo conocimiento con aplicación industrial. (Odremán, 2014).

#### 4.2.2 Modelos Lineales de Primera Generación.

##### 4.2.2.1 Technology Push

Este es el primero modelo presentado por Roy Rothwell y que fue predominante entre los años 1950-1960, el cual llevo a cabo un crecimiento económico basado en la demanda del mercado, lo que causo un fuerte empuje tecnológico y la expansión industrial. Durante este período se consideró que

la ciencia y la tecnología tenían el potencial de resolver los problemas de la sociedad. Esta creencia se reflejó a nivel gubernamental y las políticas públicas de apoyo a la tecnología se centraron en la oferta, es decir, en estimular el avance científico en universidades y laboratorios gubernamentales y la mano de obra calificada, con apoyo financiero para importantes programas de I + D por parte del estado en la industria. Las empresas, se centraron en avances científicos, desarrollando nuevos productos generados a través de la investigación y desarrollo (Arellano et al., 2008; Rothwell, 1994).

La característica principal es la linealidad mediante escalonamiento progresivo. Este modelo presenta la dificultad de su planteamiento que presupone que la investigación aplicada y el mercado son los que promueven resultados de la innovación, dejando a un lado la complejidad de la generación del conocimiento (Arellano et al., 2008). El concepto de innovación del technology push, asume que más I + D da como resultado productos nuevos más exitosos. Este tipo de modelo se enfoca en el producto y el proceso obtenidos de la investigación y desarrollo, diseño de producto, la eficiencia operacional y la eficiencia comercial generadas desde el cliente (Velasco et al., 2007).

**Figura 16** *Modelo Technology Push.*



Fuente: (López et al., 2017)

#### **4.2.2.2 Modelo Demand Pull**

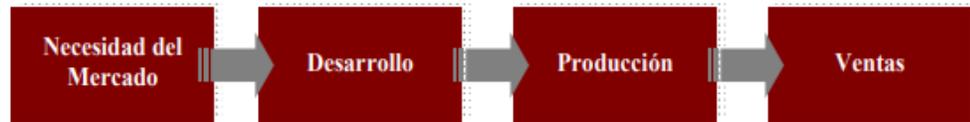
Hacia la segunda mitad de la década de 1960, se estaban introduciendo nuevos productos, basados principalmente en tecnologías existentes, y en muchas áreas la oferta y la demanda estaban equilibradas. El énfasis en la inversión comenzó a cambiar de nuevos productos, acompañado por un énfasis en marketing, ya que las empresas luchaban por la participación de mercado (Rothwell, 1994).

El modelo Demand Pull, asume que la tasa y dirección del cambio tecnológico son subproductos de actividades económicas; las inversiones en plantas y equipos son el medio a través del cual las invenciones son comercializadas; dichas inversiones son consideradas el mecanismo de inducción de la actividad innovativa en la fabricación de los bienes de capital relacionados. (Viana & Cervilla, 1992)

Uno de los principales peligros de este modelo es que puede llevar a las empresas a descuidar los programas de I + D a largo plazo, basándose solo en satisfacer los requisitos cambiantes de los usuarios a lo largo de las trayectorias de desempeño, al hacerlo, se corre el riesgo de perder la capacidad de adaptarse a cualquier mercado radical o cambios tecnológicos (Rothwell, 1994).

De acuerdo con este modelo secuencial, las necesidades de los consumidores se convierten en la principal fuente de ideas para desencadenar el proceso de innovación. El mercado se concibe como fuente de ideas a las que dirigir la I+D. (López et al., 2017)

**Figura 17** *Modelo de Demand Pull.*



Fuente: (López et al., 2017)

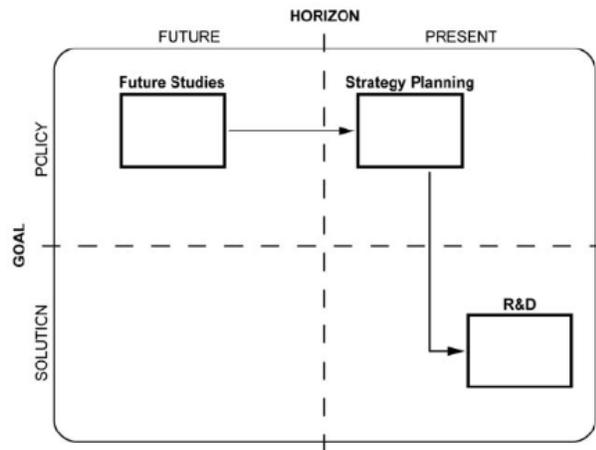
#### 4.2.2.3 Modelos Top Down

También conocida como metodología de diseño de arriba hacia abajo, Top Down es una estrategia de procesamiento de información y de diseño, en la cual se parte de un concepto general desde el cliente, para después desarrollar por niveles los detalles en el Departamento de Ingeniería (MUÑOZ, 2009).

En la metodología Top Down, el diseño comienza desde arriba con el supuesto de que los recursos son globalmente accesibles por cada subcomponente del sistema. Las especificaciones se definen en términos de un estado de sistemas globales, que incluye cada componente individual. (Crespi et al., 2008). El enfoque Top Down, es deductivo donde se formula una descripción general de un sistema y, posteriormente, los subsistemas, este tiene como objetivo analizar tendencias y predecir los desarrollos futuros en un macro-nivel en la sociedad, los mercados, las industrias etc. (Munnecke & van der Lugt, 2006)

El procedimiento estándar Top Down realiza un análisis a nivel macro orientado al futuro, que mediante un proceso reduccionista conduce a una cantidad limitada de escenarios, que definen las elecciones estratégicas de la alta dirección de la empresa. Una vez que se formula una estrategia, se transmite a la jerarquía organizativa y se divide gradualmente en objetivos operativos. Dentro de este marco de planificación de arriba hacia abajo, el objetivo principal del departamento de I + D es desarrollar productos que se ajusten al marco estratégico. (Munnecke & van der Lugt, 2006).

**Figura 18** *Proceso tradicional Top Down.*



Fuente: (Munnecke & van der Lugt, 2006)

### 4.2.3 Modelos de Quinta Generación

Consiste en el uso de sofisticadas herramientas electrónicas que incrementan la velocidad y la eficiencia del desarrollo de productos a través de todo el sistema de innovación de las organizaciones. Para el desarrollo de estos modelos se requiere un cambio tecnológico (Cantú & Zapata, 2006).

De las tendencias estratégicas establecidas, la que ha cobrado más importancia es la velocidad de comercialización (estrategia basada en el tiempo), ya que ser un innovador rápido es un factor importante que determina la competitividad de una empresa. Ser el primero en comercializar un nuevo producto que ofrezca a los clientes un beneficio económico conlleva a una mayor participación de mercado, beneficios de la curva de experiencia, ganancias de monopolio y una mayor satisfacción del cliente (Rothwell, 1994).

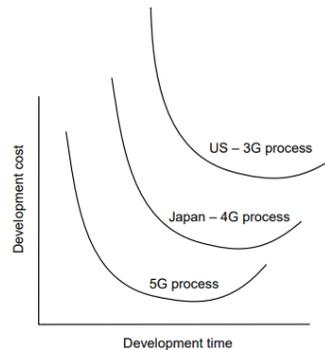
Un aspecto importante en la velocidad de desarrollo, es la influencia de la velocidad en el costo, ya que duplicar los recursos reduce los tiempos de desarrollo. Sin embargo, esto conllevaría no solo costos directos, sino también costos de oportunidad. Por otro lado, aumentar la velocidad del desarrollo sin multiplicar los recursos, podría acarrear costos “ocultos”, como un aumento de errores al intentar innovaciones más radicales. Al considerar la compensación tiempo-costo, se deben considerar varios factores (Rothwell, 1994):

- Los beneficios directos de ser el primero en el mercado.
- Los costos directos de acelerar el desarrollo de productos.
- Los costos indirectos de acelerar el desarrollo de productos.

- La influencia de la puntualidad en la satisfacción del cliente.
- Las sanciones que acompañan a la tardanza.
- La perspectiva a corto plazo frente a la perspectiva a largo plazo.

Una curva de costo-tiempo en forma de U sugiere que existe un rango óptimo de tiempos de desarrollo en los que las empresas pueden disfrutar de costos mínimos de desarrollo. Se ha demostrado que las empresas japonesas pueden desarrollar productos más rápidamente y a un costo reducido que Estados Unidos. Esto sugiere que las empresas japonesas operaban cerca de la parte inferior de la U, mientras que las empresas estadounidenses estaban demasiado a la derecha en los respectivos sectores, o que las empresas japonesas y estadounidenses operaban a lo largo de diferentes curvas U. Parece razonable sugerir que las empresas estadounidenses estaban operando en gran parte en el marco del proceso de innovación de tercera generación, mientras que las empresas japonesas operaban en el marco del proceso de cuarta generación, que es intrínsecamente más eficiente (Rothwell, 1994).

**Figura 19** *Product Development Time/Cost Relationships.*



Fuente: (Rothwell, 1994)

Una serie de innovadores líderes en la actualidad están adoptando una variedad de prácticas que ahora las están desplazando hacia una tercera curva costo/tiempo, es decir, hacia una velocidad de desarrollo aún más rápida y una mayor eficiencia. Estas prácticas incluyen características organizativas internas, fuertes vínculos verticales entre empresas, vínculos horizontales externos y, de manera más radical, el uso de un conjunto de herramientas electrónicas sofisticadas. La organización, la práctica, la tecnología y el alcance institucional del desarrollo de productos en innovadores líderes, en conjunto, representan un cambio hacia el proceso de innovación de quinta generación, un proceso de integración de sistemas y redes (Cantú & Zapata, 2006).

#### **4.2.3.1 Modelos en Red**

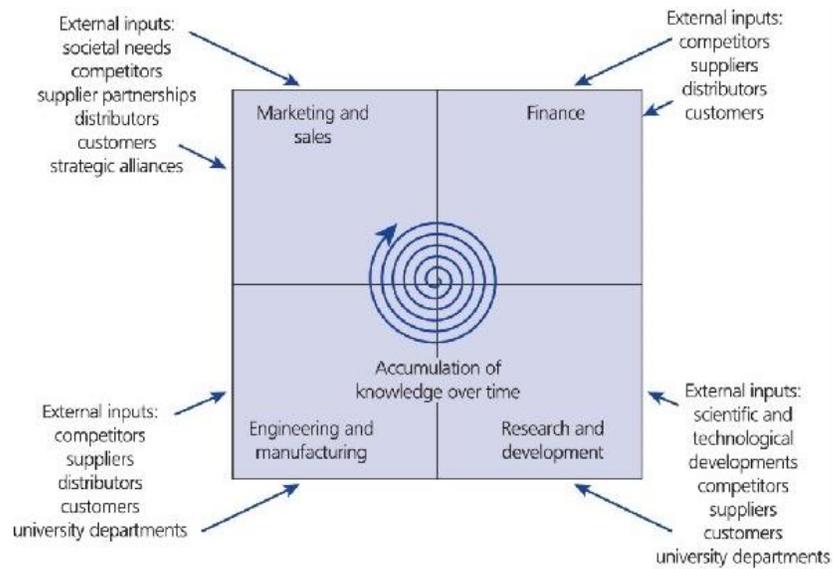
Las limitaciones de los recursos, en la actualidad se volvieron centrales, por consiguiente, este tipo de modelos se enfocan en sistemas de integración y creación de redes. Este modelo de quinta generación se enfoca en el aprendizaje dentro y entre las organizaciones, y se caracteriza por la utilización de herramientas electrónicas. (Arellano et al., 2008; Velasco et al., 2007)

La organización, debe establecer redes estratégicas para mejorar la velocidad de llegada al mercado, realizar esfuerzos por una mejor integración, ser más flexibles y adaptativas. Este modelo tiene una visión empresarial y un enfoque totalmente sistémico, entendiendo que la calidad no es una estrategia para la competitividad sino una obligación industrial (Arellano et al., 2008).

Gestionar el proceso de innovación de quinta generación, supone en sí mismo un aprendizaje considerable, incluyendo el aprendizaje organizacional, y éste, no estará exento de costos, tanto en términos de tiempo, como de inversión en equipos y formación. Sin embargo, los beneficios potenciales a largo plazo son considerables: eficiencia y manejo de información en tiempo real, a través de todo el sistema de innovación (incluyendo funciones internas, proveedores, clientes y colaboradores) (López et al., 2017).

Las principales características del modelo de red, son la influencia del entorno externo y la comunicación efectiva con el entorno externo. La innovación ocurre dentro de una red de partes interesadas internas y externas. Por lo tanto, es importante establecer vínculos entre todos los actores (du Preez & Louw, 2008).

**Figura 20** *Ejemplo de modelo en Red.*



Fuente: (López et al., 2017)

Este modelo destaca el proceso de acumulación de conocimiento, a partir de una variedad de insumos diferentes, como lo son las finanzas, marketing, I+D y fabricación. Este conocimiento se acumula gradualmente con el tiempo a medida que el proyecto avanza desde la idea inicial (avance técnico u oportunidad de mercado) hasta el desarrollo. Los modelos de red enfatizan los vínculos externos junto con las actividades internas que se ha demostrado que contribuyen al desarrollo exitoso de productos. Los vínculos externos pueden facilitar flujos de conocimiento adicionales hacia la organización, mejorando así el proceso de desarrollo de productos. El modelo de red ayuda a resaltar la acumulación de conocimiento a lo largo del tiempo. Esto se puede considerar como una bola de nieve que aumenta de tamaño a medida que rueda por una montaña cubierta de nieve (Trott, 2017).

### 4.3 Modelos de Gestión Tecnológica

Thamhain define la gestión tecnológica como “*el arte y la ciencia de crear valor usando la tecnología junto con otros recursos de la organización*” (Santacruz Rueda, 2020). Otros autores como (Gallego, 2005) definen la gestión tecnológica, como “*el proceso que tiene el objetivo de manejar (gerenciar) la variable tecnológica en la estrategia global de la organización*”, para efectos de la siguientes tesis se tomaran la definición de la Fundación de Premio Nacional de Tecnología e Innovación de México que se relaciona a continuación (Universidad Panamericana et al., 2019):

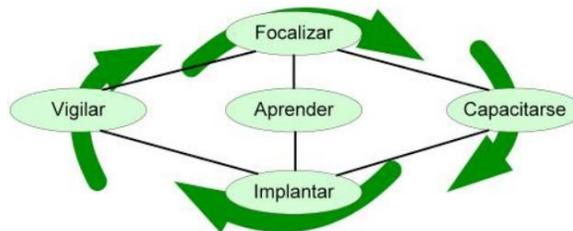
*“El conjunto de procesos administrativos que aseguran a la organización el uso eficiente de sus recursos tecnológicos”.*

### 4.3.1 Modelo Temaguide

El modelo Temaguide, propuesto por la Fundación COTEC, SOCINTEC, CENTRIN, IRIM y la Unidad de I+D de Manchester Business School; explica lo que la empresa requiere para gestionar la tecnología. Este se basa en una estructura poco compleja que distingue cinco elementos (Amador & Márquez, 2009):

1. **Vigilar.** Explorar y buscar en el entorno (interno y externo) señales sobre innovaciones u oportunidades potenciales para la organización (Amador & Márquez, 2009).
2. **Focalizar.** Seleccionar estratégicamente las señales a las que la organización dedicará los recursos. El reto está en seleccionar las que ofrecen la mejor opción para desarrollar una ventaja competitiva (Amador & Márquez, 2009).
3. **Capacitarse.** Una vez que se ha elegido una opción, la empresa tiene que asignar los recursos necesarios para convertir una oportunidad en una realidad (Amador & Márquez, 2009).
4. **Implantar.** Las organizaciones tienen que implantar la innovación, partiendo de las ideas y siguiendo las fases de desarrollo hasta su lanzamiento final como un nuevo producto, servicio o un nuevo proceso o método de trabajo.
5. **Retroalimentación.** Aprender de la experiencia de éxito y fracaso (Amador & Márquez, 2009).

**Figura 21** Modelo Conceptual de Elementos Clave para la Gestión Tecnológica



Fuente: (Amador & Márquez, 2009)

Las escalas de cada fase del modelo se integran en una escala general compuesta por cinco niveles: casual (nivel 1), informal (nivel 2), estructurado (nivel 3), integrado (nivel 4) y avanzado (nivel 5), que sirve como aproximación final del nivel de madurez del proceso de innovación en la organización (D'Alvano & Hidalgo, 2011).

Para evaluar el grado de desarrollo de los procesos de innovación de las organizaciones analizadas se define el índice COTEC (IC) de desarrollo del proceso de innovación como la sumatoria de las valoraciones de cada una de las fases (Fi) (D'Alvano & Hidalgo, 2011):

$$IC = \sum_{i=1}^5 \overline{F_i}$$

De esta forma, el índice COTEC puede adquirir una calificación que oscila entre los 10 puntos como mínimo (nivel casual) y 20 puntos como máximo (nivel avanzado) (D'Alvano & Hidalgo, 2011).

**Figura 22** Escala de medición del modelo.

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
	Casual	Informal	Estructurado	Integrado	Avanzado
General					
Vigilar					
Focalizar					
Capacitar					
Implantar					
Aprender					

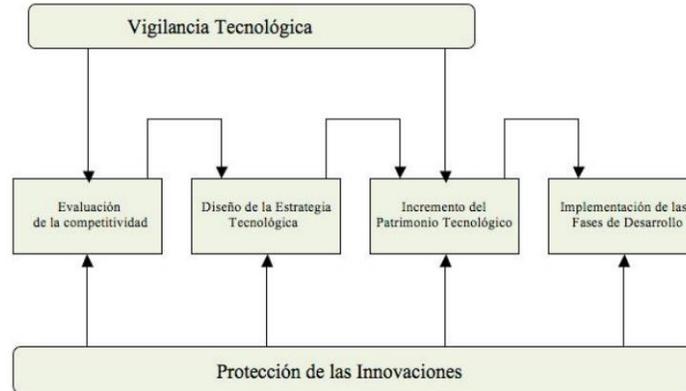
Fuente: (D'Alvano & Hidalgo, 2011)

### 4.3.2 Modelo de Hidalgo

Hidalgo (1999) clasifica las funciones necesarias a desarrollar para gestionar eficientemente la tecnología en dos: activas y de apoyo (Amador & Márquez, 2009).

1. Funciones activas: Evaluación de la competitividad y del potencial tecnológico propio, especificación y diseño de la estrategia tecnológica, incremento o enriquecimiento del patrimonio tecnológico propio e implantación de las fases de desarrollo del nuevo producto (Amador & Márquez, 2009).
2. Funciones de apoyo: Vigilancia del entorno y protección de las innovaciones (Amador & Márquez, 2009).

**Figura 23** Funciones del Proceso de Gestión Tecnológica.



Fuente: (Amador & Márquez, 2009)

### **Evaluación de la competitividad y del potencial tecnológico propio**

Se basa en analizar su capacidad para movilizar sus recursos tecnológicos hacia las necesidades del mercado teniendo en cuenta a sus principales competidores. La auditoría tecnológica, es una herramienta que permite identificar la base tecnológica de la organización, recolectando esta información (Amador & Márquez, 2009):

- Los productos desarrollados, sistemas de información y procesos existentes.
- La trayectoria tecnológica de la empresa y de los competidores.
- Los sistemas de protección de la propiedad industrial aplicados.
- La cartera de proyectos más significativos; compras y ventas de tecnología en los últimos años.
- Los recursos humanos disponibles.
- Las capacidades certificadas por organismos o instituciones oficiales y los equipos específicos utilizados (infraestructura tecnológica).

### **Diseño de la estrategia tecnológica**

El diseño de la estrategia tecnológica debe basarse en un período de reflexión a partir de las respuestas a un conjunto de preguntas que se pueden englobar en dos grupos. Por un lado, las propiamente relacionadas con la tecnología, tales como: ¿en qué estado se encuentran las tecnologías que se dominan?, ¿qué alternativas tecnológicas se perciben? o ¿qué tecnologías están desarrollando los competidores? Por otro lado, el conjunto de preguntas que están más relacionadas con la

operatividad de la empresa, como: ¿cuáles son las fortalezas y debilidades? o ¿en qué negocios se debe competir en el futuro? La estrategia tecnológica debe hacer explícitas las opciones tecnológicas de la empresa, Por ello, la estrategia debe tomar las siguientes decisiones (Amador & Márquez, 2009):

- El grado de riesgo implícito que varía desde la aplicación o mejora de tecnologías existentes hasta el desarrollo de otras completamente nuevas.
- El grado de intensidad en el esfuerzo tecnológico, que puede variar desde una investigación exploratoria hasta la completa aplicación industrial.
- La distribución del presupuesto destinado a la tecnología entre las diversas opciones elegidas.

### **Incremento o enriquecimiento del potencial tecnológico**

Una estrategia óptima dirigida a enriquecer el patrimonio tecnológico debe basarse en examinar las posibilidades externas antes de decidirse por realizar el desarrollo internamente pues se trata de ahorrar tiempo y esfuerzos tratando de no inventar de forma propia lo que ya han inventado otros. Se requieren ciertas habilidades a la hora de seleccionar y transferir tecnología desde fuera de la empresa, ya que no se trata de una mera transacción de compra. En la elección de los recursos tecnológicos externos, es indispensable (Amador & Márquez, 2009):

- Identificar las organizaciones más apropiadas (complementariedad estratégica).
- Considerar todas las influencias de la competencia (¿trabajan los potenciales socios directamente con los propios competidores?, ¿podría ser esto un problema?).
- Decidir cómo se van a gestionar las relaciones de trabajo.
- Decidir cómo se van a asignar los derechos de propiedad industrial.
- Decidir cómo se van a gestionar las posibles oportunidades de innovación. En el caso de que se opte por la adquisición de tecnología disponible directamente a un tercero, hay que tener en cuenta que en cualquier caso será necesaria una adaptación de ella al contexto y a las necesidades de la empresa.

### **Implantación de las fases de desarrollo del nuevo producto**

La implantación y desarrollo de las actividades es necesaria para que el nuevo producto alcance el mercado. Si esta interacción no se produce, pueden presentarse problemas en el proceso de desarrollo global y conducir a proyectos que no satisfagan las necesidades reales de los clientes (Amador & Márquez, 2009).

Por otra parte, el desarrollo de estas funciones requiere de la aplicación de un conjunto de herramientas que necesitan ser adaptadas a la cultura de la empresa para adecuarse a sus propios fines y situaciones:

**Figura 24** Herramientas para la gestión de la tecnología.

HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA	
Funciones	Herramientas/técnicas
Evaluación de la competitividad.....	Auditoría tecnológica.
Diseño de la estrategia tecnológica .....	Análisis DAFO. Modelo de las cinco fuerzas. Matriz producto - proceso. Matriz posición tecnológica - atractivo tecnológico
Incremento del patrimonio tecnológico.	Alianzas tecnológicas. Adquisición de tecnología.
Implementación de las fases de desarrollo	Análisis del valor. Gestión de proyectos. Trabajo en equipo
Vigilancia tecnológica .....	Mapas tecnológicos. Benchmarking tecnológico. Prospectiva tecnológica.
Protección de las innovaciones .....	Propiedad industrial. Gestión de competencias.

Fuente: (Nuchera, 1999)

#### 4.4 Modelo desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa Colombia

Para esta sección se tomarán los conceptos principales descritos en el Modelo de Investigación de la Fuerza Aérea Colombiana y otros conceptos descritos en los capítulos anteriores para dar el marco teórico para el cumplimiento del objetivo No 2 de la presente investigación.

##### 4.4.1 La I+D+i en defensa

Según la FAB (Fuerza Aérea de Brasil) la investigación en defensa debe crear valor en el crecimiento de la economía y fortalecer las capacidades de defensa del país (Força Aérea Brasileira, 2021a), según (Donatas Palavenis, 2020), el objetivo de la I+D+i en defensa debe buscar el desarrollo económico y la protección de los intereses estratégicos del país y se logra en el desarrollo y comercialización de alta tecnología en defensa. Además, para (Jordán, 2015a) la investigación en defensa debe desarrollarse bajo un pragmatismo creativo y el Anti-intelectualismo, como se describe en el Capítulo V. Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa.

#### **4.4.2 Proceso de selección ideas proyectos de I+D+i**

La Fuerza Aérea utiliza para su proceso de selección de ideas un mecanismo similar al utilizado en el embudo de la Innovación, que es una herramienta que actúa en el proceso de canalización de las ideas, permitiendo su seguimiento y monitorización hasta su transformación en servicios o productos, filtrando las ideas innovadoras contrastadas contra la viabilidad para que solo los mejores productos, procesos se implementen. Consta de seis pasos: Generación de oportunidades, evaluación, priorización, definición del proyecto, ejecución y seguimiento. Aunque en la investigación nos enfocaremos en los tres primeros pasos que presentan el proceso de filtrado de ideas (Rey, 2017).

- Generación de oportunidades: es la fase creativa en la que los participantes sugieren todas las ideas que les parecen interesantes para innovar.
- Evaluación: es el primer filtrado de las ideas, que estaban planteadas de forma genérica para convertirlas en oportunidades (retos), porque responden a necesidades de innovación que tiene realmente la organización
- Priorización: este proceso consiste en la evaluación y jerarquización, para entonces abordar un número manejable de proyectos

El proceso de selección su puede presentar también, por un proceso natural propio de la organización. Guiado por los atractores organizacionales de la complejidad organizacional descritos (A. C. Álvarez, 1997) y (Maldonado & Gómez Cruz, 2011) en la sección de Complejidad del Capítulo III. Ecosistemas de innovación

#### **4.4.3 Proyectos de ciencia tecnología e innovación**

Las etapas para el desarrollo de proyectos que tiene estipulado la FAC en su modelo de investigación son los siguientes (se agregan por conveniencia la etapa 1 y 5, como parte del proceso de análisis necesario para el Objetivo No 02):

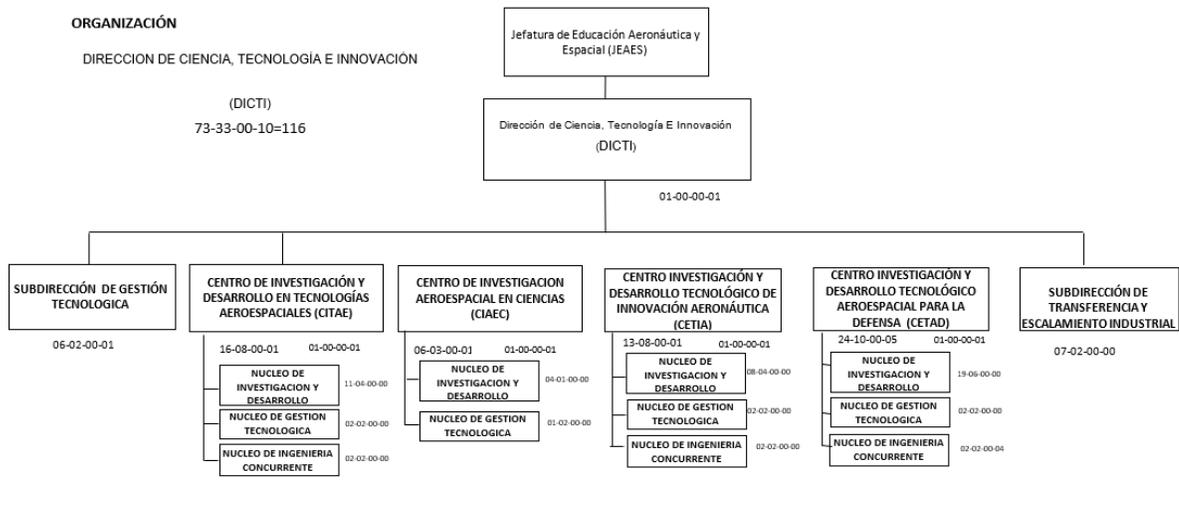
1. Idealización y requerimientos de cliente; proceso que estructura la idea identificando las necesidades y el problema a resolver analizando desde una perspectiva de diseño una posible solución, restringida por las limitaciones impuestas por el cliente interesado, bajo la perspectiva de las metodologías ágiles (Rivadeneira Molina et al., 2013; Stellman & Greene, 2014).

2. Investigación (formativa o aplicada); Proceso que se desarrolla en diferentes enfoques y modalidades. Está orientado a la generación de conocimientos que permitan o contribuyan a ampliar de manera original y significativa la frontera científica y tecnológica. Los procesos de producción de conocimiento deben, en principio, buscar su reconocimiento en la dimensión universal (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c).
3. Desarrollo tecnológico; corresponde aquellas actividades encaminadas a identificar, diseñar, construir y validar técnica y funcionalmente los productos para suplir necesidades de la institución, que puede ser desarrollado a través de alianzas con el sector productivo en procura del escalamiento industrial de los desarrollos y su posterior transferencia (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c)
4. Transferencia tecnológica interna (soporte u operación) y/o externa (aplicación dual): El proceso por el que se implementan, integran, o se transfieren activos de conocimiento al interior de la organización; de una organización a otra o dentro de departamentos de la organización para continuar su desarrollo tecnológico y eventualmente llevar a cabo la comercialización de nuevos productos, procesos, aplicaciones, materiales o servicios basados en los primeros. La transferencia de tecnología debe Impulsar el desarrollo y crecimiento de los diversos sectores de la sociedad mediante el acceso al conocimiento y experiencia de los grupos de I+D+i (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c).
5. Desarrollo de mercado (para productos con aplicación dual). Después de la fase de transferencia es importante que la empresa receptora asimile, como escalar e integrar la tecnología que recibe a sus propios procesos productivos para obtener un prototipo piloto preindustrial del producto tecnológico. En esta fase se requiere nuevamente de fuertes inversiones para generar y poner en marcha las estrategias de marketing por las empresas manufactureras innovadoras y hacer el proceso de escalamiento industrial (V. González & Roberto, 2009).

#### **4.4.4 Infraestructura organizacional para I+D+i**

La Infraestructura organizacional para el desarrollo de proyectos en la FAC es la siguiente:

**Figura 25** *Organigrama Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación*



Fuente Tabla de Organización y Equipo FAC

Este proceso es liderado por la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación *que* tiene como misión “liderar los procesos de ciencia, tecnología e innovación de la Fuerza que permitan generar una ventaja militar e impulsen la independencia tecnológica para fortalecer el poder aéreo y dar cumplimiento a lo establecido en la visión y la misión de la FAC”. Está conformada por las siguientes dependencias (Fuerza Aérea Colombiana, 2021):

- a. **Subdirección de Gestión Tecnológica:** encargada de apoyar la formulación de programas estratégicos de CTel, Formulación de proyectos de I+D+i, Viabilidad técnica y financiera de proyectos de I+D+i, prospectiva tecnológica, vigilancia tecnológica de proyectos de I+D+i y adquisición de tecnologías por parte de la FAC, formulación de programas de CTel de la FAC, evaluación tecnologías que se van adquirir, seguimiento de programas de CTel y direccionar la Investigación formativa de la FAC de acuerdo a las necesidades operacionales y logísticas de la institución.
- a. **Centros de I+D+i:** conformados por el Centro Investigación y Desarrollo Tecnológico de Innovación Aeronáutica (CETIA), Centro de Investigación Aeroespacial en Ciencias (CIAEC), Centro Investigación y Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD) y el Centro De Investigación y Desarrollo en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE), responsables de liderar el desarrollo de los proyectos de I+D+i, desarrollar los programas asignados de I+D+i, apoyar la formulación de programas y proyectos relacionados con sus líneas de investigación, implementación de productos de I+D+i,

soporte a los proyectos implementados, Seguimiento a los proyectos implementados, proponer y formular proyectos de mejora para ser ejecutados en los centros de I+D+i.

- b. **Subdirección de Transferencia y Escalamiento Industrial:** es la encargada de desarrollar alianzas estratégicas para proyectos integradores que permitan el desarrollo de la industria aeroespacial nacional, elaborar acuerdos de cooperación necesarios para la ejecución de los programas y proyectos planteados por la Subdirección de Gestión Tecnológica, elaborar los acuerdos de transferencia de tecnología, elaborar los acuerdos de Escalamiento Industrial que requiera la FAC, elaborar y hacer seguimiento a los convenios de Ciencia, Tecnología e Innovación, alistamiento de tecnologías para transferencia interna y externa y la protección de Propiedad Intelectual.

Se pretende con esta sección que la FAC, encargada de desarrollar proyectos aeroespaciales de defensa, tenga un alto rendimiento buscando una alta eficiencia en estas actividades. Por consiguiente, es necesario lograr una integración formal desde la perspectiva de la racionalidad (análisis de decisiones, orientación hacia el futuro, precisión, exploración del entorno), la interacción (consenso en las decisiones y negociación) y asertividad (proactividad y riesgo), se debe tener en cuenta, que el aumento de la complejidad estructural, presenta relaciones significativas con la racionalidad de la organización pero no con su interacción y asertividad (Ríos & Sánchez, 2001)

La teoría organizacional propone tres temas clave a estudiar: la estructura y el diseño organizacional y la gestión, que son los tres aspectos con los que se contrastara la investigación, Según Hodge (2003) *“Normalmente la **estructura organizacional** es representada por un organigrama formal que muestra las relaciones de autoridad, los canales formales de autoridad, los grupos formales de trabajo, los departamentos o divisiones y las líneas formales de responsabilidad además, describe las relaciones internas, la división de mano de obra y el medio de coordinar la actividad dentro de la organización”*. De igual forma Rico, (2004) define el **diseño organizacional** como *“el proceso mediante el cual construimos o cambiamos la estructura de una organización, con la finalidad de lograr aquellos objetivos que se tienen previstos”* (Parra Moreno & Liz, 2009). En cuanto a **la gestión**, se encuentran diversos autores que tratan este tema, encontrando pertinente la definición de gestión empresarial que hace referencia a *“las medidas y estrategias llevadas a cabo con la finalidad de que la empresa sea viable económicamente teniendo en cuenta factores financieros, productivos y logísticos, que de igual forma, buscan realizar los trámites necesarios para resolver una situación o materializar un proyecto”* (Mora-Pisco et al., 2016).

#### **4.4.5 Capital para investigación**

La inversión en I+D+i en Defensa en países en vía de desarrollo, históricamente ha dependido del apoyo del estado como eje articulador y promotor, por el alto riesgo que abarcan, según (Mazzucato, 2015) el apoyo gubernamental a la innovación establece la base del desarrollo económico del país, describiendo varios casos empresariales y sectoriales como la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada en Defensa (DARPA) y la Iniciativa nacional de Nanotecnología (INN) de Estados Unidos, la Organización Europea para Investigación Nuclear (CERN), el Banco Nacional de Desarrollo Brasileño (BNDES) o el Banco de Desarrollo de China (BDC), en el sector público. Empresas como Apple, Solyndra, Vestas en el sector privado. En este sentido el estado funciona como una fuerza innovadora de cambio, controlando variables y minimizando riesgos e incertidumbre, y el sector privado representa el crecimiento económico y el fortalecimiento productivo de un país, siendo los únicos dos mecanismos para la obtención de recursos para este tipo de investigación.

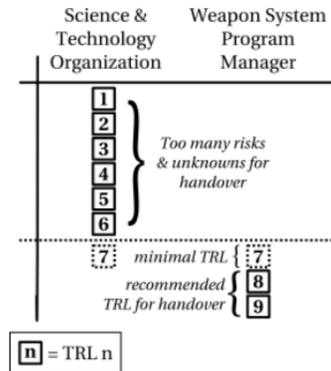
Según el Informe Nacional de Competitividad 2021- 2022 en Colombia el nivel de inversión en I+D es del 0,29 % del PIB. El promedio de América Latina es de 0,56% y en países de la OCDE (2,5 %) (Consejo Privado de Competitividad, 2022), y la inversión del sector privado alcanzo 24 billones que representan aproximadamente el 4% de sus ingresos por ventas según el Ranking Anual de Innovación de la ANDI para el año 2020 (Neira & Vargas, 2020). Lo anterior, muestra la existencia de este tipo de capital en el país, pero de niveles bajos en referencia a otros países de la región. Por consiguiente, en la investigación se pretende evaluar como los investigadores de la FAC perciben este concepto dentro de su modelo y si están teniendo acceso amplio y suficiente a este tipo de capital.

#### **4.4.6 Niveles de desarrollo tecnológico (TRL)**

Los niveles de preparación tecnológica (TRL), son un sistema métrico de medición sistemático que respalda las evaluaciones de la madurez de una tecnología en particular, y la comparación consistente de madurez entre diferentes tipos de tecnología. El enfoque TRL se ha utilizado intermitentemente en la planificación de tecnología espacial de la NASA, que va desde los niveles investigación básica en nuevas tecnologías y conceptos, hasta el desarrollo de tecnología y demostración para cada aplicación específica cubriendo el desarrollo del sistema (a través de la fabricación de la primera unidad), y el lanzamiento y operaciones del sistema (Mankins, 1995). La

FAC adoptó este concepto para evaluar, el nivel alcanzado en los proyectos que adelanta y se encuentran descritos en su modelo de investigación (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c)

**Figura 26** Tabla de niveles de TRL para el desarrollo de sistemas de armamento.



Fuente (Héder, 2017)

Para que una innovación sea madura en el sector defensa, el Departamento de defensa de los Estados Unidos exige al menos TRL7 para sistemas de armas, este método de adquisición basado en TRL fue copiado posteriormente por otras organizaciones militares de todo el mundo (Héder, 2017).

#### 4.4.7 Absorción tecnológica

Esta sección se agrega por conveniencia del autor, porque, en el modelo presenta ausencia de este proceso en la FAC, ya que es importante para las organizaciones de defensa garantizar el desarrollo continuo de la “capacidad de absorción” para prever, comprender y absorber tecnologías, orientadas a la misión (Jordán, 2015a). Según Branscomb (1992) las empresas exitosas no son necesariamente las que crean nuevas tecnologías, sino las que las desarrollan y tienen la capacidad de absorber rápidamente tecnologías (Rastogi, 2009).

La absorción de tecnología se refiere a la adquisición, desarrollo, asimilación y utilización de conocimientos y capacidades tecnológicas por parte de una empresa de una fuente externa (Rastogi, 2009). Para este trabajo, se concibe una perspectiva endógena, considerando a los centros de investigación como fuentes externas, que generan productos para las dependencias de la FAC, que cumplen las funciones misionales, donde las transacciones que se producen entre las partes son de la

siguiente forma: los que transfieren son los centros de I+D+i y los receptores son los comandos encargados de las operaciones y la logística. Desarrollando el proceso en dos dimensiones:

- La primera dimensión que abarca el espectro desde la creación de nuevos conocimientos hasta el mantenimiento de un producto. Incluye la invención y desarrollo de productos, los procesos necesarios para su fabricación o entrega a los clientes finales (comandos) y el procesamiento de información inherente al cumplimiento de la misión de la organización (Rastogi, 2009).
- La segunda dimensión es afectiva. Se trata de los sentimientos, las actitudes y la comprensión necesarios para permitir que los dos grupos de personas, con diferentes habilidades, valores y prioridades, tengan éxito en la transmisión de “conocimientos técnicos». En ausencia de tal afinidad afectiva entre los dos grupos de personas, el proceso de transferencia puede fracasar o estropearse (Rastogi, 2009).

#### **4.4.8 Escalamiento Industrial y Transferencia de tecnología**

El modelo de investigación de la FAC contempla este proceso como un proceso lógico, estructurado y validado que tiene como objetivo el desarrollo de la propiedad intelectual, como mecanismo para aumentar las capacidades de negociación. Su propósito es la capitalización de inventos e innovaciones, que incluye todo un proceso de identificación, alistamiento, comercialización y negociación de tecnologías (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c).

Sin embargo, no lo contempla como una forma de transferir a la sociedad conocimiento, buscando un sistema económico más competitivo, que genere valor al país y al sector. Efecto que se refleja en el estudio de (EPICOS, 2015b), donde se manifiesta que es necesario apoyar a la estructura industrial para la defensa en Colombia, que requiere colaboración en redes, donde el estado debe ser una parte integral del tejido de la industria y desarrollo de tecnologías, brindando apoyo cuando sea apropiado, estimulando la colaboración entre empresas y universidades, como una actividad crucial que debe emprender el gobierno.

#### **4.5 Conclusiones**

Después de revisar los modelos de gestión de la innovación, desde la primera hasta la sexta generación, se utilizarán los modelos en red de quinta generación, por la visión que ofrecen de la

relación tiempo-costo para llevar productos al mercado, elemento importante para garantizar una respuesta rápida para las necesidades de seguridad y defensa de un país, en el cual las amenazas convergen y cambian constantemente; y los modelos de primera generación, que utilizan al mercado y los productos, como impulsores de la innovación, que permiten tener una visión general de la innovación bajo un enfoque formal de la I+D, que se requiere desarrollar en los países en vía desarrollo como Colombia.

Se analizaron los modelos de Gestión de Tecnología de: la Fundación del Premio Nacional de Tecnología, Sumath, Thamhain, Hidalgo y Temaguide. El autor decidió utilizar para la estimación de las variables indicadores del modelo de Hidalgo y Temaguide, por tener una visión global de la gestión tecnológica, que permitía integrar a todos los actores de la TH. Adicionalmente, los modelos son fáciles de absorber y permiten la retroalimentación para garantizar un crecimiento continuo, en el área.

Así mismo, para dar cumplimiento a lo establecido en el objetivo 02, se tomará por conveniencia las bases teóricas de funcionamiento del modelo de investigación utilizado por la FAC para el desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa, para analizarlo y generar recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia.

Finalmente, para el desarrollo del objetivo No 3 de la presente tesis, se desarrolló la variable endógena de la investigación o dependiente denominada X7. “Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación” y el indicador 3.1 “Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación”, se establecieron sus variables indicadores, determinados por el trabajo realizado en los ANEXO H Operacionalización de Variables, ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores, ANEXO J Relación Indicadores y preguntas para cuestionarios, obteniendo como resultado lo establecido en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas.

## Capítulo V. Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa

*“Donde no hay visión, la gente perece.”*

PROVERBIOS 29,18

Para el desarrollo del capítulo se revisaron las prácticas y estructuras de EEUU, China, los referentes del desarrollo económico a nivel global, Israel por ser el país con la mayor inversión en I+D+i a nivel global respecto a su PIB, Brasil por ser el referente regional en Latinoamérica y la OTAN, como la entidad supranacional referente en el ámbito de defensa.

El desarrollo de los proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa son iniciativas de tipo Top-Down generadas desde lo más alto de la estructura organizacional y Botton Up cuando se originan desde las unidades tácticas y se diseminan entre ellas, así mismo, la innovación en defensa obliga al desarrollo de una cultura en la organización militar orientada al tecnocentrismo, que permita fortalecer la sustitución de importaciones, generando capacidades nacionales y enfocada en un intelectualismo pragmático orientado a lo practico (Donatas, 2019; Jordán, 2015a).

Por consiguiente, el análisis que se realiza en este capítulo busca revisar los países de referencia en aspectos de CTel en temas aeroespaciales de defensa revisando los siguientes aspectos:

- **Organización:** determinar la estructura de gobernanza de ciencia, tecnología e innovación relaciones de interacción, tendientes a producir actividades de ciencia, tecnología e innovación
- **Gestión de Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa:** se busca determinar qué aspectos importantes se tienen en cuenta para desarrollar proyectos aeroespaciales de defensa
- **Estructura del sector aeroespacial y de defensa:** determinar cuáles son los principales actores de la industria, como se han desarrollado y determinar cómo se relacionan con otros actores para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales o de Defensa.

### 5.1 Brasil

En el ámbito Aeroespacial de Defensa es el país referente de la región por contar con una industria de clase mundial, han incrementado sus recursos de inversión en I+D+i apostándole al desarrollo de sectores paralelos liderados por cada Fuerza como son: el caso del sector nuclear a cargo de la Armada Brasileira, el sector de Cibernética a cargo del Ejercito de Brasil y el sector espacial a cargo de la Fuerza Aérea Brasileira (Gobierno de Brasil, 2012).

Brasil por su extenso territorio se ha visto obligado a utilizar la innovación militar para contribuir al desarrollo local y regional, a través de innovaciones tecnológicas y promoción de la industria de defensa nacional (C. Rodríguez et al., 2018). Brasil conceptualiza los ecosistemas de innovación como un factor importante en el desarrollo de su economía, como lo manifiesta el Decreto 9.283, de 7 de febrero de 2018 expedido por el Ejército brasileño en el que definen un ecosistema de innovación como:

*[...] espacios que suman infraestructura y arreglos institucionales y culturales que atraen emprendedores y recursos financiero, son lugares que potencian el desarrollo de la sociedad del conocimiento e incluyen, entre otros, parques científicos y tecnológicos, ciudades inteligentes, distritos de innovación y tecnología polos (Decreto N° 9.2831 Regula a Lei da Inovação (Lei 10.973/2004), 2018)*

La defensa nacional, el desarrollo científico y tecnológico es fundamental para lograr una mayor autonomía estratégica y una mejor capacidad operativa de las Fuerzas Armadas, especialmente en los tres sectores estratégicos de su Defensa Nacional (ciberdefensa, nuclear y aeroespacial).

### **Organización:**

Según (Brad et al., 2015) 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 envuelven la industria, mejorando sus capacidades de investigación y alta productividad, que se reflejan en el crecimiento sostenible de su ambiente económico.

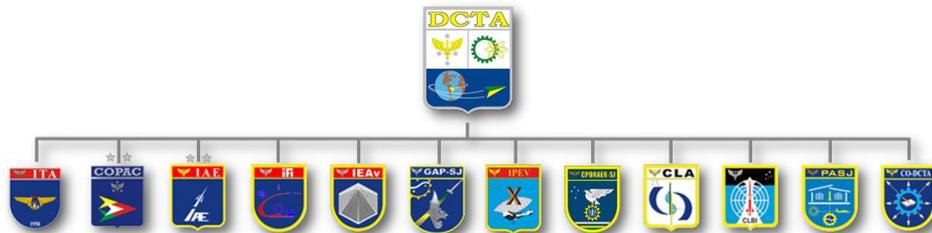
Se han encargado de desarrollar una infraestructura para liderar procesos de I+D+i dentro de la Fuerza Aérea Brasileira direccionada por el Departamento de Ciencia y Tecnología Aeroespacial - DCTA creado en 1969 mediante Decreto N° 64.199, de 14 de marzo de 1969 con su primer nombre de Departamento de Investigación y Desarrollo (DEPED) y que adquirió su actual nombre mediante Decreto No. 6,834 de 30 de abril de 2009 (Força Aérea Brasileira, 2021b). Es el encargado de la planificación, gestión, ejecución y control de las actividades relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación, de la Fuerza Aérea de Brasil. Ubicado en San José dos Campos cerca de Sao Paulo, el complejo militar ha sido un polo de desarrollo de la región en el ámbito aeroespacial, donde se albergan instituciones destacables como (Gobierno de Brasil, 2012; Quintero & Forero, 2018; Rodríguez et al., 2018):

- ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica: es una universidad pública que depende del Comando de la Fuerza Aérea de Brasil, especializada en las áreas de ciencia y tecnología relacionada con el sector aeroespacial, con pregrados a nivel de maestría y doctorado (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- COPAC – Comisión Coordinadora del Programa Aeronave de Combate: tiene como objetivo la gestión de proyectos para el desarrollo, adquisición y modernización de materiales y sistemas aeronáuticos, articulando las acciones necesarias para realizar seguimiento del ciclo de vida de los materiales y sistemas (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- IAE – Instituto de Aeronáutica y el Espacio: es el instituto responsable de ampliar el conocimiento y desarrollar soluciones científico-tecnológicas, para fortalecer el poder Aeroespacial Brasileño, a través de la investigación, desarrollo, innovación, operaciones de lanzamiento y servicios tecnológicos en sistemas aeronáuticos, espaciales y de defensa (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- CO DCTA-Comité de Obras del DCTA: es el comité encargado de planificar coordinar, controlar y ejecutar las obras relacionadas con ciencias aeroespacial en São José dos Campos (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- GAP-SJ-Grupo de Apoyo de São José dos Campos: es el responsable del apoyo administrativo, salud, seguridad e infraestructura (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- IFI – Instituto de Fomento y Coordinación Industrial: es el responsable de brindar servicios y realizar Investigación en Tecnología Industriales básicas en las áreas de estandarización, metrología, certificación y coordinación industrial, para la obtención de productos y sistemas aeronáuticos militares y espaciales, con el fin de impulsar el desarrollo de soluciones científico-tecnológicas en el campo aeroespacial (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- IEAV – Instituto de Estudios Avanzados: es la organización de avanzada en temas del poder aeroespacial de Brasil, sus divisiones tienen su enfoque de investigación en fotónica, energía nuclear, física aplicada, aerodinámica e hipersónica y sistemas C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- PASJ- Prefectura Aeronáutica de São José Dos Campos: Son los responsables del mantenimiento de la infraestructura física de São José Dos Campos (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- IPEV- Instituto de Investigación y Pruebas de Vuelo: es la dependencia encargada de realizar pruebas de vuelo, investigación aplicada y capacitación de personal especializado, bajo el

rigor científico para la certificación de aviones y garantizar que cumplan con los criterios mínimos de seguridad (Força Aérea Brasileira, 2021b).

- CLA – Centro de Lanzamiento de Alcántara es el responsable de establecer la competencia en el país para generar, diseñar, construir y operar el programa espacial de Brasil, en el desarrollo de satélites, vehículos de lanzamiento y centros de lanzamiento (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- CLBI – Centro de Lanzamiento da Barreiro do Inferno: es el centro responsable de ejecutar y brindar apoyo a las actividades de lanzamiento y seguimiento de dispositivos aeroespaciales, al igual que la recolección y procesamiento de datos de sus cargas útiles, así como realizar pruebas, experimentos de investigaciones básicas, aplicadas y desarrollo tecnológico de interés estratégico de Brasil (Força Aérea Brasileira, 2021b).
- CPORAER-SJ-El Centro de Preparación de Oficiales de Reserva de la Fuerza Aérea: tiene como misión la formación de oficiales de la reserva aeronáutica de segunda clase, como parte de su servicio militar compatibles con formación profesional, relacionado con un escuadrón de ingenieros aeronáuticos (Força Aérea Brasileira, 2021b).

**Figura 27** Organigrama DCTA.

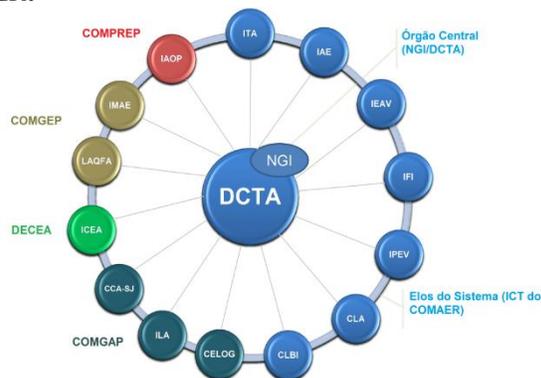


Fuente: (Força Aérea Brasileira, 2021b)

### **Gestión de Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa**

La gestión de sus proyectos está bajo la ordenanza No 881 / GC3, de 9 de junio de 2017 sobre la cual se crea el Sistema de Innovación Aeronáutica (SINAER) el cual está bajo el liderazgo del DCTA. El SINAER es el modelo de gestión de la innovación tecnológica no lineal y no jerárquico, que establece los estándares, en busca eficacia, establece un proceso de retroalimentación sistémica en cada una de las etapas de desarrollo de la innovación, incluso antes y después de los proceso de producción, usando el modelo upstream de integración con proveedores ascendentes y downstream como complementadores descendentes, para el fortalecimiento de la cadena de valor de la industria aeroespacial del país, para que la investigación en defensa cree valor en el crecimiento de la economía de Brasil (Força Aérea Brasileira, 2021a).

**Figura 28** Esquema SINAER.



Fuente: (Força Aérea Brasileira, 2021a).

En el proceso de proyectos de I+D+i que viene adelantando Brasil se destaca el trabajo en las siguientes tecnologías y proyectos aeroespaciales (Amarante & Franko, 2017a; Força Aérea Brasileira, 2021a; Gobierno de Brasil, 2012; Quintero & Forero, 2018; C. Rodríguez et al., 2018):

- Desarrollo de tecnologías de guiado y control de vehículos autónomos
- Desarrollo de sistemas de propulsión para defensa
- Desarrollo de materiales aeroespaciales como es el caso de aleaciones de titanio y materiales termoestructurales de mayor resistencia mecánica.
- Desarrollo de turborreactores de 5000N de potencia
- Desarrollo de tecnologías hipersónicas
- Proyecto GRIPEN
- Desarrollo del Avión KC -390
- Programa de helicópteros EC-725
- Satélite SGDC: Satélite Geoestacionario de Defensa y Comunicaciones Estratégicas
- Desarrollo de Misiles de quinta generación.

Para el apalancamiento de sus capacidades nacionales de defensa y el fortalecimiento de la industria nacional, han establecido una estrategia con visión a largo plazo para generar proyectos de I+D+i, financiados por el sistema de compensación de créditos offset que se generan por sus compras de defensa, siendo inclusivos con la industria y la academia. Incluso crearon dependencias exclusivas para la articulación de los offset, como el *Centro de Projetos e Desenvolvimento do Grippen (GDDN)*, que ha permitido el aprovechamiento de 1) entrenamiento, 2) investigación y tecnología, 3) entrenamiento en Suecia y 4) desarrollo y producción, a través de la adquisición de los aviones Grippen (Aramayo, 2019).

La selección del Gripen como el avión de supremacía aérea brasileña para reemplazar sus aviones AMX y F-5, les permitió fructificar la reputación de la compañía Sueca SAAB de compartir tecnología. Lo que les permitió generar asociaciones en el codesarrollo y la producción de este avión para una versión ajustada a las necesidades de su país. Adicionalmente, se lograron hacer socios estratégicos de SAAB en la comercialización del Gripen con la participación de Embraer, Akaer, Inbra Aerospace, AEL Systems y Atech. Otro acuerdo importante, es el programa de helicópteros EC-725 a través de HELIBRAS llamado HX-BR para promover capacidades tecnológicas en sensores electro-ópticos, integración de misiles, simulación, UAVs y desarrollo de componentes de helicópteros (Amarante & Franko, 2017a).

### **Estructura del sector aeroespacial y de defensa**

Proponen un modelo de gobernanza colaborativa, en diferentes escenarios que permitan la generación de redes donde las responsabilidades de cada actor de la Triple hélice se identificaron y definieron. Tienen un mapeo de procesos colaborativos que produce resultados innovadores para conducir al desarrollo de la economía sobre ecosistemas de innovación soportados en la industria de defensa. Para esto estimulan acciones que generen de oportunidades para el desarrollo de nuevas tecnologías de Defensa con aplicación dual militar-civil (Silva et al., 2019).

La industria aeroespacial Brasileña está compuesta por tres grandes compañías que son AVIBRAS (su línea de negocio principal son los sistemas de Defensa, sistemas de mando y control), HELIBRAS (línea de negocio principal son los helicópteros) y EMBRAER, que generan productos en líneas civiles y militares, que sostienen alianzas y joint venture con grandes multinacionales como SAAB, AIRBUS Defence, BOING Defence, entidades gubernamentales como la Fuerza Aérea de Brasil y soportan tratados de cooperación internacional principalmente con países como EEUU, Francia, Rusia, Alemania e Italia, que generaron varios procesos de transferencia de tecnología para modernizar la FAB y globalizar las capacidades de su industria (Perea Gómez, 2012).

EMBRAER que se encubo en el CTA (hoy DCTA de la FAB) se convirtió en un importante productor de aviones civiles y militares con transferencia de tecnología de empresas como PIPER para proyectos civiles y la asociación con la empresa Italiana Aermachi para el desarrollo del caza de ataque AMX, que proporciono las bases para el desarrollo de los aviones Tucano y Supertucano, aviones reconocidos por su eficiencia operacional a nivel global, posterior, EMBRAER en 1990

cambio su enfoque fortaleciendo su línea de negocios civiles y privatizando parte de la compañía la cual fue vendida a inversionistas nacionales y extranjeros (Amarante & Franko, 2017a)

Las asociaciones globales para el KC-390 y el Gripen han permitido el desarrollo de tecnologías aeroespaciales más complejas, fortaleciendo a EMBRAER y AVIBRAS, las nuevas capacidades adquiridas han sido posibles por la capacidad de absorción de sus industrias receptoras, la calificación de su fuerza laboral especializada, la sofisticación de sus relaciones comerciales internacionales, la participación de capital público con asociaciones privadas y el desarrollo de estrategias para vigorizar su diplomacia internacional (Quintero & Forero, 2018).

Otros actores claves en el desarrollo aeroespacial de defensa de Brasil son el Clúster Aeroespacial Brasileiro que genera más de 15000 puestos de trabajo y está compuesto por 100 empresas brasileras, la asociación de Materiales de Defensa Brasileño y Seguridad (ABIMBE) que integra las fuerzas de seguridad y defensa de Brasil y las compañías del sector defensa, apalancados por el Centro para la competitividad y la innovación (CECOMPI), y la Agencia Brasileña de Exportaciones e Inversiones (APEX-BRASIL) (Quintero & Forero, 2018).

Así mismo, hay una gran alianza entre Brasil y Sudáfrica de cooperación, entre la compañía sudafricana DENEL y AVIBRAS, MECTRON y OPTO para producir el misil A-Darter para el Gripen. El objetivo es dominar una secuencia de tecnologías, incluida la aerodinámica de misiles, propulsión, comando y control, estructura y ojiva. Las tecnologías de este misil de alta resolución y detección de infrarrojos enmarcan la entrada de ambos países en el desarrollo de tecnologías que solo naciones avanzadas han podido desarrollar (C. Rodríguez et al., 2018).

En la Estrategia Nacional de Defensa del país establece las siguientes políticas relacionadas con el desarrollo tecnológico y aeroespacial (Gobierno de Brasil, 2012):

- La tecnología debe contribuir a la respuesta conjunta de las FFMM para responder a cualquier amenaza y agresión
- Se debe utilizar el desarrollo espacial para priorizar la región amazónica y protección recursos naturales y aumentar la presencia en esta parte del territorio.
- Integración eficiente entre las operaciones militares y las tecnologías.
- Desarrollar y fortalecer el sector económico espacial, cibernético y energía nuclear bajo la responsabilidad de las FFMM
- Generar la capacidad en la industria nacional de material de defensa para que conquisten autonomía en tecnologías indispensables para la defensa permitiendo.
  - Incentivar la competitividad

- Asegurar las compras públicas a la industria nacional
- Las entidades estatales de defensa desarrollen las tecnologías que la industria privada no puede desarrollar
- Coparticipando con otros países para desarrollar capacidades tecnológicas y la fabricación productos de defensa
- Eliminar progresivamente la compra de servicios y productos importados

Adicionalmente, en el aspecto aeroespacial en búsqueda de su superioridad aérea han generado un sistema de Defensa Aeroespacial Brasileño (SISDABRA) para el control del dominio aéreo y espacial, en el que se propone (Gobierno de Brasil, 2012):

- Fortalecer el complejo tecnológico de San José dos Campos y descentralizar geográficamente las partes más sensibles.
- Estrechar vínculos con empresa privada y los centros tecnológicos
- Plantear proyectos transformadores
- Priorizar la formación técnico-científica de personal civil y militar.

## **5.2 China**

En el contexto asiático el líder es China en términos de I+D+i de defensa, debido a su alto desarrollo económico de las últimas dos décadas, el posicionamiento geoestratégico en la región y el aumento de su inversión en el gasto en defensa, con una inversión para el año 2023 de 225.000 millones de dólares. Dentro de sus objetivos estratégicos China busca aprovechar su creciente influencia económica, diplomática y militar para avanzar en los objetivos nacionales y expandir su influencia internacional, buscando convertirse en el líder global en ciencia y tecnología para el año 2050 (Budden & Murray, 2019).

Dentro de este contexto, China adoptó el plan quinquenal hasta el año 2025 en el que establece diferentes áreas de I+D+i relacionadas con temas aeroespaciales con las siguientes tecnologías (United States. Department of Defense, 2020; Zheng-hong, 2007):

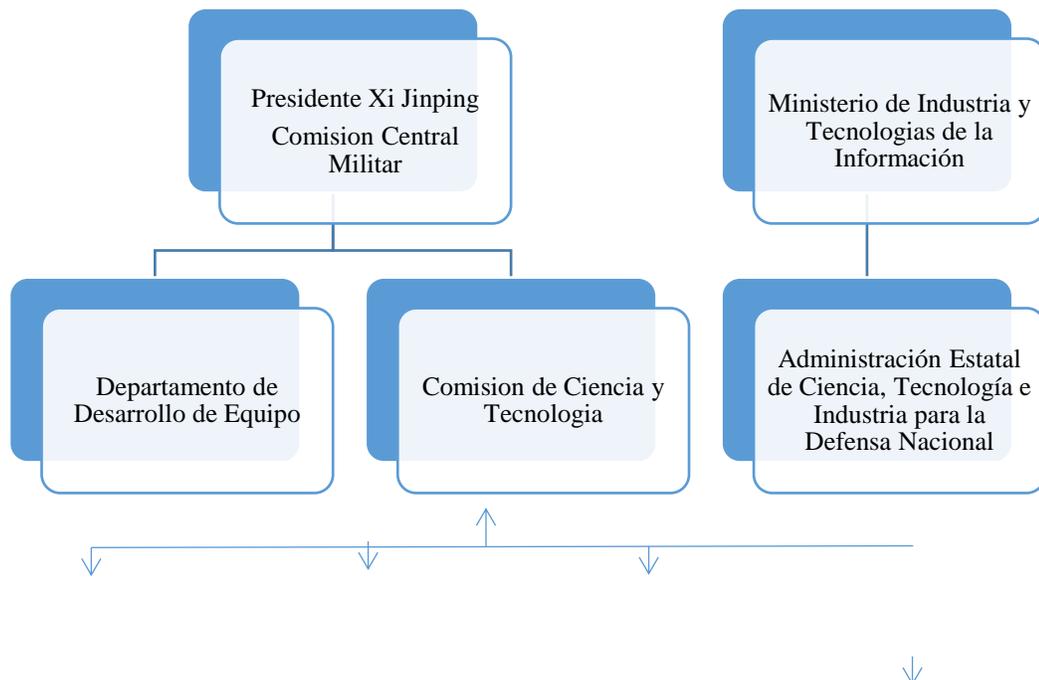
- Tecnologías de la información: donde las prioridades incluyen tecnologías de percepción inteligente, redes ad hoc y tecnologías de realidad virtual.
- Inteligencia Artificial: en esta área China quiere ser los líderes mundiales en el desarrollo de inteligencia autónoma y en enjambre.

- 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 y las 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 objetos.

**Organización:**

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 encarga de promover la importancia de la fusión entre los militares y los civiles, para el desarrollo y uso de tecnologías duales (Department of Defence, 2019; U.S., 2018). Así mismo se apoya en la Fundación Nacional de Ciencia de China (NSFC) y la Academia de Ciencia de China (CAS) para el desarrollo de alta tecnología para la Defensa(U.S., 2018).

**Figura 29** Representación Ecosistema de Defensa China





Fuente: Elaboración propia con información de (Murti, 2020)

### **Gestión de Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa**

La investigación y desarrollo en defensa en China le ha contribuido de forma importante al crecimiento económico, desde la Unión Soviética que apoyo 150 proyectos para modernizar su industria, de los cuales 44 eran proyectos de defensa, que diseminaron el conocimiento en las industrias civiles, construyendo un modelo funcional de producción con un acervo importante de capital de conocimiento, a través de cuatro caminos: la movilidad laboral, la transferencia de capital, las conexiones industriales y el desbordamiento tecnológico (Yuan et al., 2016).

Los chinos tienen un sistema colaborativo de innovación en defensa con las universidades, los centros de investigación y la industria, conformando una red de innovación que se complementa. Sin embargo, son muy afectados por la pérdida masiva de talentos y requieren la creación de más laboratorios nacionales de tecnologías de defensa de alto nivel, que permitan mayor investigación experimental. Así mismo, deben trabajar en construir mecanismo más fuertes de colaboración, que permitan mejorar la competitividad de sus empresas de defensa e incentivar la participación de la industria privada en proyectos de defensa (Yuan et al., 2016).

Por lo anterior, China está trabajando en derribar las barreras entre los sectores militar y civil para la realización de I+D, buscando que sus fuerzas de defensa puedan beneficiarse directamente del impulso nacional que le están dando a la ciencia y la tecnología. Apoyando con beneficios el desarrollo de tecnologías de uso dual, y facilitado los procesos de transferencia. Un ejemplo de esta actividad es la movilidad constante de asignación de unidades militares a organizaciones que realizan I + D, para tomar los resultados de sus investigaciones para ser aplicados en el contexto militar, reduciéndoles las cargas de I+D+i al Ejército Popular Chino (Budden & Murray, 2019).

**Tabla 16** *Características Modelo de Innovación China.*

Características	China
-----------------	-------

<b>Características del modelo de innovación.</b>	• Sistema de innovación impulsado por políticas gubernamentales (intervención estatal)
<b>Cultura de innovación.</b>	• Estilo emprendedor de usar productos e ideas importados para crear innovaciones
<b>Bases de innovación</b>	• Copia comercial y replicación
<b>Políticas de propiedad intelectual (IP)</b>	• Protección insuficiente de los derechos de propiedad intelectual (política gubernamental ineficaz para castigar la piratería y la infracción de PI)
<b>Factor de productividad</b>	• Los costos laborales baratos permiten la capacidad de rebajar los precios en la competencia del mercado
<b>Otras Observaciones</b>	• La industria china de capital de riesgo está creciendo, pero aún necesita programas de incentivos para fomentarla.

Fuente: Elaboración propia tomado de (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015)

La Comisión Central Militar hace énfasis permanente en la integración civil-militar, fortalecido con la estrategia denominada MOR en la que desclasificaron más de 3000 patentes de uso dual, lanzaron 2346 nuevas patentes para el público y abrieron más proyectos de defensa a contratistas privados, integraron los institutos de defensa con el sector privado, buscando ingresar a una nueva era tecnológica a través de la innovación, liderada por su presidente Xi Jinping. Sin embargo, uno de los grandes problemas que tiene la industria en China, es que el retorno de la inversión para inversionistas extranjeros no es viable por el monopolio del estado en la industria de defensa (Murti, 2020).

China carece de una visión amplia de la innovación que permita que vaya más allá de la inversión en ciencia y tecnología, para fortalecer su capital de emprendimiento con varios enfoques y aumentar su participación en economías de mercado (Budden & Murray, 2019).

### **Estructura del sector aeroespacial y de defensa:**

China tiene en la actualidad el 6,2% del mercado mundial, y es el quinto país con mayor exportación de armas a nivel global (SIPRI, 2019), La mayoría de los programas de sistemas de defensa están a cargo del Ejército Popular de Liberación Chino, lo que ha permitido apoyar el rápido

crecimiento de la industria espacial de forma sostenida en temas como inteligencia, vigilancia y reconocimiento, desarrollo de constelaciones satelitales de navegación y comunicaciones, y han adquirido importantes capacidades en el lanzamiento espacial, viajes humanos al espacio y programas de exploración lunar. Para esto han generado una compleja estructura económica, y política entre la industria de defensa y el sector comercial, para la rápida respuesta en el lanzamiento de vehículos espaciales, para el lanzamiento de pequeños satélites de órbita baja terrestre y servicios de comunicaciones (United States. Department of Defense, 2020).

Sus dos principales compañías de aviación son la Aviation Industry Corporation of China (AVIC) en donde su línea de defensa produce aviones de combate como el FC-1, FC-20, FC31 y el F-8T, aviones de entrenamiento, helicópteros, aviones de transporte militar y sistemas aéreos no tripulados, sin embargo, también manejan una línea civil en el que fabrican aviones y helicópteros comerciales pequeños y medianos (AVIC, 2021). La otra compañía importante que se proyecta con su línea civil de aviones como la competencia de Boeing y Airbus, es Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd. (COMAC) que ha generado alianzas importantes con Rusia para el desarrollo de sus aeronaves más grandes como el C919, debido a la incapacidad de su industria para el desarrollo de motores adecuados para este sector (United States. Department of Defense, 2020).

**Tabla 17** Aspectos por mejorar del sistema de innovación chino.

ASPECTOS A MEJORAR SISTEMA INNOVACIÓN	
<b>Universidad</b>	Las actividades universitarias, así como las actividades de I + D, están controladas principalmente por el gobierno chino a través del Ministerio de Educación Superior. Basado en la perspectiva del sistema de innovación Triple Hélice, las universidades necesitan más interacciones con el mercado para promover empresas afiliadas a la universidad y empresas derivadas.
<b>Industria</b>	La industria, incluidos los parques científicos y las incubadoras, está controlada en gran medida por el gobierno central. China necesita más incentivos de mercado (incluidos incentivos financieros y fiscales) y políticas de apoyo para competir en el entorno competitivo cada vez mayor después de la adhesión a la OMC. En la búsqueda de la política de puertas abiertas, la industria ahora ha aumentado la cooperación con universidades e institutos de investigación para explotar el conocimiento técnico y mejorar la transferencia de conocimiento, lo que aumentaría las capacidades innovadoras nacionales.
<b>Gobierno</b>	China aún necesita políticas para apoyar el desarrollo de clústeres de PYME, así como las instituciones financieras especializadas para apoyar el desarrollo de las PYME. El gobierno local debería mejorar las plataformas de financiamiento para apoyar la innovación y el desarrollo del sector privado.

Fuente: Elaboración Propia tomado de (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015)

### **5.3 Estados Unidos**

*"El primer elemento esencial del poder aéreo necesario para nuestra seguridad nacional es la preeminencia en la investigación".*

General Henry H. "Hap" Arnold Comandante, Fuerzas Aéreas del Ejército de EEUU., Segunda Guerra Mundial

El modelo económico de Estados Unidos hace que la industria militar tenga una gran influencia en el mercado de seguridad y defensa a nivel mundial; donde según datos del Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) tiene el 34% del mercado mundial armamentístico y además abastece a más de 100 países (SIPRI, 2019), generando una gran influencia en cada uno de los factores que evalúa su índice de competitividad, con las inversiones en investigación y desarrollo en defensa, para sostener la competitividad de su industria y su posición como potencia mundial en temas militares. Un ejemplo de lo anterior es que sus compañías nacionales (Lockheed Martin Corp, Boeing, Northrop Grumman Corp, Raytheon y General Dynamics Corp ) fueron las que más vendieron armamento a nivel mundial en el año 2018, con ventas por un valor aproximado de 148.040 millones de USD (SIPRI, 2019).

En EEUU buscan constantemente asociarse con otras empresas, universidades, y/o entidades del estado, que puedan poseer las competencias necesarias para la innovación. Esto ha generado que evolucionaran de un sistema cerrado (donde los costos y riesgos son más altos) a un sistema abierto (donde los riesgos se mitigan de forma más eficiente) (Chinta & Sussan, 2018).

En la actualidad el sector privado es un actor importante como motor estratégico del crecimiento económico. Por consiguiente, el gobierno de los EEUU, promueve la industria de capital de riesgo (CR) y la innovación empresarial a través de políticas fiscales, porque el CR es un mecanismo importante para impulsar la economía. El sector privado realiza inversiones de capital de riesgo para construir PYMEs de alta tecnología para mejorar la competitividad nacional siendo una ventaja estratégica del ecosistema de innovación de los EEUU, donde las interacciones de los diversos agentes ayudan a lograr sinergias que conducen a mayores niveles de productividad, crecimiento y empleo (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

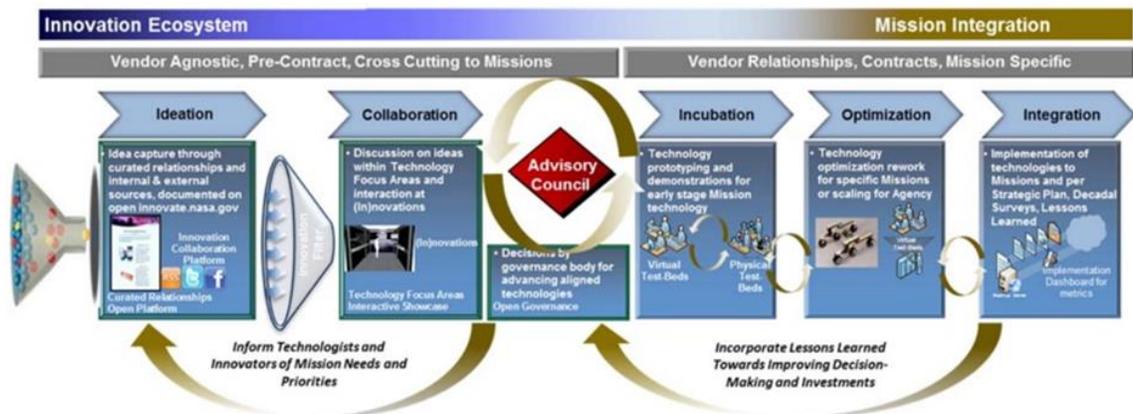
#### **Gestión de Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa**

Las dos dependencias que se analizarán sobre su gestión de proyectos de I+D+i por su fuerte influencia y asignación presupuestal para el desarrollo del sector aeroespacial de EEUU son la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y la United States Air Force (USAF) con su

Air Force Research Laboratory (AFRL) que ejecuta aproximadamente el 50% de su presupuesto y es la fuerza militar que más invierte en I+D+i del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Murray & Budden, 2017).

### National Aeronautics and Space Administration (NASA)

**Figura 30** Ecosistema de Innovación de la NASA.



Fuente: (Thompson et al., 2012)

Los componentes que garantizaron el éxito del ecosistema innovación de la NASA, la agencia espacial más grande del mundo son los siguientes (Thompson et al., 2012):

1. La selección de las relaciones: Éstas provienen de cuatro grupos mayoritarios el sector privado de la industria, otras agencias del gobierno y el sector público, grupos de interés y socios internacionales en programas de investigación, donde los principales socios son las universidades (Thompson et al., 2012).
2. Gobernanza: La NASA cuenta con el Consejo de asesores que provee liderazgo y direccionamiento para las tecnologías y estructura del ecosistema de innovación. El Consejo de asesores puede estar compuesto por un diverso grupo de Stakeholders que entienden el futuro de las tecnologías que necesita la NASA y puede reestructurarse de forma flexible y rápida (Thompson et al., 2012).
3. Área de enfoque tecnológico: La NASA creó la taxonomía de la hoja de ruta de las tecnologías espaciales. Una taxonomía que permite que cada tecnología o innovación esté alineada con al menos un área de enfoque tecnológico, que permite el seguimiento de la gobernanza del consejo de asesores (Thompson et al., 2012).

**Figura 31** Taxonomía de proyectos de la NASA.



Fuente: (Miranda, 2020)

## United States Air Force (USAF) con su Air Force Research Laboratory (AFRL)

La Fuerza Aérea de EEUU es la más grande del mundo y establecen que para sostener el dominio del espacio aéreo a través Ciencia, Tecnología e innovación deben competir por el desarrollo de 7 tecnologías claves (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

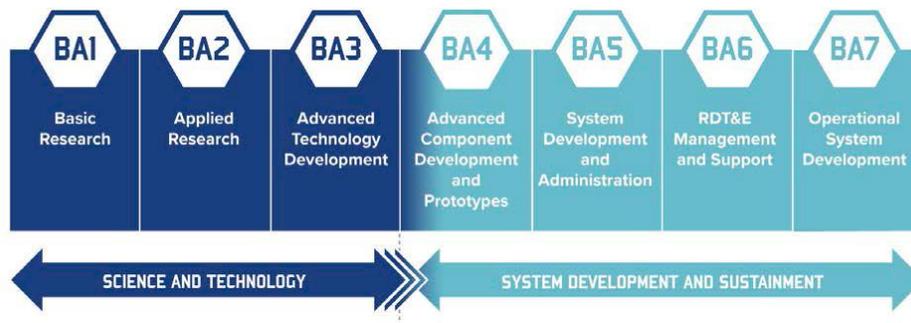
aeronaves, defensa de bases aéreas, la supresión de defensas aéreas enemigas, bajo el concepto de letalidad controlada (USAF, 2013).

- 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, 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 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 un mayor alcance, carga útil, resistencia y capacidad 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 subatómico, bajo la teoría cuántica que permitan revolucionar las operaciones de la Fuerza Aérea(USAF, 2019)
- Inteligencia Artificial: para asegurar el efectivo uso de la información para las guerras del futuro (USAF, 2019).

El concepto operativo futuro de la Fuerza Aérea de los EEUU reta a implementar tecnología avanzada de maneras innovadoras, enfatiza que la naturaleza de la 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 (USAF, 2015):

Su estrategia de CTel establece dos dimensiones de la ciencia y la tecnología en su aplicación, una para obtener desarrollos tecnológicos avanzados y otro para el desarrollo de sistemas operacionales avanzados y su sostenimiento, para solucionar las brechas establecidas en el cumplimiento de la misión, madurar las tecnologías emergentes y responder a las necesidades urgentes de la USAF (USAF, 2019).

**Figura 32** *Definición de Ciencia y Tecnología en el espectro de la USAF.*



Fuente (USAF, 2019)

La USAF considera que la innovación se puede extraer en tres procesos: adaptación inmediata, ciclo corto y ciclo largo. La adaptación inmediata ocurre cuando las unidades ajustan las tácticas y técnicas en una base aérea. Las innovaciones de ciclo corto surgen de ejercicios de campo que buscan resolver problemas operacionales de importancia estratégica. Las innovaciones de ciclo largo implican el desarrollo de tecnologías y plataformas en muchos años (Chimento III, 2020).

**Figura 33** Aliados Estratégicos del Sistema de Ciencia y Tecnología de la USAF.



Fuente: (USAF, 2013)

De acuerdo al estudio realizado por la RAND Corporation y los documentos analizados, la innovación en la Fuerza Aérea de los EEUU está enmarcada en una estrategia que busca solucionar importantes problemas operacionales de impacto global a través de un cambio tecnológico, donde la innovación es un fenómeno descentralizado, difuso y diverso (Grissom et al., 2016).

**Organización:**

**Organizaciones en Defensa Relacionados con Temas Aeroespaciales de Defensa**

En EEUU se han estructurado entidades y dependencias de impacto nacional y global para el desarrollo y comercialización de tecnologías que nacen desde la estructura de los departamentos de defensa y que se apoyan con otras dependencias del estado, como son el caso de:

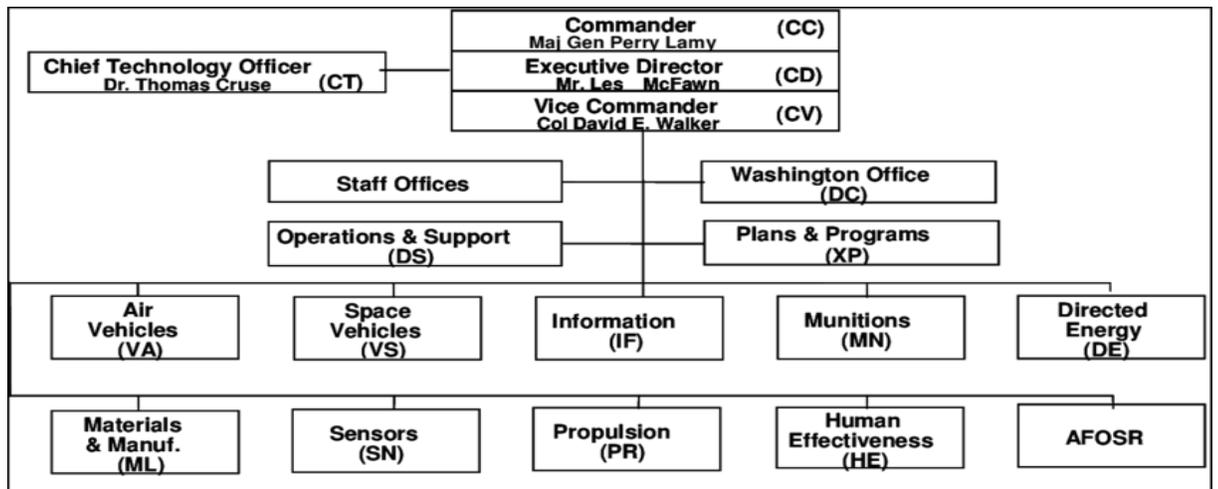
- Defense Advance Research Projects Agency (DARPA) integra el desarrollo de tecnologías disruptivas para la defensa y genera inversiones esenciales en tecnología integrando universidades y empresas del sector privado generando un círculo virtuoso en el desarrollo de la industria de este país (Industrial Policy, 2019). Su objetivo es crear nuevos conceptos, tecnologías y capacidades para la guerra en los dominios humano, tierra, mar, aire, espacio y ciberespacio, para la prosperidad y preservar la paz. Se direccionan hacia el desarrollo de tecnologías hipersónicas, automatización de herramientas para detectar y resistir ciberataques, desarrollo de aviones espaciales experimentales, generar capacidades robustas en el espacio, desarrollar una nueva generación de Inteligencia artificial (DARPA, 2019).
- Agencia de Política de Industrial del Departamento de Defensa, la cual tiene como misión asegurar capacidades industriales robustas, seguras, resilientes e innovadoras con las que el Departamento de Defensa pueda sostenerte su liderazgo global, cumplir con los requisitos actuales y futuros de los combatientes (Industrial Policy, 2019).

Sin embargo, las dos instituciones que tienen una mayor influencia en el desarrollo aeroespacial de EEUU en temas de I+D+i son la NASA y la Fuerza Aérea con el Air Force Research Laboratory (AFRL) por consiguiente, en estas dos entidades se enfocara el análisis de las actividades de CTel.

### **Air Force Research Laboratory (AFRL)**

Son los encargados de liderar el descubrimiento, desarrollo y entrega de tecnologías de combate para la USAF, en la actualidad se encuentra ubicada en la base de Wright Patterson en Ohio (Air Force Research Laboratory, 2019), El AFRL tiene una representación en tres continentes, posee oficinas en Chile, Japón y Reino Unido con coberturas continentales en búsqueda de generación de procesos de colaboración y cooperación.

**Figura 34** *Organigrama AFRL.*



Fuente: Air Force Research Laboratory

Los directorios que están enfocados en el desarrollo de las capacidades tecnológicas, liderar programas y proyectos son los siguientes:

- **Directorio de Sistemas Aéreos:** es el encargado de entregar las instalaciones para investigación en combustibles, laboratorios de pruebas estructurales, pruebas de cohetes, túneles de viento supersónicos y subsónicos, laboratorio de simulación de vuelo y demás laboratorios de investigación que permitan el desarrollo en esta área. Actualmente están liderando proyectos como XQ-58A VALKYRIE un avión de combate no tripulado de abajo costo, Auto GCAS para evitar colisiones contra el terreno y tecnologías alares adaptable morfológicamente a las condiciones de vuelo (AFRL, 2021a).
- **Oficina Científica de investigación de la Fuerza Aérea:** es la encargada de la investigación básica para apoyar el máximo uso de las capacidades de la USAF en el ámbito del Aire, el Espacio y Ciberespacio (AFRL, 2021b).
- **Dirección de Energía Directa:** Se encarga de desarrollar proyectos de energía directica y tecnologías ópticas con enfoque en sistemas laser, sistemas de electromagnetismo de alta potencia, modelado y simulación de armas, energía dirigida y electroóptica para la superioridad espacial (AFRL, 2021d)
- **Dirección de Información:** encargada de investigar en comando, control, comunicaciones, computación e Inteligencia (C4I) y ciber tecnologías, estos concepto de alto impacto para la toma de decisiones que permiten una ventaja competitiva (AFRL, 2021f).

- **Dirección de materiales y manufactura:** encargada del desarrollo de procesos, materiales y manufactura avanzada, para aviones, naves espaciales, misiles, sistemas terrestres y sus estructuras de componentes electrónicos y ópticos (AFRL, 2021g).
- **Dirección de Municiones:** responsable de garantizar la superioridad aérea con el desarrollo de municiones convencionales para neutralizar amenazas futuras (AFRL, 2021i)
- **Dirección de Sensores:** encargados de investigar y descubrir futuras capacidades que permitan integrar la inteligencia, vigilancia y el reconocimiento (ISR), identificación de combate y los efectos de la guerra en espectro (AFRL, 2021e).
- **Dirección de Vehículos Espaciales:** Tiene el objetivo de desarrollar capacidades para la inteligencia espacial, vigilancia y reconocimiento, conocimiento del dominio espacial, comunicaciones espaciales (posición, navegación y cronometraje), y control espacial defensivo de los activos espaciales de los EEUU de efectos naturales y provocados por el hombre (AFRL, 2021j).
- **Dirección de Sistemas de Aviadores:** Desarrolla capacidades para humanos en el área de combate integrando tecnologías biológicas y cognitivas (AFRL, 2021h).

#### **National Aeronautics and Space Administration (NASA)**

La complejidad de los proyectos que desarrolla la NASA se refleja también en su organización, por consiguiente, está conformada por las siguientes dependencias que cumplen objetivos relacionados con investigación y desarrollo:

- **Grupos Consejeros :** Compuesto por el Consejo Asesor de la NASA con el objetivo de asesorar y generar recomendaciones sobre programas, políticas, planes, controles financieros y otras actividades de responsabilidad de la agencia, está compuesto por los siguientes comités (NASA, 2019):
  - Comité aeronáutico
  - Comité de operaciones y exploraciones humanas
  - Comité de políticas y regulaciones
  - Comité de ciencias
    - Comité asesor de astrofísica
    - Comité asesor de ciencias de la tierra
    - Comité asesor de heliofísica
    - Comité asesor de ciencias planetarias
  - Comité de compromiso en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)

- Comité de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Panel Asesor de Seguridad Aeroespacial (ASAP) (ASAP, 2021).
- **Oficinas del Personal Administrativo:** esta dependencia se encarga de realizar toda la gestión administrativa donde se destacan las siguientes dependencias relacionadas con I+D+i.
  - Jefe Científico (OCS): asesor principal del administrador de la NASA y otros funcionarios superiores en los programas científicos de la agencia, la planificación estratégica y la evaluación de inversiones relacionadas. (Mochinski, 2015).
  - Jefe Tecnológico: administrador, consejero y generador de la política tecnológica, dirige la integración del trabajo estratégico y los equipos de innovación, realiza seguimiento y coordinación de las inversiones tecnológicas a través de la agencia, facilitando la gobernanza tecnológica (Bryan, 2015).
  - Oficina del Programa de Pequeñas Empresas de la NASA: son los encargados de promover e integrar las pequeñas empresas dentro de la línea base de contratistas para hacerlos parte del futuro de la exploración espacial, la investigación científica aeronáutica (NASA, 2021d)
  - Contratación STEM: educa y genera la masa crítica en áreas del conocimiento STEM, para contribuir en la exploración y descubrimientos espaciales, a través de aprendizaje basado en la experiencia (May, 2018).
- **Dirección de Misión:** encargada de alinear todos los resultados de investigación para el desarrollo de las misiones espaciales.
  - Dirección de Misiones en Investigación Aeronáutica: realiza contribuciones al desarrollo de la aviación comercial y el tráfico aéreo, para que se mantenga eficiente y segura, apoyando el crecimiento de la industria aeronáutica (Gipson, 2015)
  - Dirección de Misiones en Ciencias: lideran las áreas de estudio de diferentes disciplinas científicas, tratando de descubrir secretos del universo, proteger y mejorar la vida en la tierra y buscar vida en otros lugares (NASA, 2021e).
  - Dirección de Misiones en Tecnologías Espaciales: desarrolla las tecnologías necesarias para las misiones futuras, comprometiendo a los mejores emprendedores, investigadores e innovadores, a través de los centros de investigación y desarrollo de la NASA, universidades y laboratorios nacionales (NASA, 2021f).

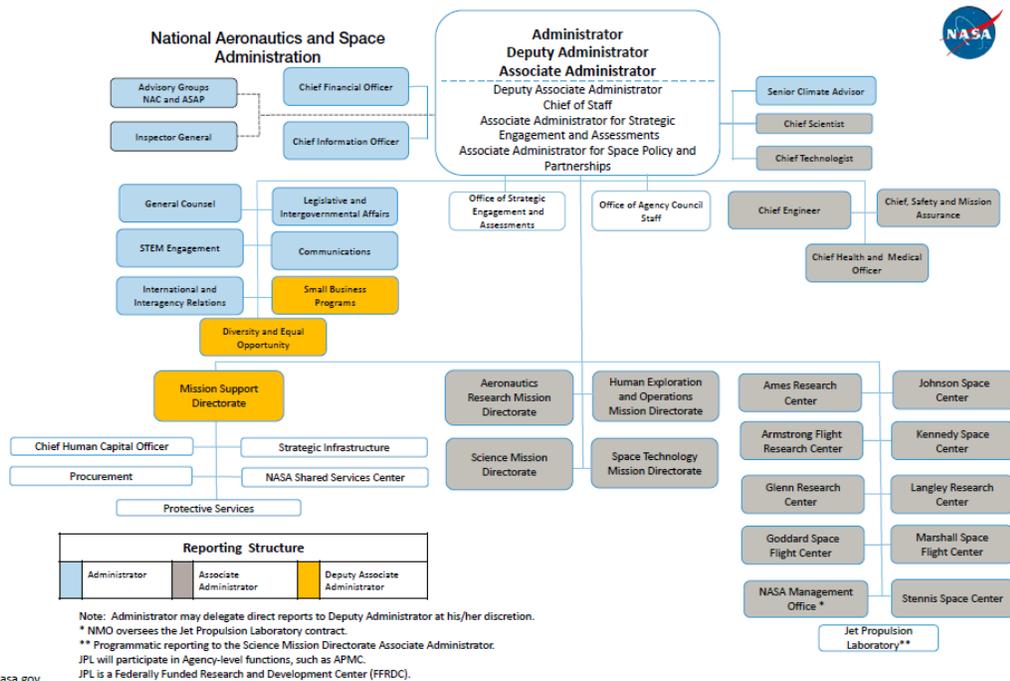
## **Centros e Instalaciones**

- **Centro de Investigación AME:** Realiza investigación y desarrollo en aeronáutica, tecnologías exploratorias y ciencias (Colen, 2015).
- **Centro de Investigación de Vuelo Armstrong:** Realiza investigación de vuelo atmosférico de alto riesgo, pruebas de proyectos y vuelos de prueba de vehículos y sistemas modificados o únicos (Newton, 2021).
- **Centro de Investigación Glenn:** Desarrolla iniciativas para misiones aeronáuticas y espaciales, tiene infraestructura para simular el ambiente espacial, hangares para aviones experimentales, túneles de viento y cámaras de vacío (NASA, 2021b).
- **Centro de Vuelo Espacial Goddard:** Construye naves espaciales, instrumentos y nueva tecnología para estudiar la Tierra, el sol, nuestro sistema solar y el universo, opera los telescopios espaciales Hubble y James Webb, y maneja la comunicación con la Estación Espacial Internacional (Garner, 2015).
- **Laboratorio de Propulsión Jet:** Tiene la infraestructura para llevar misiones robóticas espaciales y en ciencias terrestres, administra y desarrolla la red del espacio profundo que se intercomunica por antenas las aeronaves interplanetarias (Greicius, 2015).
- **Centro Espacial Johnson:** Es el líder en la exploración espacial humana, con la formación de astronautas, contribuye con el desarrollo de tecnologías para el espacio profundo y es casa de la misión espacial internacional (Mars, 2015).
- **Centro Espacial Kennedy:** Es el centro de lanzamiento espacial más importante de la NASA, han salido misiones como el apolo 13 y el Falcon 9 con la capsula Dragon de SPACEX (Heiney, 2015).
- **Centro de Investigación Langley:** Trabaja en realizar mejoras revolucionaras a la aviación, expandir el entendimiento de la atmosfera terrestre y desarrollar tecnologías para la exploración espacial (Joseph, 2015).
- **Centro de Vuelos Espacial Marshall:** Desarrolla los sistemas de propulsión y el hardware, vehículos de lanzamiento, sistemas espaciales y generar soluciones tecnológicas de ingeniería, ciencia e investigación de vanguardia (Harbaugh, 2015).
- **Centro Espacial Stennis:** Centro de pruebas de motores y cohetes, genera apoyo para el desarrollo de pruebas de proyectos del DoD y de compañías comerciales (Dean, 2015).
- **Centro de Ingeniería y Seguridad de la NASA:** están los especialistas técnicos extraídos de los diez Centros de la NASA, de la academia y la industria aliados de la NASA. Este grupo de expertos en ingeniería está organizado en Equipos de Disciplina

Técnica. Son los encargados de optimizar constantemente los procesos, profundizar su base de conocimientos, fortalecer las capacidades técnicas y ampliar sus perspectivas en ingeniería (Hoffpauir, 2018).

- **Infraestructura de Vuelo Wallops:** proporciona servicios de vuelo y rango de lanzamiento ágiles y de bajo costo para el gobierno y del sector comercial, adicionalmente, permite el soporte de seguimiento y control de sistemas satelitales y comando y control de operaciones militares (Black, 2015).
- **Infraestructura de validación y verificación independiente:** encargados de garantizar la seguridad de los sistemas y software críticos haciéndolos confiables seguros y protegidos (Asbury, 2015).
- **Infraestructura de Ensamblaje Michoud:** fábrica a gran escala para la manufactura y ensamble de cohetes, puede ser usado por compañías comerciales y contratistas de la NASA (NASA, 2021c).
- **Instituto Goddard para el Estudio del Espacio:** realiza estudios de la tierra y la atmosfera usando la información de los satélites y las pruebas espaciales, es el líder en el estudio del cambio climático y el modelamiento atmosférico (Garner, 2015).

Figura 35 Organigrama de la NASA.



Estas entidades tienen un proceso de gobernanza eficiente que permite la implementación y el desarrollo de tecnologías de acuerdo a la visión de cada agencia que se puede resumir de la siguiente forma:

**Tabla 18** *Proceso de Gobernanza tecnológica.*

PASOS	DESCRIPCION
<b>1. Identificación de la Tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominar la tecnología para una evaluación en ambientes digitales a través de sus ecosistemas de innovación</li> <li>• Tomar la información de nuevas ideas suministrada por el ecosistema de innovación.</li> </ul>
<b>2. Evaluación de la Tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar las tecnologías utilizando los criterios de los objetivos trazados por cada agencia con una amplia difusión a través de lo organización.</li> <li>• Aprovechar la colaboración virtual y la votación para evaluar secuencialmente nuevas tecnologías antes de la investigación formal.</li> </ul>
<b>3. Desarrollo o Adquisición de la Tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinará avances tecnológicos particulares de la innovación tecnológica basado en el voto de los miembros del Comités Consultivos</li> <li>• Iniciar proceso de I+D+i articulando los actores que se requieran de la industria y la academia.</li> <li>• Iniciar los procedimientos, de licenciamiento y/o acuerdos con los vendedores de la tecnología y/o organizaciones que estén desarrollándola.</li> </ul>
<b>4. Implementación de la Tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capturar los resultados de la implementación para determinar ganancias, mejoras y/o capacidades mejoradas para cumplir con la misión de la NASA.</li> <li>• Revisar la retroalimentación en tecnologías a través del ecosistema de innovación de la NASA.</li> </ul>
<b>5. Spillover del conocimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de conocimiento y tecnologías a la industria y la academia para garantizar que se adquiera la capacidad sostenible en el país.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con apoyo en información de (Thompson et al., 2012)

### **Estructura del sector aeroespacial y de defensa**

Su estructura del sector es sólida por que cuenta con programas de financiación de innovación que brindan apoyo a pequeñas empresas innovadoras con potencial de comercialización, la Ley Bayh-Dole de 1980 y la Ley Federal de Transferencia de Tecnología de 1986 ayudan a facilitar la comercialización de tecnología en etapas tempranas (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

Los principales programas para apoyar empresas y productos con fines de lucro en etapas tempranas, son el Small Business Innovation Research y el Small Business Technology Transfer (SBIR/STTR), fortalecido por el departamento de defensa, que es la agencia del estado que más contribuye al desarrollo del programa, con un valor aproximado de 1.8 billones de USD en 2019.

La atención de estos programas se centra en realizar I+D, y no en comprar equipos, para así comercializar una tecnología desarrollada y que solo necesita capital (SBIR, 2020). Busca integrar el desarrollo de soluciones innovadoras de pequeñas empresas, proporcionar oportunidades, guía y soporte en la transferencia o transición de la tecnología a la guerra o al mercado comercial. Soportado en una política gubernamental emitida en el código Commerce and trade en el capítulo 15, artículo 638 “Research and development” (US Code Commerce and Trade, 2018).

**Figura 36** *Ecosistema de Innovación de Defensa de los EEUU.*



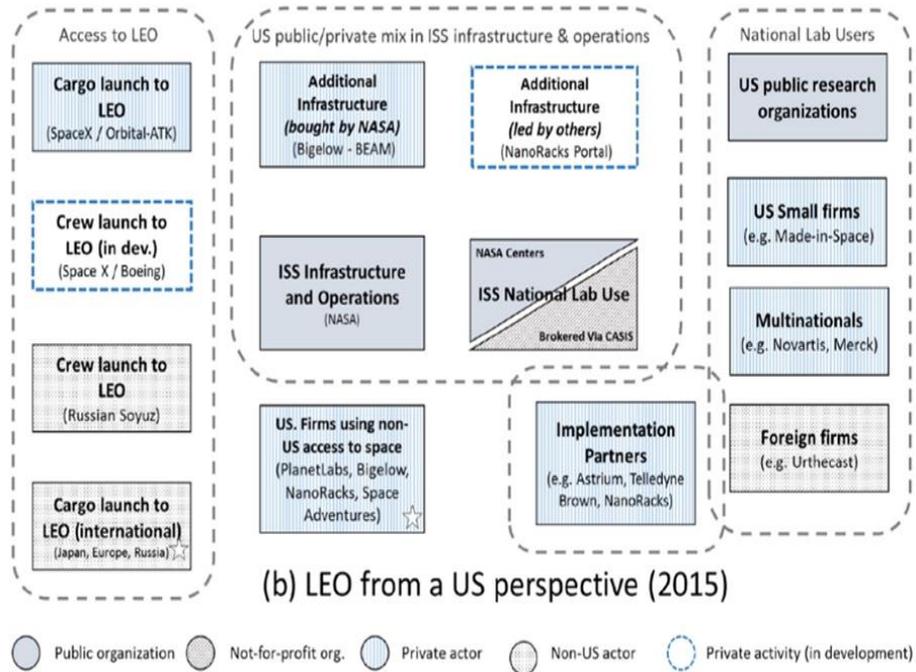
Fuente: (Budden & Murray, 2019)

Las misiones de innovación tecnológica en la exploración espacial se han ampliado para incluir objetivos de comercialización, por consiguiente, la NASA impulsó la Ley de espacios comerciales en 1998. Donde el congreso declaró que un objetivo prioritario de la construcción de la Estación Espacial Internacional (ISS) es el desarrollo económico de LEO (Low Earth Orbit Economic). Además declara que los mercados libres y competitivos crean condiciones adecuadas para promover el desarrollo económico y por tanto deben regir el desarrollo económico del espacio orbital de la tierra, esto ha generado que se generen Ecosistemas de innovación bajo LEO que incluye a los intermediarios como parte de infraestructura y operaciones, que los emprendedores y las grandes corporaciones jueguen un papel protagónico en esta nueva economía espacial (Mazzucato & Robinson, 2018).

Para el acceso a LEO la NASA diseñó cuatro elementos: Primero la entrega de carga a LEO que está a disposición del sector privado prestando servicios de lanzamiento donde ya se destacan compañías como SpaceX, BlueOrigin y Orbital-ATK entre otras, con la creación de oficinas como la Commercial Crew & Cargo Program Office (C3PO) para transportar carga y tripulación a la Estación Espacial Internacional (ISS); segundo sistemas de entrega de tripulaciones a cargo del sector privado financiados por la NASA; tercero corredores comerciales, como NanoRacks y Space Adventures

financiados por la NASA con programas como el SBIR y STTR; y por último la delegación del 50% del uso de la ISS a CASIS (Center for the Advancement of Science in Space), lo que moviliza una variedad de socios de implementación del sector privado que construyen, vuelan, prueban y operan dispositivos o experimentos que funcionarán en la ISS (Mazzucato & Robinson, 2018).

**Figura 37** Modelo de Explotación Económica de la Órbita Baja de la Tierra de los Estados Unidos.



Fuente: (Mazzucato & Robinson, 2018).

La NASA ha pasado de un papel de director dominante de innovación y desarrollo generador de políticas activas orientadas a la misión, hacia políticas basadas en la difusión, donde su función es apoyar la creación de las condiciones adecuadas para que surjan los mercados, esto ha llevado a la formación de pequeñas empresas, fundamentales para la creación de nuevos mercados y nuevas formas de creación de valor, para esto la NASA desarrolló 3 formas de acuerdo con el sector privado: (1) Acuerdo intercambio técnico; (2) Acuerdo Investigador Industrial Invitado; y (3) Acuerdos Esfuerzo Conjunto (Mazzucato & Robinson, 2018).

Dentro de la perspectiva global de la Fuerza Aérea de EEUU en temas de Ciencia y Tecnología ellos visionan que el dominio del espacio aéreo durante los próximos años será más disputado, congestionado y constreñido. Para mantener la ventaja sobre sus potenciales adversarios, cuenta con tres herramientas importantes dentro del AFRL, el AF Small Business, AFRWEX y la Oficinas de

Investigación y tecnologías de aplicación que cumplen las siguientes funciones para garantizar su interacción constante con las universidades, la industria y otras agencias:

- **Oficinas de Investigación y tecnologías de aplicación (ORTA):** Las ORTAs desarrollan y promueven asociaciones efectivas entre entidades gubernamentales y comerciales, a través de Acuerdos de Intermediación de Asociación (PIA), acuerdo de pruebas comerciales, acuerdos de asociación en educación, acuerdos de transferencia de información, acuerdos de transferencia de material y licenciamiento de patentes y software (USAF, 2021b).
- **Air Force Small Business:** El objetivo de esta oficina es incrementar el uso de pequeñas compañías para mejorar las habilidades en innovación, para ser costo-eficientes, enfocarse en las soluciones de los requerimientos del cliente y en el cumplimiento de la misión de la Fuerza Aérea (AFRL, 2021c)
- **AFRWEX:** Es un programa que cuenta con tres herramientas AFVentures, Spark, y Prime, que son para expandir el impacto tecnológico, el talento y una rápida transición de productos comerciales a sus capacidades militares. El AFVentures se utiliza para asociarse con la industria y acelerar la comercialización de productos en sus etapas iniciales que se generaron con capital privado y en el cual la Fuerza Aérea ingresa como inversor para acelerar la comercialización. Spark conecta el talento de la Fuerza Aérea con innovadores comerciales a través de la colaboración, el entrenamiento inmersivo y networking, para conducir las buenas ideas hacia las realidades operacionales. Finalmente, Prime es una herramienta que permite acelerar el crecimiento de mercados emergentes, usando misiones y acciones militares, adicionalmente, pone a disposición otras dependencias de la Fuerza Aérea, infraestructura de pruebas, autoridades de certificación, relaciones interagenciales y uso temprano en la operación (USAF, 2021a).

Se puede concluir que EEUU es un país tecnocentrista, que busca y tiene la capacidad de dar soluciones de defensa a sus necesidades con su industria y su academia, con grandes capacidades de infraestructura, talento humano y asignación de recursos públicos y privados que fomentan sistemáticamente el emprendimiento y la innovación, así mismo, cuenta con un marco regulatorio que facilita la generación de la demanda y el crecimiento de su industria aeroespacial y de defensa, a través de la ciencia y la tecnología.

#### 5.4 Israel

*“Since we fail in quantity, we must raise the quality”*

Israel se ha posicionado como un país de alto desarrollo tecnológico, con una fuerza de trabajo educada, con una alta generación de Start-ups, con capacidad de atraer capital de riesgo público y privado, su inversión en I+D es una de las más altas del mundo en 2018 alcanzó el 4,853% de su PIB (Banco Mundial, 2021), en el reporte global de competitividad de año 2019 ocupó el lugar No 15 en términos de capacidad de innovación, el primer puesto en estabilidad macroeconómica y cultura emprendedora, el segundo puesto en obtención de capital de riesgo y el puesto 12 en la educación de su fuerza de trabajo (Foro Económico Mundial, 2019).

### **Gestión de Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa**

La generación de proyectos de defensa en Israel se direcciona por dos estrategias: explotar oportunidades generadas por los mercados extranjeros o expandir las capacidades de producción de defensa endógena. Por lo cual han desarrollado algoritmos, que le permiten identificar qué tecnologías de defensa tienen el potencial para ser exportadas y suplen las necesidades del Departamento de Defensa de Israel. Se caracteriza por su capacidad de alcanzar rápidamente el escalamiento industrial de armamento, para su entrega y desarrollo, sus equipos han sido probados en combate real, dan la posibilidad de ofrecer a sus compradores Know-How, sus productos no son sobre sofisticados o de muy baja tecnología, ofrece opciones de coproducción, e implementar requerimientos de créditos offset (Donatas, 2019).

El ministerio de defensa es el responsable de aprobar los proyectos y negocios G to G, B to G y B to B de la Industria de Defensa Israelí y sus requerimientos de controles de exportaciones, a través del SIBAT- International Defence Cooperation y el DDR&D- Directorate of Defense Research and Development, identificando oportunidades de negocios, encontrando soluciones tecnológicas a requerimientos específicos operacionales, organizando Joint ventures, prestando servicios de soporte técnico de acuerdos G To G e impulsando las capacidades tecnológicas de Israel (IMoD, 2021e)

Uno de los aspectos más importantes en la gestión de proyectos es su cultura organizacional donde los aspectos que más se destaca dentro de sus organizaciones son el pragmatismo creativo y el Anti-intelectualismo de los cuales se desatan los siguientes aspectos (Jordán, 2015a):

#### *Pragmatismo creativo*

- Trata sobre la orientación práctica, imaginativa, abierta y enfocada a la resolución de problemas concretos. Se trata de un rasgo atribuido de manera amplia a la sociedad israelí. La orientación

práctica enfatiza el valor de la intuición, de la experiencia, y del sentido común por encima de la teoría y del intelectualismo, el gusto por la actitud informal, la franqueza, la competitividad, la crítica a la autoridad o la tolerancia al fracaso siempre que se aprenda de él (Jordán, 2015a)

- Actitud favorable a la improvisación, a la flexibilidad, a las soluciones prácticas y de circunstancias (Jordán, 2015a).
- Mentalidad no punitiva hacia la crítica de la doctrina militar y de las ideas establecidas. Favorece el pensamiento crítico, el aprendizaje organizacional y la innovación bottom-up (Markus,2015).
- Autoconfianza en su capacidad de adaptación y su desinterés por las experiencias de otros países (Markus,2015).
- Al ser un país rodeado de una geopolítica hostil vinculan la innovación con supervivencia, con una alta tolerancia al riesgo, iniciativa, gusto por lo simple y con altos niveles de confianza entre los diferentes niveles del mando y sus subordinados (Markus,2015).

#### *Anti-intelectualismo*

- Rechazo por el desarrollo de teorías abstractas y de los militares intelectuales (Jordán, 2015a).
- Confianza en el desarrollo de tecnologías que encajan en el sentido práctico (Jordán, 2015a).
- Tendencia a buscar soluciones a corto plazo, a menudo superficiales y no fundamentadas en un pensamiento estratégico sólido (Jordán, 2015a).
- Tecnocentrismo para estar por encima de las amenazas de su geopolítica hostil (Jordán, 2015a).

El DDR&D por su capacidad de generación de conocimiento en el campo de tecnologías militares, es el encargado del desarrollo, producción y mantenimiento de tecnologías para uso de las Fuerzas de Defensa de Israel. Las responsabilidades de este departamento son (IMoD, 2021a):

- Desarrollar conceptos innovadores en tecnologías de defensa.
- Administrar el desarrollo de proyectos a corto y largo plazo.
- Servir como un cuerpo técnico para el desarrollo de tecnologías de defensa.
- Cooperar con socios internacionales en el campo de la I+D.
- Capacitar a las próximas generaciones sobresalientes en temas de desarrollo tecnológico de defensa.

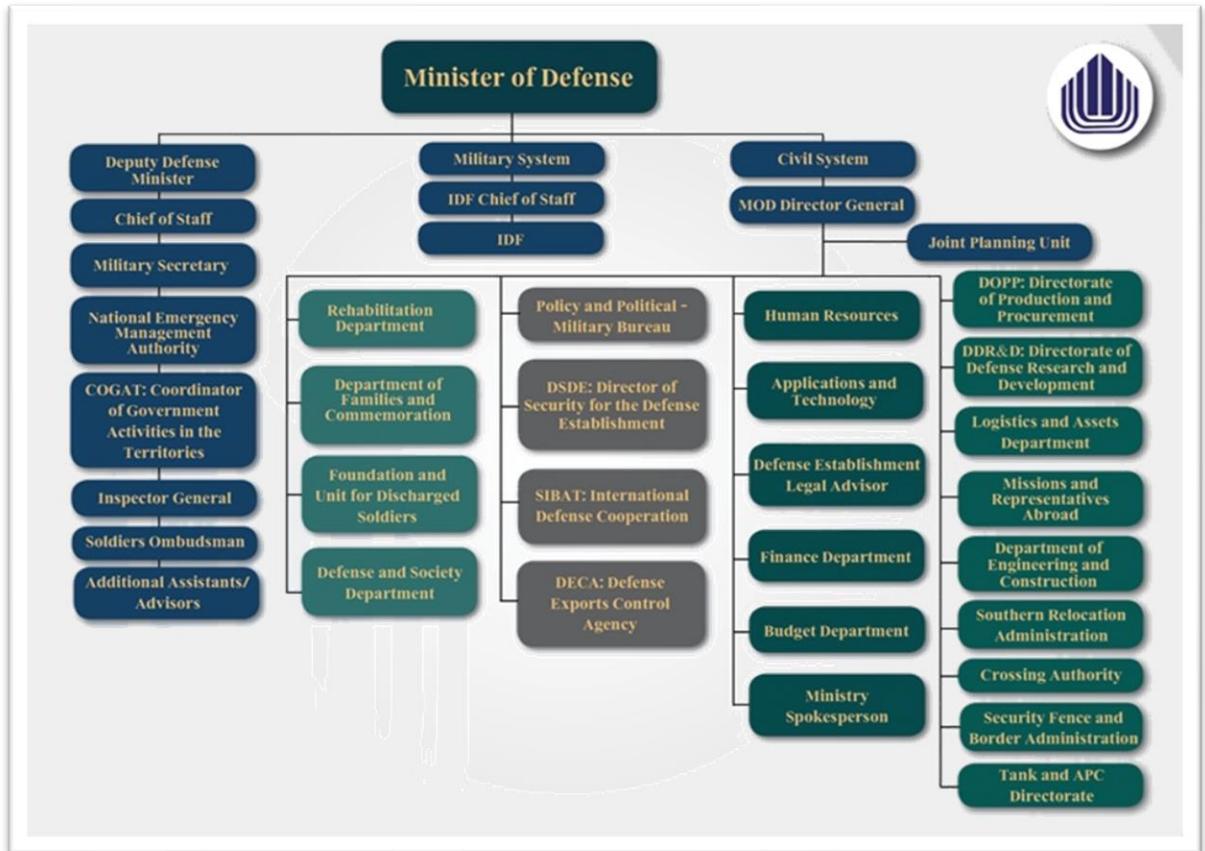
#### **Organización**

El DDR&D está dirigido por el Director General del Ministerio de Defensa y el Comandante

General, y el director de esta dependencia está obligado a reportar a ambos, está estructurado por las siguientes divisiones relacionadas con tecnologías aeroespaciales:

- **La División de Investigación y Desarrollo Militar:** es el corazón de la DDR&D cumpliendo dos funciones fundamentales; primero liderar proyectos de I+D y promover el desarrollo de los sistemas futuros de defensa de Israel; segundo garantizar el progreso de los proyectos ingresándolos a las capacidades operacionales llevándolos a su escala máxima de desarrollo. Esta encabeza de un brigadier general y está conformado por personal civil y militar, investigadores e ingenieros con educación avanzada. Está integrada por los siguientes departamentos relacionados con asuntos aeroespaciales (IMoD, 2021d):
  - Departamento de misiles y cohetes: encargado del desarrollo de sistemas de misiles y cohetes, UAVs, y soportar sistemas de varias ramas de las Fuerzas de Defensa de Israel (IMoD, 2021d).
  - Departamento de optrónicos: es el encargado de desarrollar componentes tecnológicos y antenas para sistemas electro-ópticos para operar en el aire y en la tierra (IMoD, 2021d).
  - Departamento de Comunicaciones, Comando y Control: son los responsable de desarrollar tecnologías en C3 con énfasis en ciber, comunicación satelital, sistemas de comando y control y navegación (IMoD, 2021d).
  - Departamento de sistemas: son los encargados de investigar y desarrollar tecnologías en los campos de radares, guerra electrónica, ondas acústicas, sensores RF y campos relacionados (IMoD, 2021d).
  - Departamento de Pequeñas Unidades: es el encargado del desarrollo, producción y entrega de productos de microelectrónica para sistemas más grandes (IMoD, 2021d).
  - Departamento de Análisis de Desempeño: apoya los procesos de toma de decisiones estudiando las nuevas tendencias tecnologías y analizando cómo se pueden aplicar para las Fuerzas de Defensa de Israel y sus requerimientos, a través de herramientas de evaluación cuantitativa y científicas para su aplicación, como juegos de guerra, simulación computacional, pruebas, procesamiento y análisis (IMoD, 2021d).
  - Departamento Jefe de Tecnología: se encarga de liderar el desarrollo de tecnologías disruptivas, garantiza la calidad de los productos producidos por el DDR&D, apoya la integración y apropiación de las tecnologías, a las Fuerzas de Defensa de Israel, y es el encargado del Centro de innovación del Ministerio de Defensa (IMoD, 2021d).

**Figura 38** Estructura del Ministerio de Defensa de Israel.



Fuente: Ministerio de Defensa de Israel (IMoD, 2021c)

- **Unidades de Infraestructura para la investigación y la tecnología:** encargados de construir capacidades estratégicas en I+D, su misión es identificar, desarrollar y promover diferentes soluciones tecnológicas, para direccionar a Israel a suplir sus necesidades de seguridad. Su enfoque principal es generar las facilidades, infraestructura y capacidades de simulación, para el desarrollo de tecnología cuántica, nano-tecnología y micro tecnología, protección autónoma, física, espacio y energía, medicina militar, ergonomía, ingeniería aeroespacial, energía y química de materiales (IMoD, 2021g)
- **La organización de defensa de Misiles de Israel (IMDO):** es el responsable por el desarrollo, administración y mejora de los sistemas de defensa incluyendo interceptores, lanzadores, radares, sistemas de comando y control, conexión en red etc. (IMoD, 2021b),
- **La Administración de Vehículos No Tripulados:** es la responsable del desarrollo y

producción de UAV rentables eficientes y avanzados de niveles inferior, superior e intermedio (IMoD, 2021h)

- **La Administración del Espacio y Satélites:** son los responsables del programa espacial de defensa, desarrollando satélites y lanzándolos, para garantizar la independencia espacial de Israel (IMoD, 2021f).

### **Estructura de la industria de aeroespacial y de defensa:**

Sus productos de exportación más fuertes en 2018 fueron: misiles y sistemas de defensa de misiles el 24% Sistemas aéreos no tripulados el 15%, sistemas electrónicos de defensa y radares 14%, actualizaciones y mantenimientos de equipos vendidos 14%, sistemas de comunicaciones e inteligencia espacial 6%. Aproximadamente el 9% del presupuesto Israel, se utiliza en defensa del cual el 2.5% es para investigación básica y aplicada (SIPRI, 2019). En el desarrollo de tecnologías aeroespaciales se desatanca Israeli Airspace Industries (IAI), Elbit Systems y RAFAEL, donde el gobierno de Israel es el dueño en un 67%, 93% y 100% respectivamente (Broude et al., 2013).

El DDR&D se encarga a través de sus divisiones realizar los acuerdos de cooperación con la academia, los institutos de investigación, compañías de alta tecnología, la industria de defensa y los militares, para combinar tecnologías congruentes y encontrar soluciones a las brechas operacionales.

Las Unidades de Infraestructura para la investigación y la tecnología se encarga de garantizar y mantener la colaboración entre todas las dependencias del DDR&D y estimular su relacionamiento con otras organizaciones de investigación de Israel, mantienen contacto con los niveles más altos de la comunidad internacional en investigación y desarrollo, bajo una visión a largo plazo de obtener capacidades operacionales (IMoD, 2021g).

El Ministerio de Defensa de Israel tiende a influenciar los requerimiento de defensa que adelanta el Departamento de Producción y Adquisiciones para estimular el desarrollo de ciertas regiones, un ejemplo de este tipo, fue la adquisición de los aviones F- 35 a los Estados Unidos, donde en la compensación de los créditos Offset, hicieron una transferencia de mercado y de tecnología a las empresas israelitas, en el cual Lockheed Martin ordenó (01) un billón de dólares en componentes para el F-35 a empresas israelitas (Donatas, 2019).

El desarrollo del armamento se desarrolla en cooperación con las Fuerzas de Defensa de Israel, pero ellos no se comprometen a comprarlos, esto permite una importante mejora la competitividad de la industria, entendiendo que su éxito está en tener una industria de defensa sana, en la superioridad

tecnológica, bajo una estrategia de interacción con otras industrias de defensa a nivel mundial, con universidades fuertes, con comunidades de emprendimiento de base tecnológica de continuo crecimiento, con fácil acceso al capital de riesgo público y privado, con programas de incubadoras tecnológicas desarrollados y robustos, clústeres de alta tecnología y leyes que favorecen la inversión extranjera con beneficios tributarios (Broude et al., 2013).

Israel después de la guerra de los mil días le impusieron una serie de restricciones económicas y de suministro de armamento que los obligó a volverse autosuficientes, para afrontar las amenazas extranjeras a las que se encontraban expuestos, tuvieron que impulsar su industria en los años 80s, desarrollando las siguientes estrategias (Broude et al., 2013):

- Sus propias fuerzas de defensa no compraban sus productos, sino eran más económicos y de la misma calidad o mejor que la que ofrecían compañías extranjeras
- Se enfocaron en submercados de países en vía de desarrollo con armamento de producción simple, enfocándose en la actualización de equipos militares usados, expansión de la industria con procesos de cooperación con industrias locales, y comprando empresas locales.
- Desarrollo de joint venture y joint markets con empresas de defensa extranjeras de mayor envergadura para atender otros mercados y la coproducción de productos.
- Confianza en su personal científico y utilizaron fuerza laboral con experiencia en temas militares y altamente capacitados.
- Expansión de conocimientos a través de adaptación y aprendizaje por imitación (copiando tecnologías extranjeras como los aviones K-FIR copiados de los Mirage franceses).

## **5.5 OTAN**

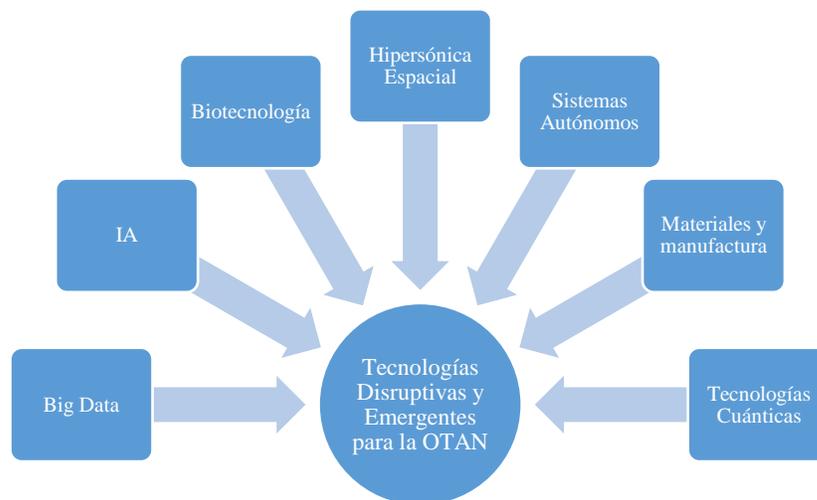
La OTAN, es una alianza de países con ideas afines, sobre la lucha por la paz, la seguridad y la estabilidad en su área de influencia del océano del Atlántico Norte. Proporcionando el marco esencial para la colaboración de defensa y seguridad en el espectro operativo, de defensa colectiva, gestión de crisis o seguridad cooperativa (Reding & Eaton, 2020). La OTAN tiene el compromiso de resolución pacífica de controversias, pero cuando los esfuerzos diplomáticos no dan fruto, la fuerza militar emprende operaciones de gestión de crisis. Estas operaciones se llevan a cabo bajo la cláusula de defensa colectiva del tratado fundacional de la OTAN (Artículo 5 del Tratado de Washington) o por mandato de las Naciones Unidas, por sí sola o en cooperación con otros países y organismos internacionales (NATO, 2022).

## Gestión de Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa

La gestión de la ciencia y tecnología de la OTAN es liderada por la STO (Research & Technology Agency) radicada en París y se desarrolla a través de dos modelos de gestión complementarios:

- Un **modelo colaborativo**, donde la OTAN proporciona un foro, donde las naciones de la OTAN y sus aliados pueden utilizar sus propios recursos nacionales para definir, promover y realizar investigación tecnológica en cooperación con los aliados (Reding & Eaton, 2020).
- Un **modelo de suministro propio** de ciencia y tecnología, donde este tipo de actividades se realizan con las infraestructura, medios y personal necesarios para optimizar y mejorar las operaciones de la OTAN con recursos del país miembro, partner o de la misma OTAN (Reding & Eaton, 2020).

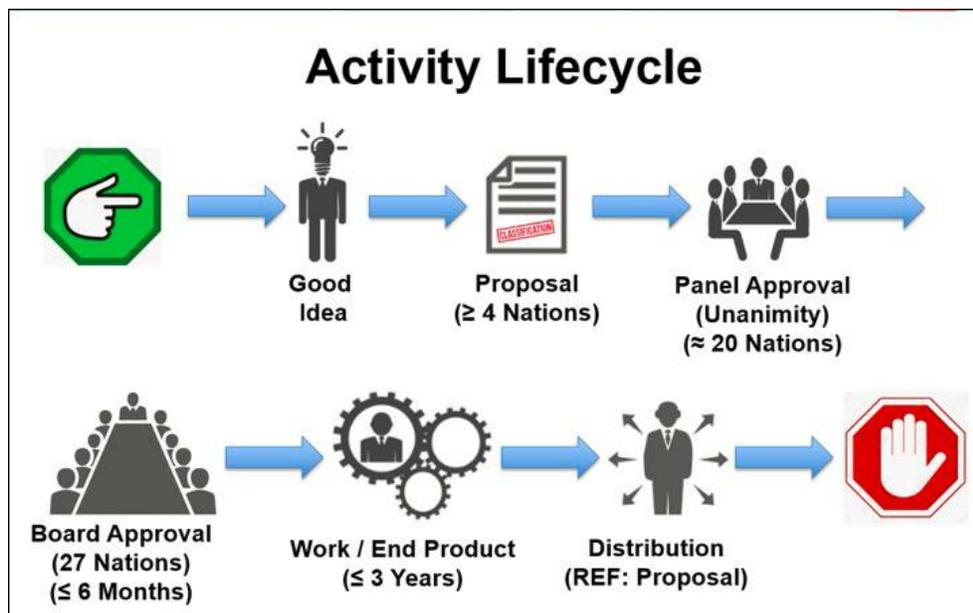
**Figura 39** Tecnologías para su enfoque estratégico.



Fuente: Elaboración propia información tomada de (Reding & Eaton, 2020)

El espectro total del Esfuerzo Colaborativo es abordado por seis Paneles Técnicos que gestionan una amplia gama de Actividades de Investigación Científica, un Grupo especializado en Modelado y Simulación, además de un Comité dedicado a apoyar las necesidades de Gestión de la Información y el Conocimiento de la organización (Reding & Eaton, 2020).

**Figura 40** Ciclo de vida de Actividades de Ciencia y Tecnología de la OTAN.



Fuente: (NATO, 2020)

Las actividades se desarrollan en un ciclo que inicia con la generación de la idea, la cual debe ser propuesta por 4 o más naciones, generando un TAP (Technical Activity Proposal), el cual debe ser aprobado por el panel que corresponda de forma unánime y que está conformado por aproximadamente 20 naciones. Posterior pasa a una junta de aprobación de ciencia y tecnología conformado por 27 naciones por un periodo de más o menos 6 meses, quien otorga la aprobación para trabajar y entregar el producto final, en un plazo menor o igual a tres años, el cual después que se tenga un resultado se procede a distribuir entre los países miembros de acuerdo a una propuesta formal presentada por la organización (NATO, 2020).

Las actividades claves definidas por la OTAN que se comportan como el atractor principal y determinan el enfoque estratégico para el desarrollo de la ciencia y tecnología en esta organización como se relacionan a continuación(NATO, 2021b):

- Facilitar la cooperación mutuamente beneficiosa sobre cuestiones de interés común. Incluidos los esfuerzos internacionales para hacer frente a los desafíos de seguridad emergentes, los cuales se clasifican de la siguiente forma (NATO, 2021b):
  - Contraterrorismo
  - Seguridad Energética
  - Ciberdefensa
  - Defensa contra agentes químicos, biológicos, radiológicos y nucleares.
  - Seguridad Ambiental

- Mejorar el apoyo a las operaciones y misiones dirigidas por la OTAN (NATO, 2021b).
  - Soporte a personal civil
  - Proveer el acceso a la información a través de la conectividad de internet en el programa SILK- Afganistán.
  - Aspectos sociales y culturales en operaciones y misiones militares.
- Aumentar el conocimiento de los avances en materia de seguridad y alerta temprana, con miras a prevenir crisis (NATO, 2021b):
  - Seguridad relacionada con tecnologías avanzadas
  - Detección y remoción de minas y municiones sin detonar
  - Aspectos humanos y sociales de la seguridad relacionados con los objetivos estratégicos de la OTAN.
  - Seguridad fronteriza y portuaria
- Cualquier proyecto claramente vinculado a una amenaza a la seguridad que no esté definida de otra manera por estas prioridades, también puede ser considerado para financiamiento bajo el Programa SPS (NATO, 2021b).

### **Organización**

El objetivo de la STO es satisfacer, obteniendo el máximo beneficio posible, las necesidades colectivas de la OTAN y de las Naciones en el ámbito de Ciencia y Tecnología. Constituye la mayor organización internacional dedicada a la cooperación en I+D con un enfoque en defensa, cuenta con más de 5000 expertos pertenecientes a los países OTAN y a las naciones aliadas. La comunidad de ciencia y tecnología de la OTAN debe: mantener la ventaja científica y tecnológica de la OTAN al generar, compartir y utilizar conocimiento científico avanzado, desarrollos tecnológicos e innovación para apoyar las principales tareas de la alianza (NATO, 2021d; Reding & Eaton, 2020).

El trabajo científico y tecnológico de la STO, lo llevan a cabo los denominados Grupos de Trabajo Técnicos, son grupos temporales que se establecen dentro de las áreas tecnológicas de la STO para la realización de actividades específicas, que pueden abarcar desde la realización de estudios sobre temas científicos, tecnológicos u operativos hasta la organización de eventos como simposios, conferencias y talleres (*workshops*), pasando por la realización de demostraciones y experimentos tecnológicos (Reding & Eaton, 2020). Los Paneles Técnicos, cubren el espectro completo de tecnologías de defensa. En la actualidad, la STO cuenta con los siguientes paneles:

- **AVT (Applied Vehicle Technology), Panel de Tecnología aplicada a vehículos:** El AVT, que comprende más de 1000 científicos e ingenieros, trabaja en mejorar el rendimiento, la confiabilidad, la asequibilidad y la seguridad de los vehículos mediante el avance de las tecnologías adecuadas. El Panel aborda tecnologías de plataforma para vehículos que operan en todos los dominios (terrestre, marítimo, aéreo y espacial), tanto para sistemas nuevos como antiguos (NATO, 2021d; Wells, 2019). Para lograr esta misión, los miembros de la comunidad AVT explotan su experiencia conjunta en los campos de (Wells, 2019):
  - Sistemas, estructuras y materiales mecánicos
  - Sistemas de propulsión y potencia
  - Rendimiento, estabilidad y control, física de fluidos
- **HFM (Human Factors and Medicine), Panel de Medicina y factores humanos:** La misión del HFM es proporcionar la base científica y tecnológica para optimizar la salud, la protección humana, el bienestar y el desempeño del ser humano en entornos operativos teniendo en cuenta la asequibilidad. Esto implica comprender y asegurar la compatibilidad física, fisiológica, psicológica y cognitiva entre el personal militar, los sistemas tecnológicos, las misiones y los entornos (NATO, 2021d; Wells, 2019).
- **IST (Information Systems Technology): Panel de Tecnología de Sistemas de Información.** Promueve e intercambia tecnologías para proporcionar información oportuna, asequible, confiable, segura y relevante para mejorar los sistemas C3I, incluido un enfoque especial en la interoperabilidad y la seguridad cibernética (NATO, 2021d; Wells, 2019).
- **SAS (Systems Analysis and Studies): Panel de Estudios y Análisis de Sistemas.** La misión del Panel SAS es (NATO, 2021d; Wells, 2019):
  - Realizar estudios y análisis de carácter operativo y tecnológico.
  - Promover el intercambio y desarrollo de métodos y herramientas para el análisis operativo aplicado a problemas de defensa.
- **SCI (Systems Concepts and Integration), Panel de Integración y Conceptos de Sistemas:** La misión del SCI es promover el conocimiento sobre sistemas avanzados, conceptos, integración, técnicas de ingeniería y tecnologías en todo el espectro de plataformas y entornos operativos para asegurar capacidades rentables en el área de la misión (NATO, 2021d; Wells, 2019).
- **SET (Sensors & Electronics Technology), Panel de Tecnología de sensores y electrónica:** El SET trabaja en tecnologías de electrónica y sensores pasivos / activos, para fortalecer la

capacidad operativa y contribuir al cumplimiento de resultados militares estratégicos. (NATO, 2021d; Wells, 2019).

- **NMSG (NATO Modelling and Simulation Group): Grupo OTAN de modelado y simulación.** La misión del NMSG es promover la cooperación para maximizar la utilización efectiva del modelado y la simulación (NATO, 2021d; Wells, 2019).

### **Estructura del sector aeroespacial y de defensa:**

El Mando Aliado de Transformación (ACT), tiene la responsabilidad de conectar a la industria con los aspectos operativos y transformacionales, reuniendo en sus foros a representantes de la industria, la academia y la defensa para discutir temas como la interoperabilidad y la preparación aliada. Finalmente, la OTAN, a través del Proceso de Planeación y Defensa (NDPP) establece un plan de 4 años en donde los aliados plantean los objetivos a cumplir durante ese lapso de tiempo (Fiott, 2018; Reding & Eaton, 2020).

No obstante, a pesar de las fuertes presiones del STO para la realización de grandes inversiones en I+D, no todos los aliados cumplen con los objetivos propuestos por el NDPP, existiendo siempre algunas naciones como Estados Unidos que realizan mayores inversiones y esfuerzos para la investigación del sector defensa, llevando a uno de los grandes problemas que presenta esta organización, que las empresas norteamericanas son las más beneficiadas dejando a un lado de los proceso de cooperación en I+D a la gran mayoría de las compañías de los países miembros (Fiott, 2018).

La OTAN en el año 2013 desarrollo el Framework for NATO Industry Engagement para mejorar su relación con la industria y soportar el concepto estratégico de la OTAN. En este documento establecieron que hay dos roles en el cual la industria es un actor importante para el cumplimiento de la misión de la OTAN; la defensa Inteligente, para desarrollar soluciones multinacionales para los países de la OTAN que generen oportunidades de cooperación y fortalezcan las pequeñas y medianas empresas con su contribución al desarrollo de capacidades, y la iniciativa de contactar las fuerzas, con soluciones de entrenamiento, ejercicios de experimentación, demostraciones y pruebas, que permitan mantener y mejorar las capacidades de las tropas (NATO, 2021a).

Para el desarrollo de procesos de colaboración con la industria para el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología cuentan con la Collaborative S&T Support Office (CSO) que es el encargado de promover la cooperación en investigación e intercambio de información con la industria y las contribuciones de los países aliados y partners. Asimismo, provee de asistencia administrativa a los miembros de los paneles de la STO, sirviendo como conexión entre los científicos de las naciones, ingenieros e información especializada con las comunidades militares, a través de los sitios web y bases de datos (NATO, 2021c)

Para el desarrollo de la gestión de sus actividades de colaboración en ciencia y tecnología, han creado un marco que funciona como una taxonomía de actividades que se desarrollan a través de sus seis paneles que se ejecutan anualmente de acuerdo lo establecido en Collaborative Programme of Work (NATO, 2020) como se relaciona a continuación:

- Conferencias de Investigación (RLS)
- Talleres de Investigación (RWS)
- Reunión de Especialistas de Investigación (RSM)
- Orientación avanzada para la investigación y el desarrollo de la Alianza (AGARD)
- Estudio científico a largo plazo (LTSS)
- Aplicación de Estudios Miliars (MAS)

## **5.6 Créditos OFFSET**

El offset es una obligación contractual, una práctica legal de modalidad de comercio que forma parte de los contratos de defensa entre dos países, que combina acuerdos vinculantes de compra y venta, que permuta como una cooperación industrial. Puede considerarse como una forma de compensación entre países emergentes y países industrializados. Los offset deben obedecer a una estrategia que propenda por la competitividad internacional, un objetivo geopolítico como ser la independencia gradual tecnológica y autonomía en la decisión de temas críticos de la defensa, seguridad y energía, con indudable repercusión en la generación y mejora del empleo, bienestar social y el aumento en el ingreso de divisas. El offset es considerado como un potenciador en el desarrollo estratégico nacional, estimulando el desarrollo de investigaciones tecnológicas para las Fuerzas Armadas y es considerado como un modelo de desarrollo de políticas industriales estratégicas que puede manejar un país en un contexto de crecimiento tecnológico (Aramayo, 2019).

El aplicar los offset implican muchos beneficios para la sociedad y la defensa de una nación como los define (Zagal, 2007):

- Genera un “efecto derrame” de conocimiento que fortalecen los intereses económicos e industriales de un país.
- Acceso a tecnologías avanzadas que permiten fortalecer las PYMES.
- Adquirir capacidades en mantenimiento sobre un sistema durante su ciclo de vida.
- Certificaciones de personal, en formación e industriales a Pymes locales para el desarrollo de proveedores TIER autorizados por las OEM y relación con otros Clústeres.
- Equilibrio de la balanza comercial.
- Sustitución de importaciones. Que permita disminuir la dependencia tecnológica en el acceso a repuestos y actualizaciones.
- Traslado de demanda con la presencia industrial nacional en mercados internacionales
- Generación de proyectos propios con nuevos modelos de negocios militares y civiles.
- Participación en proyectos regionales con otros clústeres.

Las actividades que se comercializan entre esos contratos de offset pueden ser: la capacitación del capital humano, participación industrial local, transferencia de tecnología al país comprador, la salida comercial de otros bienes y servicios, como también proyectos de beneficio social (Aramayo, 2019).

El gobierno funciona como un impulsor de demandas, que orientan y motivan la ejecución de proyectos, como en el caso de los Estados Unidos con su tercera estrategia de OFFSET, la cual tiene como objetivo propiciar un salto cualitativo tecnológico-militar que permita a EEUU compensar los avances estratégicos alcanzados recientemente por sus principales adversarios geopolíticos que ponen en riesgo su capacidad de proyección actual (Simon, 2015).

Esto se refleja en lo establecido por el Senado de los Estados Unidos, a través del *S.1373 - Defense Offsets Disclosure Act* de 1999, donde define a los *offsets* en su sección 4ª en el comercio de defensa internacional, como:

*... the entire range of industrial and comercial benefits provided to foreign governments as an inducement or condition to purchase military goods or services, including benefits such as coproduction, licensed production, subcontracting, technology transfer, in-country procurement, marketing and financial assistance, and joint ventures...*

Los acuerdos de compensación con créditos offset son herramientas valiosas para recortar las brechas con transferencia de tecnología, donde puede generarse una compensación directa que puede tomar forma de subcontratación, coproducción, transferencia de tecnología, producción bajo licencia

o capacitación, o mediante compensaciones indirectas que obligan al productor de defensa a orquestar inversiones fuera del sector. Las compensaciones pueden ser vinculantes en el acuerdo de compra o pueden ser flexibles en la forma en que el proveedor cumple con sus obligaciones (Amarante & Franko, 2017a).

Para evitar que estos costos arruinen los presupuestos, los países expanden las economías de escala y obtienen ganancias de eficiencia a través de acuerdos de producción conjunta, para aliviar las presiones presupuestales que afectan las Fuerza Militares de todo el mundo, esta producción cooperativa se ha convertido en la estrategia preferida. Este enfoque no se limita al sector de la defensa si no que se expande a otros sectores abriendo camino en la cadena de valor global para el abastecimiento global de productos y servicios, donde los socios internacionales producen el segmento en el que son mejores y tercerizan parte de la producción, elementos que caracterizan el nuevo panorama productivo internacional. Asimismo, la producción de defensa ha pasado de ser proveedores nacionales a una red global de integradores que permiten gestionar el riesgo mejor, que trabaja en manejar un equilibrio entre la sostenibilidad de la economía, la autonomía en la seguridad y la globalización de la producción y la tecnología (Amarante & Franko, 2017a).

## **5.7 Conclusiones**

Los temas de I+D+i en defensa en los países desarrollados corresponde a una política nacional, la cual integra las capacidades de la triada universidad-empresa-estado para generar una estructura innovadora constante y sostenible en el tiempo (un sistema). Por tal motivo es común que dentro de sus estructuras tecnológicas de Defensa tenga dependencias que faciliten el desarrollo industrial, entendiendo, que los desarrollos tecnológicos que se logren para solucionar un problema de seguridad y defensa, pueden llegar a tener una aplicación dual e impulsar el crecimiento económico de una nación (Broude et al., 2013).

El éxito en la innovación tecnológica en aspectos de defensa está determinado por la profundidad de la configuración de la triple hélice para el desarrollo tecnológico, generando capacidades en los contratistas con tecnologías transversales que diversifican la economía (Amarante & Franko, 2017a). Construyendo redes de cooperación y colaboración con fuertes relaciones y conexiones entre los actores de la industria, las universidades y las entidades de defensa, en diferentes niveles nacionales y supra nacionales, que facilitan el intercambio de conocimiento, con individuos altamente capacitados, la realización de pruebas y evaluaciones a los productos de defensa con infraestructura de innovación compartida (Rao et al., 2019).

Se pudo evidenciar que los países analizados, cuentan con infraestructura en I+D y dependencias para sostenerla y modernizarla constantemente, para no perder capacidades de I+D+i. Soportadas por políticas y normas, con financiamiento nacional y local (J. A. R. López & Torres, 2020).

La cultura es un factor clave a la hora de explicar los procesos de aprendizaje organizacional y la capacidad de innovación de las organizaciones. En estos países la cultura es creativa, flexible y orientada hacia la resolución de problemas, valoran el emprendimiento y la innovación, apreciando la identificación de lecciones aprendidas (Jordán, 2015a), estos países han demostrado un comportamiento adaptativo, para garantizar su supervivencia, aprendiendo rápidamente de sus lecciones históricas e incorporándolas para el fortalecimiento de su seguridad y defensa nacional. Una práctica común es que tienen una cultura tecnocentrista (todas sus necesidades buscan solucionarlas a través de la I+D), con un intelectualismo pragmático orientado a la obtención de resultados prácticos que solucionen sus necesidades de seguridad y defensa.

Las organizaciones de defensa analizadas, garantizan el desarrollo continuo de la “capacidad de absorción” para prever, comprender y absorber tecnologías, orientadas a la misión. (Jordán, 2015a). Utilizando los créditos offset como mecanismo para absorber tecnologías, en su cadena productiva nacional, aprovechando su poder de negociación, al realizar grandes compras de defensa. interviniendo los términos de compensación, en los acuerdos de venta o producción conjunta (Amarante & Franko, 2017a).

La justificación de compras de sistema de seguridad y defensa, la realizan sobre elementos adyacentes y las capacidades tecnológicas que adquirirá el país, tales como, mejoras de capacidades industriales, generación trabajos locales altamente calificados y crecimiento de exportaciones de alto valor agregado, creación de nuevas industrias y/o transferencias de mercados. Esto bajo una proyección clara de la contribución a la seguridad nacional, al desarrollo económico y social de sus países (Amarante & Franko, 2017a).

Los países analizados utilizan la “especialización inteligente” para la generación de políticas, que establecen los dominios tecnológicos con mayor potencial competitivo, a nivel regional y global, utilizando de forma eficiente el potencial de innovación existente (recursos humanos, infraestructura, empresas, clústeres, relaciones etc.) para la creación de sectores emergentes. (Miller et al., 2014)

Muchos autores coinciden en que la clave está en la educación para el desarrollo de industrias de alta tecnología; el desarrollo de políticas que permitan obtener grados avanzados de experiencia;

cooperación internacional que beneficie la Academia y la industria (Broude et al., 2013). Los países analizados han diseñado programas para apoyar el desarrollo de carreras STEM de forma permanente, que generen masa crítica de conocimiento de forma sistemática.

La industria aeroespacial de defensa se caracteriza por altos estándares de calidad, seguridad y operación. (Rao et al., 2019). Por consiguiente, trabajan constantemente en crear una industria con capacidad de exportar y reducir importaciones, para buscar su autosuficiencia. En el caso de Israel busca que del 20 al 30 % de los ingresos de sus empresas sean producto de exportaciones (Jordán, 2015a), Brasil trabaja en eliminar sus importaciones y EEUU y China soportan en su totalidad todas sus necesidades de defensa con su industria local.

En conclusión, el gasto en defensa puede tener un efecto positivo en la tasa de crecimiento, sin embargo, no es una solución a un crecimiento sostenible ni mejora de las condiciones macrosociales para disminuir la violencia. También puede generar efectos positivos sobre el resto de la economía en actividades como la inversión extranjera directa, la estabilidad normativa, infraestructuras, empleo, tecnología, formación de capital humano, inversión, demanda etc. que deben ser investigados y potenciados (Vargas Pulido & Godoy Estrella, 2013).

Finalmente, Esto permitió desarrollar la variable “Prácticas y Mecanismos para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales (X8)” y los siguientes indicadores: 4.1 Cultura de la Innovación, 4.2 Transferencia de Tecnología a la industria desde la Academia y el estado, 4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria, 4.4 Créditos Offset, 4.5 Programas de apoyo áreas STEM. Para cada uno de los indicadores se establecieron sus variables indicadores, determinados por el trabajo realizado en los ANEXO H Operacionalización de Variables, ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores, ANEXO J Relación Indicadores y preguntas para cuestionarios, obteniendo como resultado lo establecido en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas.

## Capítulo VI Metodología

### 6.1 Operacionalización de Variables

De acuerdo a las cuatro dimensiones desarrollado en el marco teórico de Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa, Ecosistemas de innovación, Modelo de la Triple Hélice y Modelos de gestión se desarrollaron las variables que se describen en el ANEXO G Cuadro Metodológico y ANEXO H Operacionalización de Variables, donde se definen la variable dependiente y las variables independientes de la investigación

### 6.2 Formalización de Indicadores

Las variables desarrolladas en la sección 6.1 Operacionalización de Variables, en el ANEXO H Operacionalización de Variables, permitieron formalizar 21 indicadores y 108 variables indicadores, identificadas en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas.

### 6.3 Esquema de Variables e Indicadores

Las variables dependientes (endógena), independientes (variables latentes) e indicadores (variables indicadoras), que se pudieron determinar para la investigación son los siguientes:

**Tabla 19** Variables Dependiente, Independientes, latentes y /o Constructos

<b>Variables Latentes/ Constructos</b>			
<b>a. Eje Triple Hélice (V. Independiente)</b>	<b>b. Eje Ecosistema de Innovación (V. Independientes)</b>	<b>c. Eje Modelos de Gestión (Variable Dependiente-Endógena)</b>	<b>d. Eje proyectos de I+D+i aeroespaciales de Defensa (V. Independiente)</b>
X1. Integración Triple Hélice	X2. Inteligencia colaborativa (Cocreación)	X7. Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	X8. Prácticas comunes para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa

	X3. Inteligencia Colectiva (Coevolución)		
	X4. Competitividad		
	X5. Procesos de Cooperación con otras organizaciones		
	X6. Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad		

Fuente: Elaboración Propia

Las variables, indicadores y preguntas para los cuestionarios se obtuvieron como se encuentran relacionados en el ANEXO G Cuadro Metodológico, ANEXO H Operacionalización de Variables, ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores, obteniendo los resultados que se relacionan en la Tabla 20 Variable Dependiente, Variables Independientes, Variables Latentes e Indicadores de la Investigación.:

**Tabla 20** Variable Dependiente, Variables Independientes, Variables Latentes e Indicadores de la Investigación.

<b>Variables Dependiente / Variables Latente (VL) o Constructo</b>	<b>Indicador (Causas)</b>
X7. Modelo de gestión tecnológica e innovación	3.1 Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación
<b>Variables Independientes / Variables Latente (VL) o Constructos</b>	<b>Indicadores (Causas)</b>
X1. Integración Triple Hélice	1.1 Espacios de interacción 1.2 Relaciones entre los componentes. 1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas 1.4 Universidades Emprendedoras 1.5 Empresas de base de conocimiento

	1.6 Capital de riesgo
X2. Inteligencia colaborativa	2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa
X3. Inteligencia Colectiva	2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (autoorganización)
X4. Competitividad	2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales 2.4 Activos de propiedad intelectual 2.5 Inversión en I+D+i 2.6 Transferencia de Tecnología 2.7 Inversión en Capacitación
X5. Procesos de Cooperación con otras organizaciones	2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial
X6. Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad	2.9 Redes de Conocimiento
X8. Prácticas comunes para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa	4.1 Cultura de la Innovación 4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado 4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria. 4.4 Créditos Offset 4.5 Programas de apoyo áreas STEM

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21** Variables indicadores y Preguntas

<b>Variab Depend Independ / Variable Latente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Factor Teórico evaluado</b>	<b>Variab Indicadoras</b>	<b>Preguntas Utilizadas</b>	<b>Observaciones</b>	
<b><u>X1.</u> Integración Triple Hélice</b>	<i>1.1 Espacios de interacción</i>	<i>Existencia de espacios de generación de Conocimiento</i>	<i>1.1.1</i>	D. Su organización participa en espacios de generación de conocimiento (espacios enfocados en la colaboración entre diferentes actores para mejorar las condiciones locales para las actividades de I+D+i que generen mayor competitividad en la región).	Ninguna	
		<i>Existencia de espacios de Innovación en el sector</i>	<i>1.1.2</i>	E. Su organización participa en espacios de innovación (espacios donde se trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial)	Se unifica con la variable indicador No 1.6.1 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
		<i>Existencia de espacios de consenso en el sector</i>	<i>1.1.3</i>	F. Su organización participa en espacios de consenso (espacios para analizar problemas, generar y ganar aceptabilidad y apoyo de nuevas ideas, para promover el desarrollo económico y social)	Ninguna	
	<i>1.2 Componentes de las Relaciones</i>	<i>Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT)</i>		<i>1.2.1</i>	G. Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures - Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento	Ninguna
				<i>1.2.2</i>	M. La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).	Se unifica con la variable indicador No 1.3.3 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Acuerdo o Contratos con actores del sector aeroespacial (Colaboración y Moderación de Conflictos)</i>	<i>1.2.3</i>	H. Acuerdo o contratos con otros actores del sector aeroespacial	Ninguna	
		<i>Proyectos de I+D+i liderados por la compañía en participación con otros actores (Liderazgo Colaborativo)</i>	<i>1.2.4</i>	I. Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)	Ninguna	
		<i>Networking</i>	<i>1.2.5</i>	J. Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos y/o la industria	Se unifica con la variable indicador No 1.3.6 y 1.4.4 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	

			<u>1.2.6</u>	T. Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento *Alianzas estratégicas *Comunidades de práctica profesional. *Redes de experto. *Redes de información: (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son abiertas y ordenada por contenido temático). *Redes de conocimiento formales (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)	Ninguna
<u>1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas</u>	<i>Existencia Infraestructura para la interacción y Existencia Entidades Híbridas</i>	<i>Centros de I+D+i</i>	<u>1.3.1</u>	L. La organización cuenta con laboratorios y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial	Ninguna
		<i>Parques Científicos</i>	<u>1.3.2</u>	N. La organización tiene o hace parte de un parque científico o tecnológico	Ninguna
		<i>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</i>	<u>1.3.3</u>	M. La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).	Se unifica con la variable indicador No 1.2.2 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Incubadoras</i>	<u>1.3.4</u>	AD. La institución cuenta con incubadoras empresariales o hace parte de una, para apoyar el emprendimiento de sus profesores y estudiantes	Se unifica con la variable indicador No 1.4.2, y 1.5.7, por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Universidades Emprendedoras * (1.4)</i>	<u>1.3.5</u>	K. La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el desarrollo del sector aeroespacial colombiano ESTADO - INDUSTRIA / La institución cuenta con una estrategia eficiente que impulse la interacción con la industria y su fortalecimiento con proyectos de I+D+i con sus programas en áreas STEM.	Se unifica con la variable indicador No 1.4.1 y 1.5.9 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.6</u>	J. Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos y/o la industria	Se unifica con la variable indicador No 1.2.5 y 1.4.4 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.7</u>	AE. ¿Cuántas Spin off, start up tiene conocimiento que se han generado en su universidad por docente o estudiante en áreas STEM y/o con la industria aeroespacial y/o de defensa en los últimos 5 años?	Se unifica con la variable indicador No 1.4.3 y 1.5.8 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC

		<i>Start-ups, Spin Off y Spin Out</i>	<u>1.3.8</u> P. Su organización ha utilizado espacios para emprendedores o conoce de la existencia de los mismos para apoyar el crecimiento del sector aeroespacial o en áreas STEM (edificios de emprendimiento, oficinas industriales, parques empresariales o científicos o tecnológicos etc.)	Se unifica con la variable indicador No 1.5.5 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Capital de Riesgo</i>	<u>1.3.9</u> AF. Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales	Se unifica con la variable indicador No 1.6.2 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.10</u> AG. Los proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales son recíprocos de acuerdo al capital de riesgo solicitado	Se unifica con la variable indicador No 1.6.3 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.11</u> AH. La calidad de las relaciones entre los inversionistas de riesgo (Corporaciones, fundaciones, Comunidades y Ángeles Inversionistas) permite el surgimiento de nuevas spin off y start ups sistemáticamente, producto de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales	Se unifica con la variable indicador No 1.6.4 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.12</u> <i>AI. La inversión de riesgo es importante para el desarrollo del sector aeroespacial colombiano o empresas en áreas STEM</i>	Se unifica con la variable indicador No 1.6.6 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.13</u> AM. Existe una tradición emprendedora en el sector aeroespacial colombiano (EMPRESAS)	Se unifica con la variable indicador No 1.6.7 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<u>1.3.14</u> O. Su organización ha recibido capital semilla de entidades públicas	Se unifica con la variable indicador No 1.6.5 y 1.5.4 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
<u>1.4 Universidades Emprendedoras</u>	<i>Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico</i>		<u>1.4.1</u> K. La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el desarrollo del sector aeroespacial colombiano ESTADO - INDUSTRIA / La institución cuenta con una estrategia eficiente que impulse la interacción con la industria y su fortalecimiento con proyectos de I+D+i con sus programas en áreas STEM.	Se unifica con la variable indicador No 1.3.5 y 1.5.9 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC

		<i>Incubadoras</i>	<u>1.4.2</u>	AD. La institución cuenta con incubadoras empresariales o hace parte de una, para apoyar el emprendimiento de sus profesores y estudiantes	Se unifica con la variable indicador No 1.3.4 y 1.5.7, por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Spin off creadas</i>	<u>1.4.3</u>	AE. ¿Cuántas Spin off, start up tiene conocimiento que se han generado en su universidad por docente o estudiante en áreas STEM y/o con la industria aeroespacial y/o de defensa en los últimos 5 años?	Se unifica con la variable indicador No 1.3.7 y 1.5.8 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Acuerdos de I+D+i con la industria</i>	<u>1.4.4</u>	J. Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos y/o la industria	Se unifica con la variable indicador No 1.2.5 y 1.3.6 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
<i>1.5 Empresas de base de conocimiento</i>	<i>Factores Humanos</i>	<i>Científicos e ingenieros trabajando para las empresas (STEM)</i>	<u>1.5.1</u>	AN. Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para labores de investigación y desarrollo de productos (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
		<i>Grupos de I+D+ o Departamentos de I+D</i>	<u>1.5.2</u>	AO. Su organización tiene Grupos de I+D+i o Departamentos de I+D+i (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
		<i>Docentes o investigadores que vengan de las Universidades y hayan montado una empresa en el sector.</i>	<u>1.5.3</u>	AP. Su organización fue conformada por docentes o investigadores que vengan de Universidades (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
	<i>Factores Materiales</i>	<i>Capital semilla para el sector</i>	<u>1.5.4</u>	O. Su organización ha recibido capital semilla de entidades públicas	Se unifica con la variable indicador No 1.3.14 y 1.6.5 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC

		<i>Espacios para emprendedores (edificios emprendimiento oficinas industriales parques empresariales o científicos etc.)</i>	<u>1.5.5</u>	P. Su organización ha utilizado espacios para emprendedores o conoce de la existencia de los mismos para apoyar el crecimiento del sector aeroespacial o en áreas STEM (edificios de emprendimiento, oficinas industriales, parques empresariales o científicos o tecnológicos etc.)	Se unifica con la variable indicador No 1.3,8 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
	<i>Factores Organizacionales</i>	<i>Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro</i>	<u>1.5.6</u>	AR. Su Organización ha sido parte de Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro	Ninguna
<u>1.5.7</u>			AD. La institución cuenta con incubadoras empresariales o hace parte de una, para apoyar el emprendimiento de sus profesores y estudiantes	Se unifica con la variable indicador No 1.3.4 y 1.4.2, por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
<u>1.5.8</u>		<i>Dentro de programas universitarios de formación empresariales para STEM se impulsa la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad</i>	AE. ¿Cuántas Spin off, start up tiene conocimiento que se han generado en su universidad por docente o estudiante en áreas STEM y/o con la industria aeroespacial y/o de defensa en los últimos 5 años?	Se unifica con la variable indicador No 1.3.7 y 1.4.3 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
<u>1.5.9</u>		K. La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el desarrollo del sector aeroespacial colombiano ESTADO - INDUSTRIA / La institución cuenta con una estrategia eficiente que impulse la interacción con la industria y su fortalecimiento con proyectos de I+D+i con sus programas en áreas STEM.	Se unifica con la variable indicador No 1.3.5 y 1.4.1 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC		
<u>1.6 Capital de riesgo</u>	<i>Capital Social</i>	<i>Existencia de Redes de capital de riesgo</i>	<u>1.6.1</u>	E. Su organización participa en espacios de innovación (espacios donde se trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial)	Se unifica con la variable indicador No 1.1.2 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Percepción de Confianza</i>	<u>1.6.2</u>	AF. Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales	Se unifica con la variable indicador No 1.3.9 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC

			<i>Percepción de Reciprocidad</i>	<u>1.6.3</u>	AG. Los proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales son recíprocos de acuerdo al capital de riesgo solicitado	Se unifica con la variable indicador No 1.3.10 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
			<i>Percepción de calidad de las Relaciones</i>	<u>1.6.4</u>	AH. La calidad de las relaciones entre los inversionistas de riesgo (Corporaciones, fundaciones, Comunidades y Ángeles Inversionistas) permite el surgimiento de nuevas spin off y start ups sistemáticamente, producto de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales	Se unifica con la variable indicador No 1.3.11 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
			<i>Presencia de Capital de riesgo privado (Ángeles inversionistas, fundaciones, fondos de inversión)</i>				
		<i>Capital Económico</i>	<i>Existencia de Capital de riesgo del gobierno en el Sector Aeroespacial</i>	<u>1.6.5</u>	O. Su organización ha recibido capital semilla de entidades públicas	Se unifica con la variable indicador No 1.3.14 y 1.5.4 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
			<i>Capital Cultural</i>	<i>Percepción hacia la inversión del riesgo</i>	<u>1.6.6</u>	AI. La inversión de riesgo es importante para el desarrollo del sector aeroespacial colombiano o empresas en áreas STEM	Se unifica con la variable indicador No 1.3.12 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Percepción de la Disposición al riesgo</i>					
		<i>Percepción Tradición de emprendedora</i>		<u>1.6.7</u>	AM. Existe una tradición emprendedora en el sector aeroespacial colombiano	Se unifica con la variable indicador No 1.3.13 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.1) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC	
		<b>X2:</b> <b>Inteligencia colaborativa</b>	<u>2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa</u>	<i>Formación de una suficiente memoria documentada de grupo o base de conocimiento</i>	<u>2.1.1</u>	AB. La organización cuenta con un sistema de gestión documental, donde se lleve registro de la documentación, procedimientos y manuales.	Ninguna
				<i>Consenso de grupo, interacciones y comentarios</i>	<u>2.1.2</u>	AC. La organización cuenta con cuerpos colegiados para la toma de decisiones, consenso colectivo y moderación de conflictos	Ninguna
<i>Establecimiento de un mecanismo grupales de moderación facilitación</i>							
<i>Promoción de pensamiento creativo e ilimitado</i>	<u>2.1.3</u>			AJ. Dentro de la organización tienen actividades y mecanismos para fomentar el pensamiento creativo individual y organizacional	Ninguna		

		<i>Promoción de mecanismos de aseguramiento de la calidad</i>	<u>2.1.4</u>	AK. La organización cuenta con mecanismos de aseguramiento de la calidad de sus productos	Ninguna
		<i>Uso tecnologías digitales para la innovación</i>	<u>2.1.5</u>	X. En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.	Ninguna
		<i>Redes de cooperación</i>	<u>2.1.6</u>	T. Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento *Alianzas estratégicas *Comunidades de práctica profesional. *Redes de experto. *Redes de información: (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son abiertas y ordenada por contenido temático). *Redes de conocimiento formales (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)	Ninguna
<b>X3:</b> <b>Inteligencia Colectiva</b>	<u>2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)</u>	<i>Misión, Visión, Grupo de Poder Producto o Servicio Colectiva (alineación de atractores y visión Colectiva)</i>	<u>2.2.1</u>	Q. Considera que la Misión, Visión, Grupo de Poder (sindicados, directivos etc.), productos o servicios y políticas de su organización permitirían trabajar con el sector defensa y aeroespacial colombiano en proyectos de I+D+i.	Ninguna
		<i>Políticas para integrarse con otras Organizaciones</i>			
		<i>Disposición económica y organizacional para trabajar con otros actores (Contratos de Joint Venture, uniones temporales) y proyectos de I+D+i)</i>	<u>2.2.2</u>	I. Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)	Ninguna
			<u>2.2.3</u>	G. Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures - Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento	Ninguna
		<i>Infraestructura tecnológica y competencias</i>	<u>2.2.4</u>	AD. La institución cuenta con incubadoras empresariales o hace parte de una, para apoyar el emprendimiento de sus profesores y estudiantes	Ninguna
			<u>2.2.5</u>	M. La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).	Ninguna
			<u>2.2.6</u>	L. La organización cuenta con laboratorios y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial	Ninguna

			<u>2.2.7</u>	AN. Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para labores de investigación y desarrollo de productos (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
			<u>2.2.8</u>	AO. Su organización tiene Grupos de I+D+i o Departamentos de I+D+i (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
		<i>Uso de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para el desarrollo de comunidades</i>	<u>2.2.9</u>	X. En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.	Ninguna
<b>X4.</b> <b>Competitividad</b>	<u>2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales</u>	<i>Proyectos de I+D+i realizados</i>	<u>2.3.1</u>	I. Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)	Ninguna
			<u>2.3.2</u>	R. La organización cuenta con certificaciones nacionales o internacionales de buenas prácticas en Investigación y desarrollo que aporten al desarrollo de productos en el sector Aeroespacial.	Ninguna
		<i>Personal idóneo para investigar</i>	<u>2.3.3</u>	AN. Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para labores de investigación y desarrollo de productos (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
		<i>Infraestructura tecnológica y competencias</i>	<u>2.3.4</u>	AD. La institución cuenta con incubadoras empresariales o hace parte de una, para apoyar el emprendimiento de sus profesores y estudiantes	Ninguna
			<u>2.3.5</u>	M. La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).	Se unifica con la variable indicador No 2.6.1 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.4) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC1
			<u>2.3.6</u>	L. La organización cuenta con laboratorios y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial	Ninguna
			<u>2.3.7</u>	AO. Su organización tiene Grupos de I+D+i o Departamentos de I+D+i (EMPRESAS/EN UNIVERSIDADES EXITEN COMO PARTE DE FUNCION SUSTANTIVA)	Ninguna
			<i>Grupos de I+D+i</i>		
	<u>2.4 Activos de propiedad intelectual</u>	<i>Registros de Propiedad Industrial (marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos etc.) (PI).</i>	<u>2.4.1</u>	S. La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor	Ninguna

		<i>Productos de derechos de autor (libros publicados, manuales, publicaciones técnicas, publicaciones científicas) (DA).</i>			
	<u>2.5 Inversión en I+D+i</u>	<i>Inversión en I+D+i de cada actor</i>	<u>2.5.1</u>	B. En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en su organización.	Ninguna
	<u>2.6 Transferencia de Tecnología</u>	<i>Mecanismos de transferencia de tecnología utilizados</i>	<u>2.6.1</u>	M. La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).	Se unifica con la variable indicador No 2.3.5 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.4) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC1
			<u>2.6.2</u>	G. Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures - Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento	Ninguna
	<u>2.7 Inversión en Capacitación</u>	<i>Inversión en Capacitación complementaria y de actualización. (ICC)</i> <i>inversión en Capacitación Posgradual (ICP)</i>	<u>2.7.1</u>	C. En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para capacitación posgradual y complementaria en su organización	Ninguna
<b><u>X5. Procesos de Cooperación con otras organizaciones</u></b>	<u>2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial</u>	<b><i>Reciprocidad Directa</i></b>	<u>2.8.1</u>	H. Acuerdo o contratos con otros actores del sector aeroespacial	Ninguna
		<i>Reciprocidad en Red</i>	<u>2.8.2</u>	T. Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento *Alianzas estratégicas *Comunidades de práctica profesional. *Redes de experto. *Redes de información: (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son abiertas y ordenada por contenido temático). *Redes de conocimiento formales (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)	Ninguna

				AQ. ¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de acuerdos, contratos o convenios de cooperación, para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI)(de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991 <a href="https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf">https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf</a> ) ? (múltiple respuesta)	Esta pregunta se realizó para determinar la red del sector aeroespacial colombiano y dar cumplimiento al resultado esperado No 01 del Objetivo 2 de identificar los nodos y enlaces de la red existente	
<b><u>X6. Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad</u></b>	<b><u>2.9 Redes de Conocimiento</u></b>	<i>Redes de gestión de conocimiento interno</i>		<b><u>2.9.1</u></b>	AB. La organización cuenta con un sistema de gestión documental, donde se lleve registro de la documentación, procedimientos y manuales.	Ninguna
				<b><u>2.9.2</u></b>	AC. La organización cuenta con cuerpos colegiados para la toma de decisiones, consenso colectivo y moderación de conflictos	Ninguna
		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alianzas estratégicas</li> <li>•Comunidades de práctica profesional</li> <li>•Redes de expertos</li> <li>•Redes de información</li> <li>•Redes de conocimiento formales</li> </ul>		<b><u>2.9.3</u></b>	T. Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento *Alianzas estratégicas *Comunidades de práctica profesional. *Redes de experto. *Redes de información: (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son abiertas y ordenada por contenido temático).*Redes de conocimiento formales (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)	Ninguna
<b><u>X7. características del modelo de gestión tecnológica e innovación</u></b>	<b><u>3.1 Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación</u></b>	<i>Primera Generación</i>	<i>Technology Push</i>	<b><u>3.1.1</u></b>	U. La innovación en su organización es generada por procesos de I+D	Ninguna
			<i>Demand Pull</i>	<b><u>3.1.2</u></b>	V. La innovación en su organización es direccionada por necesidades del mercado o internas	Ninguna
		<i>Quinta Generación</i>	<i>Integración de los proveedores y clientes finales en las actividades de desarrollo de productos.</i>	<b><u>3.1.3</u></b>	W. En el desarrollo de productos integra a sus proveedores y clientes finales	Ninguna
			<i>Uso de herramientas electrónicas y digitales para el desarrollo del proceso de innovación</i>	<b><u>3.1.4</u></b>	X. En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.	Ninguna

		<i>Desarrollo de proyectos con la participación otros actores internos y externos</i>	<u>3.1.5</u>	I. Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)	Ninguna
		<i>Mecanismos de acumulación de conocimiento</i>	<u>3.1.6</u>	AB. La organización cuenta con un sistema de gestión documental, donde se lleve registro de la documentación, procedimientos y manuales.	Ninguna
		<i>Alianzas estratégicas en el desarrollo de proyectos</i>	<u>3.1.7</u>	J. Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos y/o la industria	Se unifica con la variable indicador No 3.1.15 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
	<i>Modelo Temaguide</i>	<i>Vigilar</i>	<u>3.1.8</u>	Y. Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyé la toma de decisiones y evalué la competencia.	Se unifica con la variable indicador No 3.1.14 y 3.1.18 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Focalizar</i>	<u>3.1.9</u>	Z. La organización cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología eficiente, que permita focalizar el uso de los recursos.	Se unifica con la variable indicador No 3.1.13 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
		<i>Capacitarse</i>	<u>3.1.10</u>	C. En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para capacitación posgradual y complementaria en su organización	Ninguna
		<i>Aprender (retroalimentación)</i>	<u>3.1.11</u>	AK. La organización cuenta con mecanismos de aseguramiento de la calidad de sus productos	Ninguna
		<i>Implantar</i>	<u>3.1.12</u>	AA. La organización tiene formalizado un proceso de I+D+i, que permita la retroalimentación y la implementación de productos (guías, instructivos, procedimiento manual etc.).	Ninguna
		<i>Implantación del producto</i>			
	<i>Modelo Hidalgo</i>	<i>Estrategia tecnológica</i>	<u>3.1.13</u>	Z. La organización cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología eficiente, que permita focalizar el uso de los recursos.	Se unifica con la variable indicador No 3.1.9 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC

			<i>Evaluación de la competencia</i>	<u>3.1.14</u>	Y. Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyó la toma de decisiones y evaluó la competencia.	Se unifica con la variable indicador No 3.1.8 y 3.1.18 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<i>Incremento patrimonio tecnológico</i>	<u>3.1.15</u>	J. Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos y/o la industria	Se unifica con la variable indicador No 3.1.7 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
				<u>3.1.16</u>	G. Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures - Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento	Ninguna
				<u>3.1.17</u>	B. En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en su organización.	Ninguna
			<i>Vigilancia Tecnológica</i>	<u>3.1.18</u>	Y. Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyó la toma de decisiones y evaluó la competencia.	Se unifica con la variable indicador No 3.1.8 y 3.1.14 por ser la misma pregunta dentro de la misma variable latente (X.7) y no generar errores de extrema colinealidad en el software Smart PLC
			<i>Protección de la P.I</i>	<u>3.1.19</u>	S. La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor	Ninguna
<b><u>X8. Prácticas comunes para el Desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa</u></b>	<u>4.1 Cultura de la Innovación</u>	<i>Tecnocentrismo, Orientación a lo práctico, Intelectualismo Pragmático</i>		<u>4.1.1</u>	AL. Su organización tiene una cultura tecnocentrista (es decir que busca en el desarrollo de tecnología como la primera opción para solucionar sus problemas y/o necesidades), con una orientación hacia las soluciones prácticas con objetivos alcanzables y funcionales.	Ninguna
	<u>4.2 Transferencia de Tecnológica a la industria desde la</u>	<i>Tecnologías transferidas</i>	<i>Uso de infraestructura de transferencia</i>	<u>4.2.1</u>	M. La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).	Ninguna

	<u>Academia y el estado</u>	ACADEMIA Y ESTADO	<i>tecnologías transferidas</i>	<u>4.2.2</u>	G. Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures - Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento	Ninguna
		<i>Política pública en Transferencia de tecnología</i>		<u>4.2.3</u>	ELEVAR CONSULTA AL MINCIENCIAS	La medición de esta variable es cualitativa a través de una consulta directa a MINCIENCIAS a través de derecho de petición.
	<u>4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria.</u>	Proyectos financiados por el estado que se reflejen en productos en el mercado.		<u>4.3.1</u>	TOMADO DEL TRABAJO DE FOCUS GROUP	Se extraerá esta medición de entrevistas a investigadores de la FAC.
	<u>4.4 Créditos Offset</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Participación en proyectos con Crédito Offset de actores de la TH</li> <li>•Offset destinados para proyectos de I+D Aeroespaciales.</li> <li>•Verificación estrategia offset</li> </ul>		<u>4.4.1</u>	<u>ELEVAR CONSULTA AL MINDEFENSA POR PQR</u>	La medición de esta variable es cualitativa a través de una consulta directa a MINDEFENSA con un derecho de petición.
	<u>4.5 Programas de apoyo áreas STEM</u>	Programas para fortalecer áreas STEM ACADEMIA Y ESTADO	ACADEMIA	<u>4.5.1</u>	K. La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el desarrollo del sector aeroespacial colombiano ESTADO - INDUSTRIA / La institución cuenta con una estrategia eficiente que impulse la interacción con la industria y su fortalecimiento con proyectos de I+D+i con sus programas en áreas STEM.	Ninguna
			ESTADO	<u>4.5.2</u>	ELEVAR CONSULTA AL MINDEFENSA POR PQR	La medición de esta variable es cualitativa a través de una consulta directa a MINDEFENSA a través de derecho de petición.

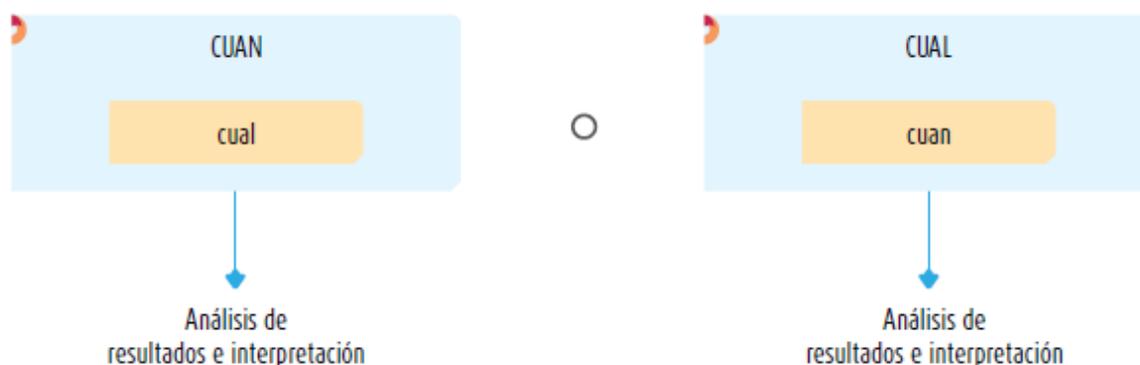
Fuente: Elaboración Propia

## 6.4 Descripción de la metodología

El enfoque de la investigación es de carácter mixto, porque permiten una perspectiva más amplia y profunda, mayor teorización, potencializar la creatividad teórica y mejor exploración y explotación de los datos, e implican recolección, análisis e integración de los datos cualitativos y cuantitativos. Las muestras son guiadas por propósito (Hernández Sampieri et al., 2014).

El diseño que se utilizó es el Diseño Anidado o Incrustado Concurrente de Modelo Dominante (DIAC), que plantea recolectar simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos, donde el método preponderante es el cuantitativo.

**Figura 41** *Diseño Mixto (DIAC)*



Fuente: Extraído de (Hernández Sampieri et al., 2014)

### 6.4.1 Objetivo Específico No 01: “Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia”.

Para dar cumplimiento a este objetivo se trabajó el enfoque cualitativo, con la recolección de datos secundarios que son los datos que se obtienen de fuentes internas o externas de la organización (Hernández Sampieri et al., 2014) y en cada uno de los resultados esperados se utilizó su propia técnica de recolección y análisis de información como se expone a continuación.

*Resultado esperado No 01: Desarrollo de propuesta de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice*

Para dar respuesta a este resultado esperado, se realizó un análisis bibliométrico y documental, y se aplicó la teoría fundamentada, que consta de los siguientes pasos, que abarcaron las etapas de planeación, recolección de información, organización, análisis e interpretación y presentación de resultados, propios de este tipo de técnicas (Hernández Sampieri et al., 2014):

1. Recolección de datos
  - Selección de Parámetros de Búsqueda (Planeación)
  - Aplicación de la búsqueda
2. Revisión de los datos
  - Análisis resultados (Colección de información)
    - Publicaciones por autor
    - Publicaciones por año
    - Publicaciones por afiliación
    - Publicaciones por país
3. Organizar los datos e información y preparar los datos para análisis
  - Selección publicaciones por conveniencia de la investigación (Organización)
4. Descubrir las unidades de análisis
  - Selección información componentes relevantes del Modelo de la Triple Hélice (MTH) (Análisis e Interpretación)
5. Codificación abierta de las unidades
  - La organización, análisis e interpretación teórica se presentaron en el Capítulo II. Modelo Triple Hélice, para identificar todos los componentes del MTH. las etapas de planeación análisis de resultados y presentación de resultados, se desarrollaron en el Capítulo VII Resultados y Discusión.
  - Planteamiento teórico de mecanismos para conectar los actores de la Triple Hélice (Presentación de Resultados).

*Resultado Esperado No 02 “Identificación de nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector, que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación”.*

Esta parte de la investigación busca asociar los conceptos del Capítulo III. Ecosistemas de innovación. Lo anterior, bajo un diseño transversal que busca identificar la red existente entre los actores de las universidades, las empresas y el estado. bajo un alcance descriptivo y correlacional-causal, en las siguientes fases (Hernández Sampieri et al., 2014):

1. Identificación de la realidad del fenómeno (se encuentra identificada en los antecedentes, identificación del problema y justificación del Introducción)

2. La presente investigación, se planteó desde las líneas de investigación de gestión del conocimiento y redes y gestión tecnológica de la Universidad Autónoma de Querétaro, en marco de la titulación para el Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación.

La investigación diseño un modelo de gestión tecnológica e innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, aplicando teorías y conceptos del Modelo de la Triple Hélice, ecosistemas de innovación, y practicas comunes en el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa de países referentes, construyendo una relación con modelos de gestión tecnología e innovación existentes, para desarrollar un modelo sectorial que permitiera articular los actores de la industria la academia y el estado, para generar tecnologías de alto valor agregado, que mejoren y fortalezcan la seguridad y defensa nacional.

En la actualidad, Colombia es un país que presenta una serie de dificultades por la ausencia de un modelo de gestión tecnológica e innovación en el sector aeroespacial de defensa, como lo son: una alta dependencia tecnológica por sus adquisiciones de defensa; los proyectos de defensa no generan un efecto derrame (spill over) que impacten positivamente la evolución de los actores productivos; se tienen inconveniente para la apropiación de tecnologías nacionales dentro de las FFMM; y se mantiene una Visión Académica de la I+D+i, poco pragmática y tecnocentrista (característica fundamental de los proyectos de I+D+i de defensa).

Lo anterior, porque no se tienen claros cuáles podrían ser los mejores mecanismos para trabajar con otros actores y la estructura de los actores más relevantes para el desarrollo de proyectos de I+D+i en sector aeroespacial de defensa, que permitan generar las condiciones habilitantes para generar relaciones permanentes y confiables, afectando la sostenibilidad de la CTeI de defensa, por la ausencia de un modelo de gestión e innovación que permita generar proyectos de I+D+i aéreoespaciales de defensa inclusivos que integre a otros actores de la industria, el estado y la academia.

En consecuencia, se planteó como pregunta de investigación principal ¿Como se pueden integrar los actores de la triple hélice para construir un ecosistema de innovación para la generación de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia? y como objetivos principal Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación. Este objetivo es desarrollado, por los objetivos específicos y sus resultados esperados, que buscan atacar las causas directas del problema identificadas por el autor en el árbol del problema de esta tesis.

La metodología desarrollada en la tesis fue bajo un enfoque Mixto, con diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), con herramientas de recolección de información como fuentes secundarias, entrevistas en Focus Group y encuestas. Para el análisis e interpretación de los datos se utilizaron análisis bibliométricos, documental y teórico, a través de la metodología de codificación y categorización; análisis de nodos y enlaces de redes a través de Microsoft Power B.I y la aplicación zoomchart; análisis temático de entrevistas a través de metodología de codificación y categorización; y modelos de ecuaciones estructurales SEM-PLS, que utiliza análisis de regresión múltiple y análisis factorial, para la construcción y selección de las variables para el planteamiento del modelo.

La tesis está dividida en ocho capítulos. El primero, describe el marco de referencia de la investigación, contiene los antecedentes, la justificación del estudio, la descripción y planteamiento el problema de investigación, los objetivos, las hipótesis de la investigación y los límites del alcance de la investigación.

En el segundo, denominado Modelo de la Triple Hélice (MTH), hace parte del marco teórico, habla sobre las generalidades del MTH, el rol de las empresas universidades y el estado en el modelo, las interacciones entre los actores, y los conceptos de entidades híbridas.

En el tercer capítulo, Ecosistemas de Innovación, muestra el marco de teórico de los principales componentes de los ecosistemas de innovación identificados por el autor en su revisión bibliográfica, describiendo los conceptos de cocreación, competitividad, coevolución, competitividad, cooperación y complejidad.

En el cuarto capítulo, Modelos de Gestión, se refiere el marco teórico de los modelos de gestión tecnológica y de innovación que determinaron la variable dependiente de la investigación, donde se definen que es la gestión tecnología e innovación, los modelos de gestión de la innovación y gestión tecnológica seleccionados para ser evaluados en la investigación.

En el quinto capítulo, Proyectos De I+D+I Aeroespaciales de Defensa, muestra las dimensiones organizacionales, gestión de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa y la estructura del sector aeroespacial y de defensa, en Brasil, China, EEUU, Israel y la OTAN, para identificar las prácticas comunes en I+D+i en estos países y organización supranacional.

En el sexto capítulo, Metodología, se presenta la operacionalización de variables, la formalización de indicadores el esquema de variables e indicadores, la descripción metodológica por cada uno de los objetivos específicos de la investigación, el muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos.

En el séptimo capítulo, resultados y discusión, se presenta los mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice identificados, los nodos y enlaces identificados en el sector, el diagnóstico del proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia y el Modelo de Gestión tecnología e Innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa para Colombia. Finalizando, con el octavo capítulo que describe las conclusiones de la investigación.

3. Capítulo I. Marco De Referencia De La Investigación)
4. Formulación de la pregunta de investigación: para el desarrollo de esta parte de la investigación se busca responder a la pregunta *¿Cómo está compuesta la estructura actual*

*de actores que adelantan actividades de ciencia, tecnología e innovación relacionadas con el sector aeroespacial de defensa?*

5. Medición del fenómeno: Se van a utilizar encuestas virtuales que se aplicaran a funcionarios del estado, universidades y empresa. En el cual se buscar establecer con que organizaciones de las analizadas en el ANEXO C Población y muestreo entidades del estado, empresas y universidades”, han generado algún tipo de acuerdo o actividad de ciencia, tecnología e innovación. Formulando la siguiente pregunta:

- a. ¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de acuerdos, contratos o convenios de cooperación, para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI) (¿de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991?

**Tabla 22 Organizaciones Redes de Reciprocidad del Sector.**

<b>Entidad</b>	<b>Marque con una (X)</b>	<b>Entidad</b>	<b>Marque con una (X)</b>
Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.		Universidad de los Andes	
Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC		Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá	
FUERZA AEREA COLOMBIANA		Universidad de Antioquia	
MINCIENCIAS		Universidad Javeriana	
Clúster Aeroespacial Colombiano – CAESCOL		Universidad del Valle	
La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales – ACOPAER		Universidad EAFIT	
La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE		Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín	
Clúster Aeroespacial del Pacifico – AEROSPACIFIC		Universidad Industrial de Santander	
Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca – CVA		Universidad del Norte	
Aerocluster de Boyacá		Universidad ICESI	
La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC		Universidad San Buenaventura – sede Bogotá	

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez” - EMAVI		Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá	
Escuela de Suboficiales “Capitán Andrés M. Diaz”- ESUFA		¿Otras CUALES?	

Fuente: Elaboración Propia

6. Para el análisis de datos se identificarán nodos y enlaces de las relaciones que se presentan en sector, a través de acuerdos, contratos o convenios de cooperación, para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI). De igual forma, para dar solución a la pregunta de investigación se utilizó el software Microsoft Power BI, con la aplicación Zoomchart con el fin de:
  - Graficar la red (nodos y enlaces).
  - Identificar los actores que más generan relaciones (From)
  - Determinar cuáles son los actores con los que más se relacionan (To)
7. Conclusión. De acuerdo a los datos obtenido y de acuerdo a un análisis estadístico descriptivo se puede concluir si hay o no una red de colaboración entre los actores de la TH.

#### **6.4.2 Objetivo Especifico No 02: “Analizar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia”.**

*Resultado esperado No 01 Análisis y recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia*

Esta parte de la investigación es de carácter cualitativo, se desarrolló bajo un modelo construccionista, con un instrumento de recolección de datos a través de entrevista, con una estrategia de análisis de datos de codificación abierta, como producto se entregaron recomendaciones para mejorar el proceso de investigación y desarrollo para generar tecnologías aeroespaciales de defensa (Saldaña, 2021).

Se desarrolló en las siguientes fases, de acuerdo al esquema presentado por (Ruiz Olabuénaga, 2012), trabajando en responder a la pregunta de investigación ¿Como se podría mejorar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia? y sujeto al marco teórico descrito en Capítulo IV. Modelos de gestión y la sección 4.4 Modelo desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa Colombia:

### Fase 1 Definición del sujeto, objeto y paradigma

1. Selección de la muestra: Se seleccionaron 20 investigadores de la Fuerza Aérea Colombia del centro con mayor experiencia en investigación y desarrollo, el Centro Investigación y Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD).

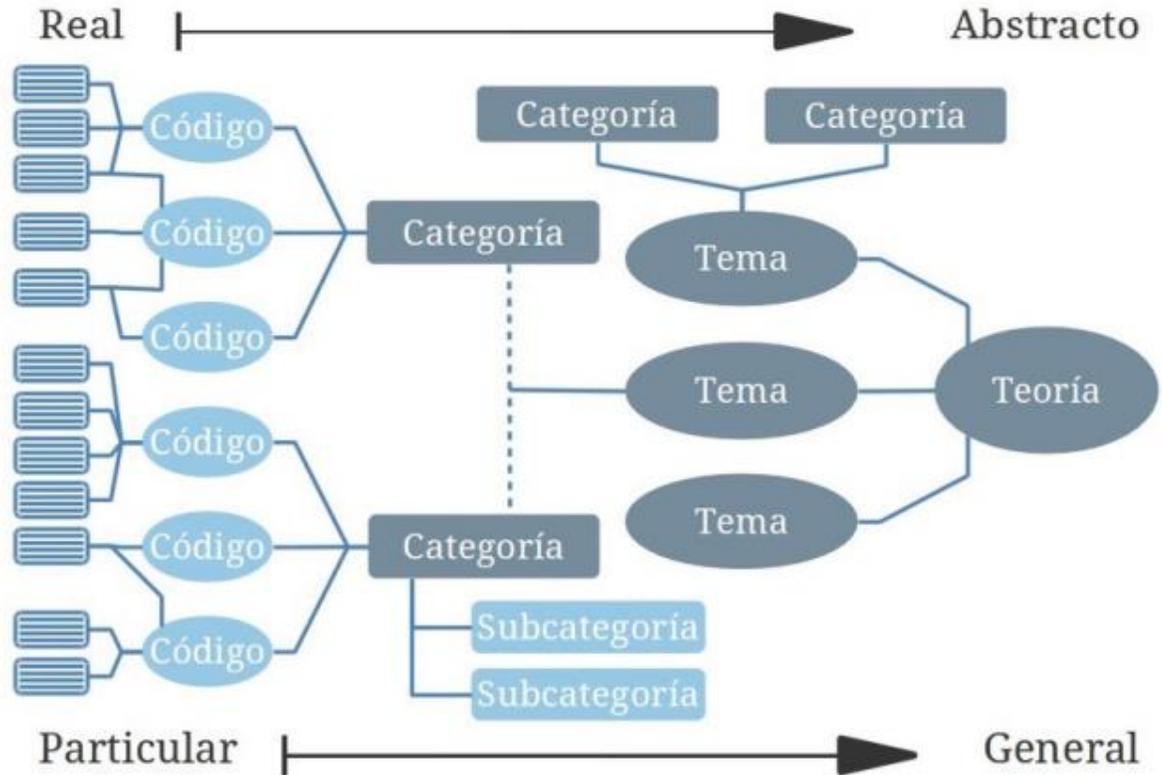
### Fase 2 Recogida de Datos

2. Entrevistas semiestructura: Se desarrollo preparando 09 preguntas (descritas en el Capítulo VII Resultados y Discusión) De acuerdo a la variable X7 e indicadores desarrollados en el eje de modelos de gestión provenientes de la sección 4.4 Modelo desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa Colombia
3. Se organizaron tres sesiones de entrevistas tipos focus group en la plataforma Teams de Microsoft office de acuerdo a grupos de trabajo
  - a. Grupo de Innovación (8 personas)
  - b. Grupo de Mando de Control (8 persona)
  - c. Grupo de Gestión Tecnológica (04 personas)
4. Se grabaron con autorización de los participantes las sesiones.
5. Con las grabaciones, se realizó la transcripción de las entrevistas realizadas a los grupos, con la ayuda de pasantes de investigación de la universidad UNIEMPRESARIAL.

### Fase 3 Análisis

6. Para el análisis se implementó un sistema de codificación abierta, en el que se definieron categorías de acuerdo a los temas presentados a los investigadores con las preguntas desarrolladas a partir de los indicadores.
7. Luego se presentó una teoría, reflejada en recomendaciones para el proceso de investigación y desarrollo para la generación de tecnologías Aeroespaciales de Defensa en Colombia, seleccionando los códigos con mayor consenso en las entrevistas.

**Figura 42** Sistema de codificación utilizado para la investigación



Fuente: Adaptado de (Saldaña, 2021)

#### 6.4.3 Objetivo Específico No 03: “Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia”.

Esta parte de la investigación presenta un enfoque cuantitativo, que busca encontrar la relación de las siete variables independientes con una variable dependiente definidas en el estudio. Bajo un diseño transversal, con un alcance correlacional-causal, con el uso de cuestionarios como herramienta de recolección de datos, con el uso de estadística multivariada para el análisis de los datos (Hernández Sampieri et al., 2014) utilizando los modelos de ecuaciones estructurales para construir el modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial que es el objetivo principal de la presente investigación.

1. Identificación de la realidad del fenómeno (se encuentra identificada en los antecedentes, identificación del problema y justificación del capítulo I)
2. Formulación de la hipótesis: para el desarrollo de esta parte de la investigación se busca responder a la pregunta ¿ *Qué modelo de gestión tecnológica e innovación se debe proponer para integrar a los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para la generación de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia?* y

las hipótesis descritas en las secciones 1.5.1 Hipótesis Investigación: **Hi.**, 1.5.2 Hipótesis Nula: **Ho.** y 1.5.3 Hipótesis Alternativas: **Ha**, de la Ha1 a la Ha 7.

3. Medición del fenómeno: se van a utilizar encuestas que se aplicaran a funcionarios del estado, universidades y empresas de acuerdo a lo indicado en el ANEXO C Población y muestreo entidades del estado, empresas y universidades.
4. Análisis de los datos, se utilizará el modelo de ecuaciones estructurales y la herramienta SMART PLS que se explica a continuación

### ***Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)***

Es una técnica de la familia de la estadística multivariada que permite estimar los efectos y las relaciones entre múltiples variables, utilizada en las ciencias sociales y de la conducta, que permite analizar el patrón de relaciones entre una o más variables independientes. Puede ser aplicado a una amplia variedad de preguntas de investigación, tipos de variables y diseños de investigación (experimentales y no experimentales)(Ortiz et al., 2018).

Los SEM integran múltiples técnicas estadísticas, de análisis de regresión múltiple y análisis factorial, combinando modelos de regresión con modelos de análisis factorial, que permiten establecer la representación de las relaciones entre una serie de variables medidas, así como también causadas por diversos fenómenos invisibles (Cepeda-Carrion et al., 2019; García-Machado & Martínez-Ávila, 2019; Henseler & Schuberth, 2020) que no son directamente observables, denominándose latentes, las cuales son importantes, pero su medición resulta compleja e imprecisa (Romero & Babativa, 2016). Este método desagrega las correlaciones observadas de un sistema de ecuaciones, aquellas que matemáticamente describen su hipótesis respecto a las relaciones causales, basándose en relaciones lineales y no lineales (García, 2011).

El fin es realizar un modelo que pueda capturar lo que subyace para poder conocer las relaciones que se quieran medir. Los SEM permiten conocer el tipo y dirección de las relaciones que se espera encontrar entre las variables contenidas en el modelo, para luego estimar los parámetros especificados por las relaciones teóricas propuestas (García, 2011).

Desde la estimación de los parámetros propuestos a nivel teórico el modelo confirma las relaciones medidas (Covas Varela et al., 2020). Muchas de las mismas variables afectan a cada una de las variables dependientes, pero con efectos distintos (Hair et al., 2004). Sin

embargo, durante el proceso de construcción del ajuste del modelo, el investigador debe tomar decisiones sobre las relaciones entre las variables medidas (Arrogante et al., 2016).

Para el desarrollo de este tipo de análisis multivariado es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Variables Indicadoras (V.I.): Son variables observables, que suelen ser ítems de un cuestionario.
- Variables Latentes o Constructo o variables no observadas (V.L.): Son conceptos de la teoría que solo pueden ser medidos indirectamente a través de variables observables que son sus manifestaciones
- Modelo de medida: Son las relaciones entre indicadores (variables observadas) y constructos (conceptos no observables).
- Modelo Estructural: Es el modelo que representa las relaciones causales.

Existen dos aproximaciones a los SEM: la primera el análisis de la covarianza, esta aproximación ha sido ampliamente utilizada en investigación en ciencias sociales y la segunda el análisis de los componentes, como las regresiones de mínimos cuadrados PLS, (Partial Least Square) que se va a utilizar en la presente investigación, porque permite involucrar múltiples variables con múltiples ítems observados. Adicionalmente, se selecciona la técnica SEM porque intenta explicar un sistema complejo y esta herramienta estadística permite el análisis de fenómenos complejos (García, 2011), así mismo, muestra el efecto causal entre variables, sustentada por la articulación teórica del modelo y no por su estimación de los datos, mostrando una serie de relaciones y luego se evalúa, cuál de estas relaciones quedan representadas por los datos.

### **Análisis de los datos y Resultados**

El proceso de análisis se llevó a cabo en tres fases de acuerdo a lo planteado por (Ramírez et al., 2014) y utilizando para los cálculos el software Smart PLS:

#### *Fase 1. Descripción del Modelo*

Según BARCLAY et al., (1995) citado en (Ramírez et al., 2014) el primer paso es la descripción gráfica del modelo que debe representar las relaciones causales entre las variables del modelo. Se realizó en Microsoft Visio la descripción gráfica del modelo, a partir del marco teórico de los cuatro ejes temáticos de la investigación: Ecosistemas de Innovación,

Modelo de la Triple Hélice, Modelos de Gestión Tecnológica e Innovación y practicas comunes en el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa de países y organizaciones referentes.

Identificando las variables latentes o constructos (variable dependiente e independientes) y las variables indicadoras que se reflejan en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas, de acuerdo al marco teórico desarrollado en la investigación y estableciendo las hipótesis alternativas de la investigación de la Ha1 a Ha7 como las relaciones causales, para validar la construcción de un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial con los conceptos de ecosistemas de innovación, el Modelo de la Triple Hélice y las practicas comunes de países de referencia analizados.

#### *Fase Dos. Validez y Fiabilidad del Modelo de Medida*

Con los resultado de las encuestas a funcionarios de universidades, empresas del sector aeroespacial colombiano y funcionarios estatales de la FAC y el MDN, se tomaron las 83 encuestas que se terminaron completamente (ver Tabla 35 Estadísticas descriptivas aplicación instrumento), posterior se organizaron las respuestas de acuerdo a las variables indicadores de la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas, y se ajusta la información para ser procesada a través del software Smart PLS®, de forma que no genere errores de correlación y variabilidad (debido a que una pregunta podía contestar varios indicadores de una variable latente).

Para la validez y fiabilidad del modelo de medida se debe verificar la validez interna, la fiabilidad individual, la fiabilidad del constructo la validez convergente y la validez discriminante

- Validez interna: Busca validar las V.L. descartando problemas de multicolinealidad, con el factor de inflación de varianza (VIF) en el cual, se evalúa que NO sea superior a 10 ya que representaría un problema de multicolinealidad según MYERS (1990) (Ramírez et al., 2014).
- Fiabilidad individual: busca valorar las correlaciones simples o cargas ( $\lambda$ , loading), de las variables Indicadores con sus constructos (V.L.), buscando obtener un valor de  $\lambda \geq 0,7$  para ser aceptadas de acuerdo a Falk y Miller (1992) (Ramírez et al., 2014). Por consiguiente, las variables indicador que no cumplan con este parámetro deberán ser eliminadas.
- Fiabilidad del Constructo: Para verificar la fiabilidad de constructo se debe realizar un análisis a través del coeficiente del alfa de Cronbach (CA). En cuanto a los resultados del ejercicio (Fernandez-Jardon, 2011) sugiere que el Alpha de Cronbach debe ser mínimo de 0.61, para ser aceptable.

- **Fiabilidad Compuesta:** A veces llamada confiabilidad de constructo es una medida de consistencia interna en los elementos de la escala debe superar el 0,7 según Wynne Chin (1998) citado en (Norabuena Mendoza et al., 2021). Por consiguiente, las variables latentes que no cumplan con este valor, deberán ser eliminadas y si existe un conflicto entre el Alpha de Cronbach y la fiabilidad compuesta se tomara la fiabilidad compuesta como unidad de medida preponderante.
- **Validez Convergente:** Busca identificar las consistencias internas del modelo, considerando para esta evaluación la Varianza Extraída Media (AVE) aplicable a las V.L. Para ver en qué medida la varianza del constructo, es debido a sus indicadores. Según Fornell y Larcker (1981), sugiere que debe ser mínimo de 0,5 para ser aceptable (Ramírez et al., 2014).
- **Validez Discriminante:** Busca conocer el grado de diferencia de cada V.L. con los otras V.L. del modelo. Un modelo pose validez discriminante si la raíz cuadrada de la AVE de cada V.L. es mayor a las correlaciones (r de Pearson) con el resto de V.L. del modelo (Ramírez et al., 2014).

**Tabla 23** Factores de Evaluación Modelo de Medida

<b>Factores de Evaluación Modelo de Medida</b>	<b>Criterio de aceptación</b>
Validez interna	Menor de 10
Fiabilidad individual	$\lambda \geq 0.7$
Fiabilidad del Constructo	Mínimo de 0.61
Fiabilidad Compuesta	Mínimo de 0.7
Validez Convergente	Mínimo de 0.5
Validez Discriminante	Raíz cuadrada de la AVE de cada V.L. mayor a las correlaciones (r de Pearson).

Fuente: Elaboración Propia

### *Fase Tres. Valoración del Modelo Estructural*

En esta parte se busca analizar el modelo estructural identificando si la cantidad de la varianza de la variable endógena (X7 Modelos de Gestión Tecnológica e innovación) es explicada por los constructos que la predicen (variables latentes o independientes X1, X2,

X3, X4, X5, X6, X8) y se utiliza el valor de la varianza explicada  $R^2$ . El valor mínimo de  $R^2$  para que sea la variable endógena suficientemente explicada por las variables independientes debe ser de  $R^2 \geq 0,1$  (Ramírez et al., 2014)

Para conocer el ajuste del modelo se debe calcular el índice de ajuste global (GoF). Este índice se calcula multiplicando la raíz cuadrada del promedio de AVE por la raíz cuadrada del  $R^2$  y debe ser mayor a 0,5 para ser aceptada. Posteriormente las hipótesis (Ha1 a la Ha7) deben ser contrastada mediante el coeficiente de Path o de camino, la correlación de Pearson y el bootstrapping.

El coeficiente de path permite conocer si las variables predictoras (X1, X2, X3, X4, X5, X6, X8) contribuyen a la varianza explicada de la variable endógena (X7), para ser el aceptado debe ser mínimo de  $\beta \geq 0,2$ . Por su lado, la correlación de Pearson mide la relación entre dos variables buscando que mínimo alcance una relación moderadas (desde 0.31) (Hernández Sampieri *et al.*, 2014), en caso que el coeficiente de Path y el de Pearson no pasen la prueba no se aprueba la variable latente, en caso que alguno de los dos pase se considerara viable la relación entre ambas variables para efectos de la presente investigación.

El bootstrapping permite examinar la estabilidad de las estimaciones ofrecidas por el análisis PLS. El cálculo de Bootstrapping requiere dos valores, “samples” correspondientes al número de submuestras, siguiendo a Efron et al. (2004) se debe utilizar 500 y/o 1000 submuestras (para efectos de la investigación se utilizarán 500) y “casos” correspondiente al número de la muestra (en esta tesis 83 encuestados). Se debe calcular la distribución T de Student de dos colas con n-1 grados de libertad, donde n es el número de submuestras aplicando niveles de significación de \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , y \*\*\*  $p < 0,001$ . es significativo estadísticamente si alcanza alguno de estos tres niveles.

Para validar las hipótesis ligadas a las V.L. y la Variable Endógena (X7) se contrastarán la correlación de Pearson, el coeficiente Path y el bootstrapping definiendo las hipótesis por tres tipos de calificación:

- Aceptada (cumplimiento de los tres parámetros)
- Parcialmente aceptada (uno o dos parámetros)
- No aceptada (ninguno de los parámetros).

**Tabla 24** Factores de Evaluación Modelo Estructural.

Factores de Evaluación Modelo de Medida	Criterio de aceptación
---	------------------------

Cantidad de Varianza variable endógena	$R^2 \geq 0,1$
Índice de Ajuste Global (GoF)	$GoF \geq 0,5$
Coefficiente path o de camino ( $\beta$ )	$\beta \geq 0,2$
Correlación de Pearson	0.31-0.6 Moderada 0.61-0.9 Alta 0.91-1 Muy Alta
Bootstrapping	Que presente significancia en cualquier nivel * $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , y *** $p < 0,001$ .

Fuente: Elaboración Propia

5. Conclusión. A partir del análisis de los datos se aprueban o rechazan las hipótesis formuladas en la investigación y se entrega el modelo SEM PLS ajustado.

### 6.5 Muestreo

- El Objetivo No 1 en el resultado esperado No 1, no necesito de un muestreo para su desarrollo, sin embargo, para la identificación de la red de colaboración del resultado esperado No 2 se utilizó el muestreo que se utilizó para dar cumplimiento el objetivo No 3.
- En el Objetivo No 2, se seleccionaron por conveniencia y guiado por propósito, 20 investigadores del Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD), que es el centro de I+D+i más representativo de la Fuerza Aérea.
- Para el objetivo 03 de la investigación, el muestreo se llevó acabo de acuerdo a lo establecido en el anexo C “Población y muestreo actores de la TH” relacionados con la línea de proyectos aeroespaciales de defensa, donde se seleccionaron las siguientes muestras, enviándose a 304 funcionarios de la academia, la industria y el estado y obteniendo 83 cuestionarios completados:
  - 34 docentes universidades seleccionadas por conveniencia y por su relación de proyectos con la Fuerza Aérea y el posicionamiento de sus programas en áreas STEM.
  - 25 trabajadores de empresas que componen los clústeres relacionados con temas aeroespaciales del país, tomando toda la población empresarial de esta área.
  - 24 funcionarios del Ministerio de Defensa Nacional y el Ministerio de Ciencia y tecnología, de la población que labora en el área de gestión tecnológica

## **6.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

- Análisis documental de fuentes secundarias.
- Entrevistas semiestructuradas
- Cuestionarios de preguntas cerradas, el instrumento desarrollado se refleja en el ANEXO D Cuestionario Academia, ANEXO E Cuestionario Estado y ANEXO F Cuestionario Industria

## **6.7 Análisis de Datos**

El análisis de datos se realizó con la utilización de las siguientes herramientas:

- Scopus es una base de datos de referencias bibliográficas y citas de la empresa Elsevier, de literatura peer review y contenido web de calidad, con herramientas para el seguimiento análisis y visualización de la investigación. Se utilizo para el desarrollo del Objetivo 01. (Cañedo Andalia et al., 2010).
- Vosviewer es una herramienta de software para construir y visualizar redes bibliométricas. Con capacidad llegar a revistas, investigadores o publicaciones, se pueden construirse en basa a citas, acoplamiento bibliográfico, co-citas o relaciones de autorías. Se utilizo para el desarrollo del Objetivo 01 (Limaymanta, 2020).
- Power BI y Zoomchart como herramientas de big data, para diseñar y analizar la red de nodos y enlaces y dar cumplimiento al resultado esperado No 2 del objetivo No 1.
- Para las entrevistas, se codificaron y categorizaron los datos obtenidos, relacionando conceptos y estableciendo categorías, de acuerdo a las respuestas obtenidas para dar cumplimiento al objetivo No 2.
- Modelos de Ecuaciones Estructuras PLS, empleando el software SMART PLS para analizar las respuestas obtenidas de carácter cuantitativo para el desarrollo del objetivo 03 (Limaymanta, 2020).

La información obtenida producto de la investigación se mostrarán los datos a través de:

- Graficas de redes
- Graficas estadísticas
- Tablas

## Capítulo VII Resultados y Discusión

### 7.1 Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.

#### 7.1.1 Propuesta teórica de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice.

##### Recolección de datos

###### *Selección y Aplicación de Parámetros de Búsqueda*

Para dar respuesta al resultado esperado No 1 de “Desarrollo de propuesta de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice” del objetivo específico de “Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia”, como parte del análisis teórico realizado sobre el MTH en el Capítulo II. Modelo Triple Hélice”, se realizó un análisis bibliométrico en la plataforma de Scopus y web of science, donde se seleccionaron los artículos objeto de análisis, bajos los siguientes parámetros de búsqueda:

**Tabla 25** *Parámetros de Búsqueda aplicados en SCOPUS*

Tipo de Filtro	Parámetro Seleccionado
Organizados por:	Mayor citación
Publicaciones desde	Sin fecha de inicio hasta 2022
Áreas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ciencias Sociales</li><li>• Negocios, administración y contabilidad</li><li>• Economía, econometría y finanzas</li><li>• Ciencias de decisiones</li></ul>
Tipo de documentos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos de revisión</li><li>• Artículos de investigación</li><li>• Capítulos de libro</li></ul>
Formula de Búsqueda	TITLE-ABS-KEY ( triple AND helix ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ECON" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "DECI" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "COMP" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ENGI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ENVI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ENER" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR EXCLU

	DE ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MATH" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "EART" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "AGRI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "HEAL" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MED I" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CENG" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE " ) ) AND ( EXCLUDE ( SRCTYPE , "p" ) ).
Resultados	664

Fuente: Elaboración Propia

### **Revisión de los Datos**

#### *Análisis resultados*

La revisión de los datos se realizó, por afiliación para conocer cuáles son las entidades que más publican, por autores para identificar quienes son los autores referentes en los temas relacionados con la Triple Hélice, publicaciones por año para determinar la vigencia del tema y por país para determinar quiénes son los referentes en este tema como se refleja en las Figura 42 Sistema de codificación utilizado para la investigación, Figura 43 Publicaciones por año, los últimos 10 años., Figura 44 Documentos publicados por País, Figura 45 Documentos publicados por afiliación y

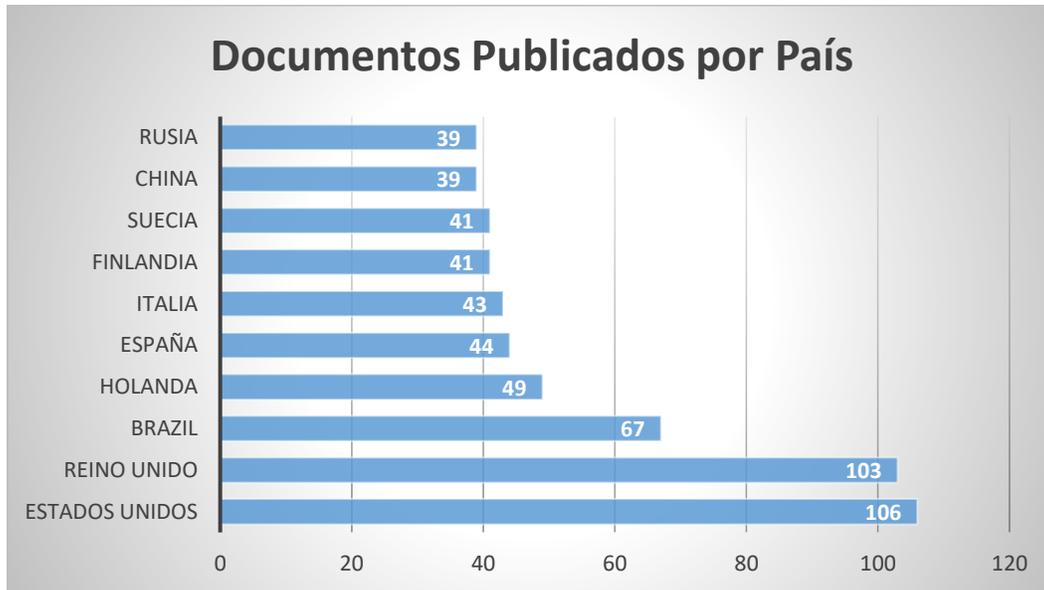
Figura 46 *Principales Autores sobre Triple Hélice:*

**Figura 43** *Publicaciones por año, los últimos 10 años.*



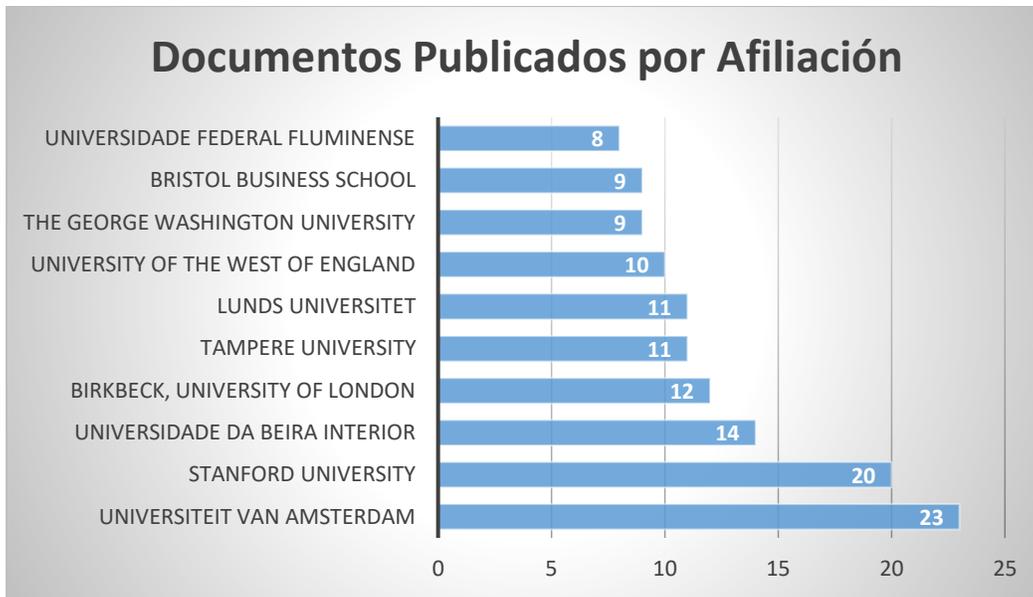
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 44** *Documentos publicados por País*



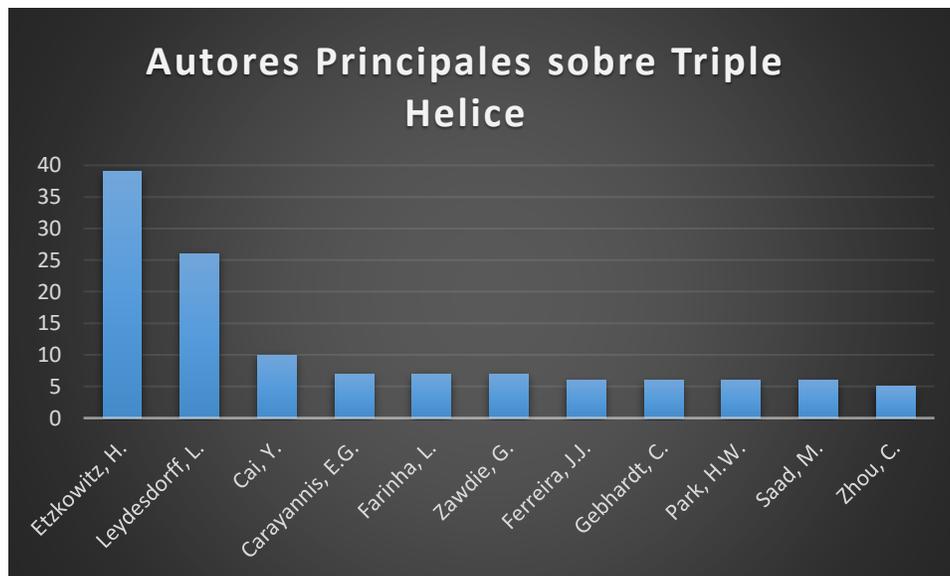
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 45** *Documentos publicados por afiliación*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 46** Principales Autores sobre Triple Hélice



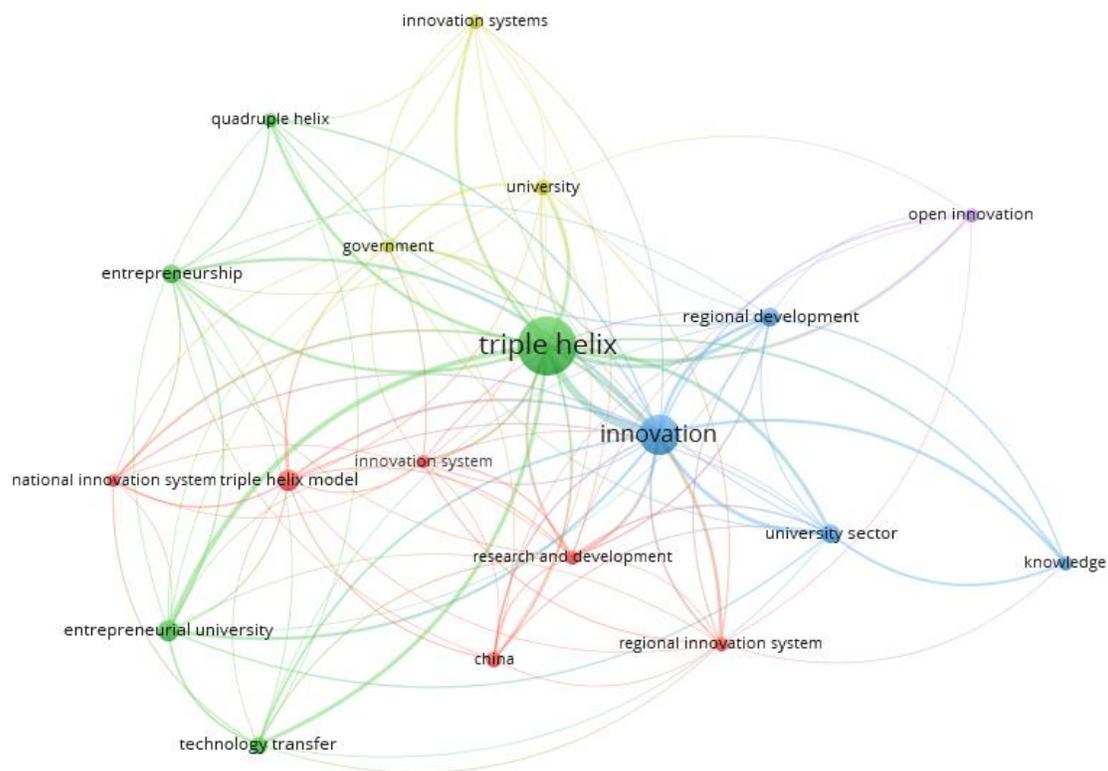
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo manifestado en la Figura 44 *Documentos publicados por País*, los países que lideran este tipo de publicaciones sobre el Modelo de la Triple Hélice son Estados Unidos y el Reino Unido. Las publicaciones de los últimos 10 años muestran una tendencia creciente como lo refleja la Figura 43. Las organizaciones que más publican son la Universidad de Ámsterdam de Holanda y la Universidad de Stanford de Estados Unidos, los autores con más publicaciones relacionadas son el profesor Henry Etzkowitz, adscrito a International Triple Helix Institute y el profesor Loet Leydesdorff, de la Universidad de Ámsterdam.

### **Organizar los datos e información y preparar los datos para análisis**

De acuerdo a los parámetros de búsqueda seleccionados, se realizó un análisis de los términos más utilizados y los 50 artículos más citados acordes a la investigación, arrojando un resultado de 664 documentos encontrados. Los resultados obtenidos fueron utilizados de la base de datos de SCOPUS, para realizar la visualización de los términos con más concurrencias en estos documentos, utilizando el software Vosviewer obteniendo los resultados descritos en la Figura 47 Visualización Red Triple Hélice con 15 Concurrencias.

**Figura 47** Visualización Red Triple Hélice con 15 Concurrencias.



Fuente: Elaboración Propia en Software Vosviewer

El termino Triple Hélice tiene una relación fuerte, con conceptos como innovación, desarrollo regional, sistemas de innovación, investigación y desarrollo, universidades emprendedoras, innovación abierta, transferencia de tecnología, investigación y desarrollo, conocimiento, emprendedores, gobierno y universidades.

Así mismo, permitió seleccionar los artículos y capítulos de libro que sirvieron de base para el desarrollo del Capítulo II. Modelo Triple Hélice y que se describen en el ANEXO K Artículos Modelo Triple Hélice para Analizar.

### Descubrir las unidades de análisis

Después de la analizar la documentación relacionada con el Modelo de la Triple Hélice (teoría) se procedieron a determinar las unidades de análisis más importantes y recurrentes en la literatura revisada, se establecieron 06 indicadores (temas) y se establecieron sus categorías y códigos para cada uno de los indicadores (1.1 a 1.6) y se describen en la Tabla 26 Tabla de Unidades de Análisis.

**Tabla 26** Tabla de Unidades de Análisis

Variable	Dimensión / Teoría	Indicador / Tema	Categorías	Códigos	Autores
Proceso de Integración Triple Hélice (X1)	Triple Hélice	1.1 Espacios de interacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento</li> <li>• Innovación</li> <li>• Consenso</li> </ul>	Existencia de espacios de generación de Conocimiento (1.1.1) Existencia de espacios de Innovación en el sector (1.1.2) Existencia de espacios de consenso en el sector (1.1.3)	(Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013; Etzkowitz, 2003; Etzkowitz, 1993).
		1.2 Componentes de las Relaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de Tecnología</li> <li>• Colaboración y Moderación de Conflictos</li> <li>• Liderazgo Colaborativo</li> <li>• Sustitución (no se mide por que se presenta en países desarrollados)</li> <li>• Networking</li> </ul>	Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) (1.2.1 y 1.2.2) Acuerdo o Contratos con actores del sector aeroespacial (Colaboración y Moderación de Conflictos) (1.2.3) Proyectos de I+D+i liderados por la compañía en participación con otros actores (Liderazgo Colaborativo) (1.2.4) Networking (1.2.5 y 1.2.6)	(Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012, Obra et al., 2017).
		1.3 Infraestructura para la	<b>Infraestructura para la interacción</b>	Centros de I+D+i (1.3.1) Parques Científicos (1.3.2) Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL (1.3.3)	(Etzkowitz & Zhou, 2018a; Pinto, 2017). (Vázquez González, 2017) (Salazar &

		<p>interacción y entidades</p> <p>Híbridas</p> <p>1.4 Universidades Emprendedoras.</p> <p>1.5 Empresas de base de conocimiento.</p>	<p><b>y Entidades Híbridas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros de I+D+i</li> <li>• Parques Científicos</li> <li>• Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</li> <li>• Incubadoras</li> <li>• Capital de Riesgo</li> <li>• Universidades emprendedoras</li> <li>• Start ups y Spin Off</li> </ul> <p>• Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incubadoras</li> <li>• Spin off creadas</li> <li>• Acuerdos con la industria de I+D+i</li> </ul> <p><b>Factores Humanos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Científicos e ingenieros trabajando para las empresas (STEM)</li> <li>• Grupos o Departamentos de I+D</li> <li>• Docentes o investigadores que vengan de las Universidades y hayan montado una empresa en el sector. (1.3)</li> </ul> <p><b>Factores Organizacionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro (1.3)</li> <li>• Dentro de programas</li> </ul>	<p>Incubadoras (1.3.4)</p> <p>Universidades</p> <p>Emprendedoras * 1.4 (1.3.4, 1.3.5, 1.3.6 y 1.3.7)</p> <p>Start ups, Spin Off y Spin Out (1.3.7 y 1.3.8)</p> <p>Capital de Riesgo (1.3.9, 1.3.10, 1.3.11, 1.3.12, 1.3.13 y 1.3.14)</p> <p>Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico (1.4.1)</p> <p>Incubadoras (1.4.2)</p> <p>Spin off creadas (1.4.3)</p> <p>Acuerdos de I+D+i con la industria (1.4.4)</p> <p><b>Factores Humanos</b></p> <p>Científicos e ingenieros trabajando para las empresas (STEM) (1.5.1)</p> <p>Grupos de I+D+ o Departamentos de I+D (1.5.2)</p> <p>Docentes o investigadores que vengan de las Universidades y hayan montado una empresa en el sector. (1.5.3)</p> <p><b>Factores Organizacionales</b></p> <p>Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro (1.5.6 y 1.5.7)</p> <p>Dentro de programas universitarios de formación empresariales para STEM se impulsa la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad (1.5.8 y 1.5.9)</p>	<p>Valderrama, 2013). (Obra et al., 2017). (Minciencias, 2021b) pruebas (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a). (Silva et al., 2019). (Minciencias, 2021a) (Gobierno de Colombia, 2019; J. A. R. López &amp; Torres, 2020) (Bottazzi et al., 2016). (Bellavitis et al., 2017).</p> <p>(Schot &amp; Steinmueller, 2018), (Ribeiro et al., 2018), (Salazar &amp; Valderrama, 2013), (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a). (Wonglimpiyarat &amp; Khaemasunun, 2015), (Dezhina &amp; Etzkowitz, 2016), (Etzkowitz &amp; Leydesdorff, 1995), (Etzkowitz, 2004, 2017)</p> <p>(Pianta, 1992), (Kaku, 2011), (Dávila, 2008). (Chinta &amp; Sussan, 2018), (Schot &amp; Steinmueller, 2018), (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018b), (Chesbrough, 2003), (Ribeiro et al., 2018), (Salazar &amp; Valderrama, 2013), (Wonglimpiyarat &amp; Khaemasunun, 2015), (Dezhina &amp; Etzkowitz, 2016)</p>
--	--	---	---	---	--

		1.6 Capital de riesgo	<p>universitarios de formación empresariales para STEM se impulsa la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad (1.3)</p> <p><b>Factores Materiales</b>  •Capital semilla para el sector  •Espacios para emprendedores (edificios emprendimiento oficinas industriales parques empresariales o científicos etc.)</p> <p>Capital Social  Capital Económico  Capital Cultural</p>	<p><b>Factores Materiales</b>  Capital semilla para el sector. (1.5.4)  Espacios para emprendedores (edificios emprendimiento oficinas industriales parques empresariales o científicos etc.) (1.5.5)</p> <p><b>Capital Social</b>  Existencia de Redes de capital de riesgo (1.6.1)  Percepción de Confianza (1.6.2)  Percepción de Reciprocidad (1.6.3)  Percepción de calidad de las Relaciones (1.6.4)</p> <p><b>Capital Económico</b>  Presencia de Capital de riesgo privado (Ángeles inversionistas, fundaciones, fondos de inversión) (1.6.4)  Existencia de Capital de riesgo del gobierno en el Sector Aeroespacial (1,6,5)</p> <p><b>Capital Cultural</b>  Percepción hacia la inversión del riesgo y Percepción de la Disposición al riesgo (1,6,6)  Percepción Tradición emprendedora (1,6,7)</p>	(Etzkowitz & Zhou, 2018a), (Bottazzi et al., 2016), (Bellavitis et al., 2017).
--	--	-----------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

**Codificación abierta de las unidades**

Posterior, se procedió a codificar cada uno de los temas generando las variables indicadoras del eje temático de triple hélice que se utilizarían posteriormente para el cumplimiento del objetivo No 3. Las variables indicadoras codificadas en la revisión documental fueron las descritas en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas” y la Tabla 26 Tabla de Unidades de Análisis”, y corresponden a la variable X1.

Por lo anterior, y después del análisis e interpretación teórica descrito en el Capítulo II. Modelo Triple Hélice, y de acuerdo a las variables indicadores seleccionadas, el autor propone una nueva interpretación del MTH como mecanismo para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia. Lo anterior, se presenta tomando la analogía del funcionamiento básico del sistema de propulsión de un avión, donde todos los componentes son necesarios para el funcionamiento adecuado del MTH.

El objetivo principal de un sistema de propulsión, es generar la fuerza de empuje, que permita al avión alcanzar la velocidad necesaria para poder volar, por consiguiente, la innovación se comportaría como la fuerza de empuje que llevaría al sector aeroespacial de defensa a una economía basada en el conocimiento, enmarcado en el modelo de TH, como los establecen (Balzer & Askonas, 2016; Chang Castillo, 2010; Etzkowitz, 2003a; Etzkowitz & Zhou, 2018c; Pinto, 2017; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015). El Sistema de propulsión se encuentra conformado por el Motor, el eje o acoples de reducción al motor, la caja de engranaje, las hélices, el spinner y hub central

- **El motor** es el generador de la energía mecánica para impulsar todo el sistema, permitiendo que alcance la velocidad necesaria para que la innovación despegue y pueda mantener vuelo de forma segura. Se representa en tres pilares que representan los recursos necesarios para impulsar la I+D+i, que son: la infraestructura (Indicador 1.3), el recurso humano (Indicador 1.4 y 1.5) y Financiero (indicador 1.6) (Etzkowitz & Zhou, 2018c; Fuerza Aérea Colombiana, 2018c; OECD, 2015; OECD & Eurostat, 2018), los cuales son los encargados de estimular la generación de la masa crítica de conocimiento, las capacidades nacionales, regionales y sectoriales en I+D+i, el capital de riesgo y de emprendimiento necesario, para generar el ambiente propicio, que funcione como un facilitador de la innovación, con oportunidades para todos los actores. (Balzer & Askonas, 2016; Choi et al., 2015; Leydesdorff, 2018; Pinto, 2017; Pique et al., 2018; Zouain & Plonski, 2015).

La ausencia de estos componentes descritos, no permite que se desarrollen actividades de ciencia tecnología e innovación de alto impacto en el sector, con una visión a largo plazo, y aumenta los riesgos para el desarrollo de productos innovadores. Se podrían considerar como parte de este motor del MTH los siguientes componentes:

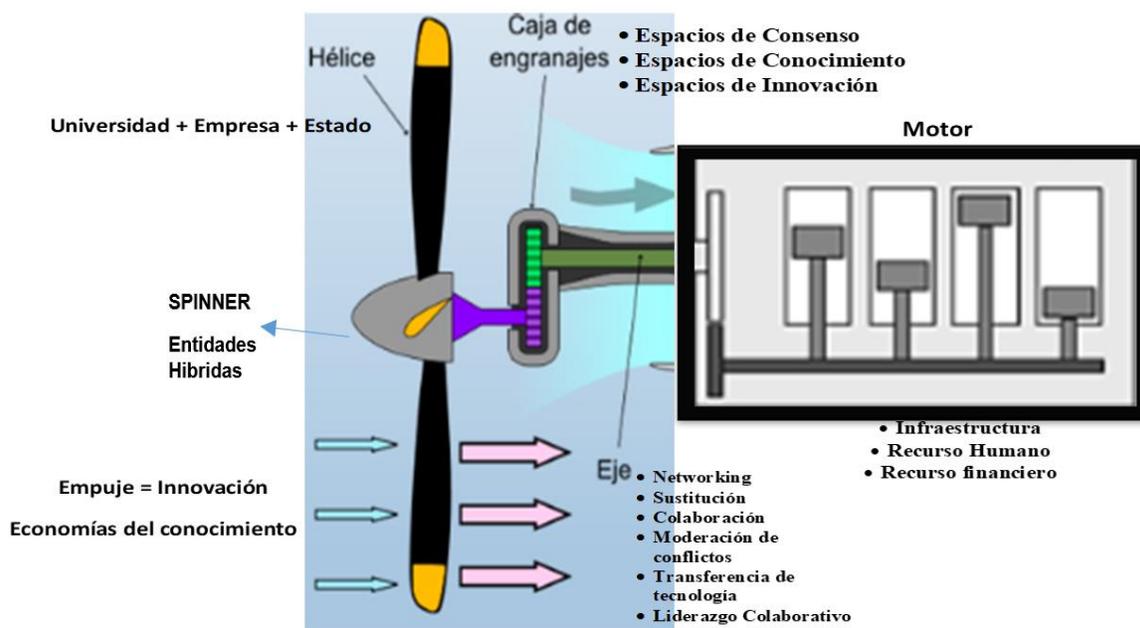
- Infraestructura / Recurso Material y organizacional
  - ✓ Parques científicos y tecnológicos. Como espacios de crecimiento y mitigación de riesgo que permitan el desarrollo científico, tecnológico y empresarial

- ✓ Las comunidades innovadoras (científicas, emprendimiento, de alta tecnología).
  - ✓ Los macro proyectos de I+D+i como generadores de capacidades
  - ✓ Las corporaciones.
  - ✓ Los clústeres.
  - ✓ Centros de Investigación de carácter mixto o laboratorios nacionales que permitan generar capacidades de alto impacto en la I+D.
  - ✓ Las ONGs y las fundaciones sin ánimo de lucro como un regulador del sistema en representación del público (que intervienen en la correcta interacción entre los actores de las hélices).
  - ✓ Organizaciones de inversión de riesgo
  - Recurso Humano
    - ✓ Emprendedores que son la vida activa de la innovación, una expresión de la necesidad humana para organizarse y mejorar. Ellos buscan el mejoramiento individual, social y la generación de riqueza (Capital Cultural).
    - ✓ Científicos y docentes emprendedores, que llevan el conocimiento de la academia a la economía (Capital Cultural).
    - ✓ Grupos o Departamentos de I+D, como parte del proceso colaborativo de la innovación
  - Recurso Financiero
    - ✓ Los fondos de inversión de capital de riesgo público y privado (capital económico).
    - ✓ La inversión pública y privada en I+D (capital económico).
    - ✓ 3F (Friends, Family and Fools)
- **El eje o acoples de reducción al motor**, conecta el motor con la hélice es la conexión entre la energía mecánica y cinética, se pueden representar en los mecanismos de relación de los componentes del modelo de la triple hélice (Indicador 1.2): networking, la sustitución, colaboración y la moderación de los conflictos, la transferencia de tecnología y el liderazgo colaborativo. Su función es facilitar la interacción adecuada de los actores e impulsar la transición hacia una economía basada en el conocimiento, ayudando a articular la infraestructura, el recurso humano y financiero (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012).

- **La caja de engranaje** encargada de mantener el funcionamiento articulado de las hélices, hacen referencia a los espacios de consenso, innovación y conocimiento (Indicador 1.1), que se tienen que generar, para que este engranaje de los actores de la Triple Hélice se mantenga lubricado, en constante movimiento y enfocado en un objetivo común. Este engranaje requiere de políticas, leyes y regulaciones inclusivas sostenibles, iniciativas top-down y bottom-up, fomento de la cultura emprendedora científica y tecnológica, que permitan generar proyectos claves y programas nacionales productivos basados en la generación de conocimiento y la generación de industrias de alto valor agregado. Por consiguiente, se requieren la integración de los tres actores en estos espacios para el desarrollo de toma de decisiones estratégicas de tipo político, financiero, y científico que permitan enfocar los esfuerzos del sector (Chang Castillo, 2010; Etzkowitz, 2003a; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Obra et al., 2017; Pique et al., 2018; Rodrigues & Melo, 2012; Schot & Steinmueller, 2018). Que se materializan en acuerdos y estrategias de I+D+i, para el desarrollo industrial, sectorial, nacional y/o transnacional.
- **El Spinner y hub central** en la hélice tiene la función de unir las palas y reducir la resistencia de arrastre y suavizar el flujo del aire para que circule de manera más eficiente. Esta función se refleja en las entidades híbridas (Indicador 1.3 y 1.4), ya que genera cohesión y conexión entre los actores, a través del capital del riesgo el emprendimiento, la infraestructura tecnológica y la transferencia de tecnología, conocimiento y resultados, facilitando el flujo de la innovación; se pueden considerar como entidades híbridas las universidades emprendedoras, incubadoras, las empresas de base de conocimiento como las startups y spin offs, las Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL, centros de investigación, organizaciones de capital de riesgo (Vázquez González, 2017; Bellavitis et al., 2017; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Pinto, 2017; Salazar & Valderrama, 2013; Obra et al., 2017; Silva et al., 2019; PCTCAN, 2015; J. A. R. López & Torres, 2020; Bottazzi et al., 2016). Estas organizaciones, juegan múltiples roles de los actores de la Triple Hélice en una sola organización, agilizando y mejorando el entendimiento de los procesos y tiempos para llevar un producto innovador al mercado.
- **Las Hélices** son las responsables de transformar la energía mecánica generada por el motor en la fuerza, denominada empuje (innovación) en aerodinámica, que permite al avión avanzar. En el MTH se representan como las esferas de la Universidad-Empresa-Estado que son los actores generadores de la energía cinética que forjan el movimiento de la economía a través de la producción de conocimiento, la generación de riqueza y el

control normativo (Variable X1). (Choi et al., 2015; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a, 2018a; Leydesdorff, 2018; Leydesdorff & Ivanova, 2016; Pique et al., 2018; Ranga & Etzkowitz, 2013; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015). Las hélices son los que ejecutan los procesos de la innovación y sobre quienes se ponen a disposición todos los componentes anteriormente relacionados para que se cumpla con el objetivo principal del MTH.

**Figura 48** Propuesta de una nueva interpretación del Modelo de la TH.



Fuente: Elaboración Propia

En países en vía de desarrollo es clave que se contemplen cada uno de los componentes anteriormente descritos, como un conjunto de elementos fundamentales que requieren ser implementados en armonía para impulsar la innovación, ajustándose a las capacidades económicas, políticas, culturales y sociales de los sectores, las regiones y los países, aceptando que es un proceso de evolución constante, complejo y único para cada sistema, que busca impulsar la innovación.

En este esquema es importante concluir, que generar la Fuerza de innovación sostenible a través de los actores de la Triple Hélice, requiere crear capacidades nacionales y regionales de I+D, facilitar espacios de dialogo y crear mecanismos que faciliten el relacionamiento de la industria-academia-estado, entendiendo que cada uno de estos componentes descritos anteriormente, son esenciales para generar el consenso nacional, hacia el desarrollo de una economía y sociedad basada en el conocimiento.

### **7.1.2 Identificación de nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector, que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación**

La presente sección pretende dar respuesta al resultado Esperado No 2 “Identificación de nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector, que adelantan actividades de ciencia tecnología e innovación”, expuesto en el objetivo No 1, buscando dar respuesta a la pregunta de investigación *¿Cómo está compuesta la estructura actual de actores que adelantan actividades de ciencia, tecnología e innovación relacionadas con el sector aeroespacial de defensa?*

Para identificar los nodos y enlaces de la red de cooperación existente en el sector aeroespacial de defensa colombiana, se diseñó la siguiente pregunta: ¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de acuerdos, contratos o convenios de cooperación, para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI) (de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991)? Poniendo como alternativa de respuesta para selección múltiple los actores más relevantes de la industria, la academia y el estado que se analizaron en el ANEXO C Población y muestreo entidades del estado, empresas y universidades.

#### **Medición del fenómeno**

La encuesta fue aplicada a 83 actores de los cuales fueron: 34 de la academia, 24 del estado y 25 de la industria. Donde se pudieron establecer 568 relaciones que se relacionan en la Tabla 27 Relaciones y Enlaces Actores TH del Sector Aeroespacial de Defensa Colombiano.

En la academia, los actores más relevantes con los que han adelantado relaciones para el desarrollo de ACTIs, son CODALTEC (52%), MINCIENCIAS (55%) y la FAC (50%), En la Industria, fueron la FAC (76%), CODALTEC (64%), AEROSPACIFIC (56%) y EMAVI (56%). Y en el estado fueron CODALTEC (87%), MINCIENCIAS (91%) y EMAVI (76%).

La academia representa el 45% de los enlaces generados. Donde las organizaciones más representativas de la academia fueron EMAVI, ESUFA, la Universidad de los Andes, Universidad Nacional, la Universidad Javeriana y la Universidad del Valle, ya que más del 25% de las organizaciones encuestadas manifestaron haber realizado algún tipo de ACTI con ellos.

La industria represento aproximadamente el 36% de los enlaces donde los principales representantes fueron INDUMIL, CIAC y CODALTEC, que se intuye por ser empresas del sector defensa del estado, que juegan un papel importante como articuladores en el sector representando 22% de las relaciones registradas y donde más del 40% de los actores registrados han manifestado haber realizado algún tipo de ACTI con ellos. Sin embargo, los clústeres que agremian más de 80

empresas no juegan una participación importante donde los siete clústeres identificados apenas representan el 15% de las relaciones y el 17% de los encuestados manifiesta haber realizado algún tipo de ACTI con alguno de los clústeres.

Por el estado, representado por MINCIENCIAS y la FAC abarcaron el 16% de las relaciones, donde más del 42% de los actores han generado relaciones para el desarrollo de ACTIs, con estos dos actores. Adicionalmente, se identificaron diez actores que no se tenían contemplados como lo fueron: El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Alcaldía Mayor de Bogotá, Universidad Libre, Universidad Cooperativa de Colombia, la Escuela Militar de Cadetes “José María Córdova”, Universidad los Libertadores, Universidad ECCI, Universidad de Quindío, Ecopetrol y la Universidad Autónoma de Occidente.

**Tabla 27** Relaciones y Enlaces Actores TH del Sector Aeroespacial de Defensa Colombiano.

ORGANIZACIONES	ACADEMIA		INDUSTRIA		ESTADO		TOTAL, ENLACES		
	ENLACES	% RELACIONES ACTOR /ACTOR	ENLACES	% RELACIONES ACTOR /ACTOR	ENLACES	% RELACIONES ACTOR /ACTOR	ENLACES	% RELACIONES ACTOR /ACTOR	% ENLACES GENERADOS
Fuerza Aérea Colombiana - FAC	17	50%	19	76%	14	61%	50	60%	9%
MINCIENCIAS	19	56%	12	48%	21	91%	52	63%	9%
Industria Militar (INDUMIL)	8	24%	12	48%	13	57%	33	40%	6%
Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.	8	24%	11	44%	16	70%	35	42%	6%
Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC	18	53%	16	64%	20	87%	54	65%	10%
Clúster Aeroespacial Colombiano – CAESCOL	0	0%	11	44%	7	30%	18	22%	3%
La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales – ACOPAER	2	6%	9	36%	3	13%	14	17%	2%
La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE	0	0%	11	44%	3	13%	14	17%	2%
Clúster Aeroespacial del Pacífico – AEROSPACIFIC	4	12%	14	56%	3	13%	21	25%	4%
Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca – CVA	0	0%	0	0%	2	9%	2	2%	0%
Aerocluster de Boyacá	0	0%	3	12%	0	0%	3	4%	1%
La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC	2	6%	6	24%	0	0%	8	10%	1%
Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez” - EMAVI	9	26%	14	56%	18	78%	41	49%	7%

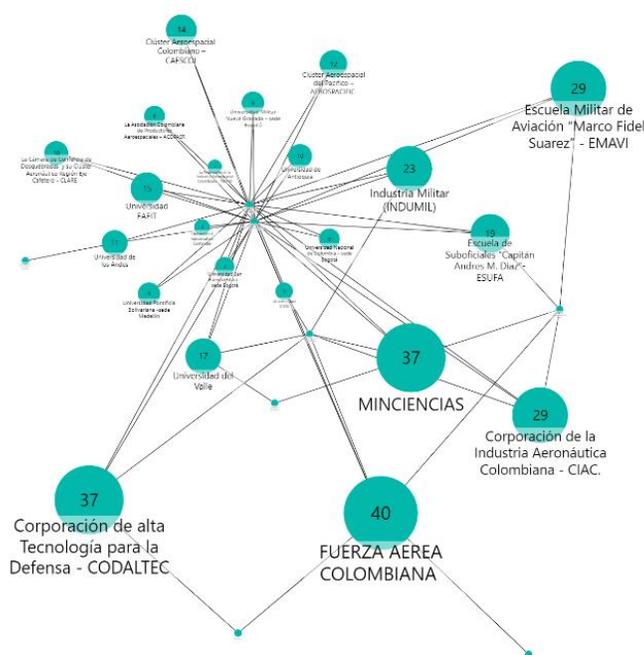
Escuela de Suboficiales "Capitán Andrés M. Díaz"- ESUFA	7	21%	8	32%	12	52%	27	33%	5%
Universidad de los Andes	10	29%	8	32%	3	13%	21	25%	4%
Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá	9	26%	8	32%	5	22%	22	27%	4%
Universidad de Antioquia	4	12%	7	28%	6	26%	17	20%	3%
Universidad Javeriana	2	6%	1	4%	3	13%	6	7%	1%
Universidad del Valle	7	21%	6	24%	9	39%	22	27%	4%
Universidad EAFIT	2	6%	10	40%	10	43%	22	27%	4%
Universidad Pontificia Bolivariana -sede Medellín	4	12%	7	28%	5	22%	16	19%	3%
Universidad Industrial de Santander	6	18%	3	12%	6	26%	15	18%	3%
Universidad del Norte	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0%
Universidad ICESI	7	21%	1	4%	3	13%	11	13%	2%
Universidad San Buenaventura – sede Bogotá	5	15%	8	32%	4	17%	17	20%	3%
Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá	4	12%	8	32%	5	22%	17	20%	3%
Otros ¿Cuáles?	1	3%	3	12%	6	26%	10	12%	2%
<b>Total, Actores</b>	<b>34</b>		<b>25</b>		<b>23</b>		<b>83</b>		
<b>Total</b>	<b>155</b>		<b>216</b>		<b>197</b>		<b>568</b>		

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de los datos

Para el análisis y el diseño de la red se empleó el software Power BI y la aplicación Zoomchart, identificando que relaciones informo cada uno de los encuestados y organizando la información estableciendo relaciones To-From. Esto permitió graficar la red de nodos y enlaces que se evidencia en la Figura 49 Grafica Red Nodos y Enlaces”, donde se identificaron como principales nodos la CIAC, INDUMIL, MINCIENCIAS, CODALTEC, FAC y la EMAVI.

**Figura 49** Grafica Red Nodos y Enlaces

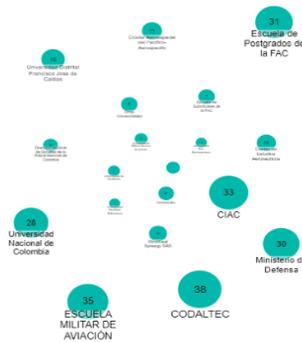


Fuente: Elaboración propia con Software Power BI

La suma de relación por FROM (desde donde se informan las relaciones) muestran como un gran generador de relaciones a la industria y a la Fuerza Aérea como principales actores, como se relaciona en la Figura 50 Suma de relaciones por From”. Es importante aclarar que a nivel de la industria muchos de los encuestados no quisieron entregar el nombre de su organización para mantener la confidencialidad.

**Figura 50** Suma de relaciones por From

185  
FUERZA  
AÉREA  
COLOMBIANA

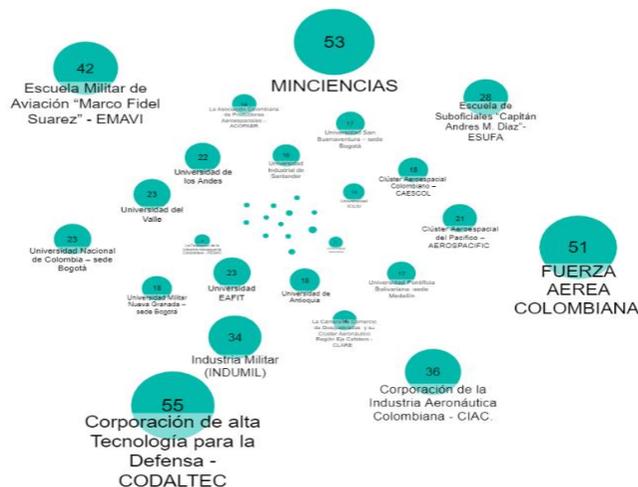


125  
Otras  
Empresas

Fuente: Elaboración propia con Software Power BI

En la graficación de los actores con los que más se relacionan a través de la suma de relaciones To se pudo afirmar a nivel general lo descrito en las estadísticas descriptivas de la Tabla 27 Relaciones y Enlaces Actores TH del Sector Aeroespacial de Defensa Colombiano.”, declarando como los actores más relevantes para el desarrollo de ACTIs son la CIAC, CODALTEC, MINCIENCIAS, INDUMIL, EMAVI y la FAC. A nivel de la academia, EMAVI, ESUFA, la Universidad EAFIT, la Universidad de los Andes, la universidad Nacional, la universidad del valle, A nivel industria, los actores más relevantes serian CIAC, CODALTEC, INDUMIL y el Clúster AEROSPACIFIC, como se refleja en la Figura 51 **Suma** de relaciones por TO”.

**Figura 51** Suma de relaciones por TO



Fuente: Elaboración Propia

## **7.2 Diagnosticar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia**

### **Fase 1 Definición del sujeto, objeto y paradigma**

Esta parte de la investigación busca dar respuesta al resultado esperado No 1 “Análisis y recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la Generación de Tecnologías Aeroespaciales De Defensa en Colombia” del objetivo específico No 2 “Diagnosticar la estructura actual que componen los actores que adelantan proyectos aeroespaciales de I+D+i en Colombia”.

El autor plantea un diagnóstico del proceso de I+D, a través del modelo de gestión tecnológica e innovación para el desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa que lidera la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) y se encuentra descrito en (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c), revisando los siguientes factores:

- El objetivo de I+D+i en defensa
- Filtros y selección de ideas para proyectos de I+D+i
- Etapas que se deben surtir para el desarrollo proyecto de ciencia, tecnología e innovación de defensa
- Estructura organizacional para la I+D+i
- La disponibilidad recursos públicos y privados para I+D+i
- Financiación pertinente de proyectos
- La disposición organizacional para adoptar tecnologías
- El soporte productos de I+D+i y la Transferencia de resultados.

La investigación se desarrolló bajo el método cualitativo, realizando un análisis descriptivo y no experimental, bajo un diseño fenomenológico empírico, revisando fuentes científicas confiables y utilizando como instrumento de investigación el desarrollo de entrevistas (Husserl, 2013).

Las entrevistas se aplicaron en modo de panel con todos los investigadores divididos en grupos de trabajo, (grupo de gestión tecnológica, grupo de innovación y grupo de comando y control), con la participación de veinte personas. El trabajo permitió generar una actitud crítica de los investigadores del CETAD, de acuerdo a sus experiencias vividas en el proceso de I+D+i, para la generación de productos de defensa, que suplen las necesidades tácticas, operacionales y estratégicas de la Fuerza Aérea Colombiana.

Para realizar el análisis, primero se realizó una revisión documental de instructivos, procedimientos y manuales del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de la FAC, con el cual,

se construyó la herramienta para el desarrollo de una entrevistas en profundidad, bajo un tipo de entrevista que pretendía lograr un aprendizaje sobre acontecimientos y actividades que no se pueden observar directamente, donde se usan a los interlocutores como informantes describiendo lo que sucede y sus percepciones desde su experiencia sobre cada uno de las factores evaluados (Álvarez, 2011). Para las entrevistas se realizó un análisis temático en el que se identificaron, y categorizaron las respuestas a partir de los patrones de las mismas.

Como resultado, se logró identificar parámetros para potencializar y mejorar las capacidades en I+D+i en proyectos aeroespaciales de defensa y generar un efecto spillover sobre los actores de la triple hélice a través de procesos de transferencia de tecnología y soporte de productos que impulsen el sector aeroespacial y de defensa colombiano. Como conclusión se identificaron los aspectos relevantes y se emitieron recomendaciones para fortalecer el SCTeI.

Para el desarrollo de esta parte de la investigación se evaluaron los factores teóricos y variables que se relacionan a continuación:

**Tabla 28** Factores y variables examinados entrevistas

<b>Preguntas</b>	<b>Factor Teórico (TEMA)</b>	<b>Variables (CATEGORIA)</b>
1	La I+D+i en defensa	Objetivos de la I+D+i en Defensa
2	Proceso de selección ideas proyectos	Filtros y selección de ideas para proyectos de I+D+i
3	Proyectos de ciencia tecnología e innovación	Etapas desarrollo proyecto
4	Infraestructura organizacional para I+D+i	Estructura eficiente de I+D+i
5	Capital para investigación	Disponibilidad recursos públicos y privados para I+D+i
6	Niveles de desarrollo tecnológico (TRL)	Financiación etapas de un proyecto hasta TRL7
7	Absorción tecnológica	Disposición organizacional para absorber tecnologías
8 y 9	Escalamiento Industrial y Transferencia de tecnología	Soporte productos de I+D+i y Transferencia de resultados

Fuente: Elaboración Propia

Las preguntas que se construyeron y aplicaron para el desarrollo y análisis de estos factores y variables fueron las siguientes:

**Tabla 29 Preguntas Entrevistas**

Pregunta 1. ¿Cuál es el objetivo de desarrollar actividades de I+D+i en la Organización?
Pregunta 2. ¿Qué características considera usted que se deben tener en cuenta al momento de filtrar y seleccionar ideas para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa?
Pregunta 3. ¿Considera usted que estas etapas son las que se deben concebir para generar un producto de ciencia tecnología e innovación de defensa con alta probabilidad de éxito? 1. Idealización y requerimientos de cliente; 2. Investigación (formativa o aplicada); 3. Desarrollo tecnológico; 4. Implementación o integración tecnológica al interior de la organización; 5. Transferencia tecnológica interna (soporte u operación) y/o externa (aplicación dual); 6. Desarrollo de mercado (para productos con aplicación dual).
Pregunta 4. ¿Considera que tiene que realizarse modificaciones a la estructura organizacional y los procesos para poder realizar proyectos de I+D+i aeroespaciales de forma eficiente? Y ¿Qué modificaciones cree que deberían realizarse? ¿Por qué?
Pregunta 5. ¿Considera usted que hay disponibilidad de recursos de capital de riesgo público y privado para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa?
Pregunta 6. ¿Considera usted que los procesos de financiación para los proyectos de I+D+i contemplan lo necesario para obtener un producto confiable con nivel de desarrollo superiores a TRL 7?
Pregunta 7. ¿Cree usted que existen las normas y políticas necesarias para absorción de los productos que genera los centros de I+D+i para la organización?
Pregunta 8. ¿Considera usted que los productos una vez finalizados e implementados, su soporte debe ser transferido a la industria o generar una capacidad dentro de la organización para garantizar la vida útil y su correcto funcionamiento?
Pregunta 9. ¿De los productos de I+D+i que ha generado el centro, conoce si se han presentado casos de transferencia de los resultados al sector productivo para su escalamiento industrial?

Fuente: Elaboración Propia

### **Fase 2 Recogida de Datos**

Para efecto del análisis de los resultados se tomarán los aspectos más relevantes, codificándolos y determinando tendencias de respuesta de los entrevistados, como se relacionan a continuación:

#### ***Pregunta 1. ¿Cuál es el objetivo de desarrollar actividades de I+D+i en la Organización?***

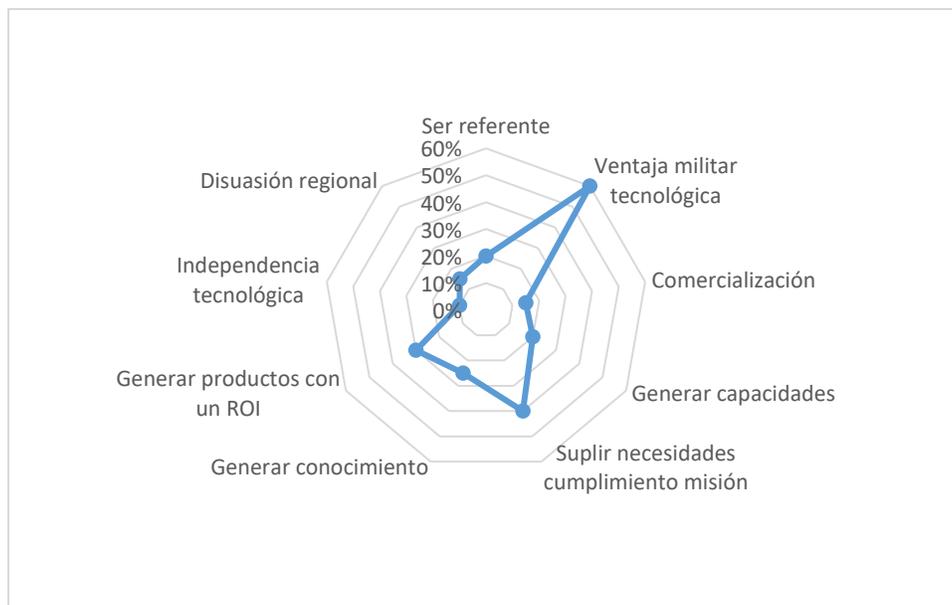
En las categorías codificadas en las entrevistas realizadas (ver Figura 52 Objetivo de la I+D+i), se pudo evidenciar que el objetivo de desarrollar actividades de I+D+i en la organización debe ser el desarrollo de ventajas militar tecnológicas “como lo indico el 80% de los participantes en sus repuestas que permiten indicar un consenso importante, con comentarios como que “*El objetivo*

de desarrollar actividades de ciencia y tecnología en la FAC es proveer una ventaja tecnológica para el desarrollo de operaciones”

La siguiente categoría visualizada fue la de “suplir necesidades para el cumplimiento de la misión con un 40% de aprobación, con observaciones sobre “*suplir las necesidades y automatizar algunos procesos e incrementar las capacidades que la fuerza*”.

Con un consentimiento del 30% de los participantes la otra categoría visualizada con mayor representación fue “Generar productos con un retorno sobre la inversión (ROI)”, que se reflejen en beneficio de la reducción de costos operacionales e ingresos por concepto de regalías, donde se observan comentarios sobre la importancia de “*generar un producto para obtener ganancias o ventajas y la falta de conciencia en la FAC sobre esto*”

**Figura 52** Objetivo de la I+D+i



Fuente: Elaboración Propia

**Pregunta 2.** *¿Qué características considera usted que se deben tener en cuenta al momento de filtrar y seleccionar ideas para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa?*

Se pudo evidenciar que es trascendente que las características de las ideas que se presenten para ser seleccionadas, deben como elemento esencial generar una clara contribución al “cumplimiento de la misión y la visión institucional”, con un nivel de consenso del 70%, en segundo lugar, que generen una “ventaja tecnológica” con un 65% y en tercer lugar que “solucionen problemas

operacionales” con un 50%, estos tres conceptos sosteniendo como eje fundamental el cumplimiento de la misión como elemento atractor para enfocar las ideas que se generen.

En un segundo nivel, se manifiesta que es importante tener “claramente definida las necesidades objeto de selección”, reflejándose en observaciones como: “*se debe mejorar el análisis de la problemática o la necesidad del cliente final y la necesidad de generar un retorno sobre la inversión en el proyecto que se va financiar, a través de un análisis de viabilidad económica*”.

***Pregunta 3. ¿Considera usted que estas etapas son las que se deben concebir para generar un producto de ciencia tecnología e innovación de defensa con alta probabilidad de éxito?***

***1. Idealización y requerimientos de cliente; 2. Investigación (formativa o aplicada); 3. Desarrollo tecnológico; 4. Implementación o integración tecnológica al interior de la organización; 5. Transferencia tecnológica interna (soporte u operación) y/o externa (aplicación dual); 6. Desarrollo de mercado (para productos con aplicación dual).***

El 55% de los entrevistados considera que las etapas expuestas abarcarían las fases necesarias para garantizar una alta probabilidad de éxito, en los productos de ciencia tecnología e innovación de defensa. El 45 % considera que las etapas indicadas no contemplan todas las etapas y que se debe incorporar: una “etapa de validación” antes del numeral 5 con un consenso de 75%; se plantea la necesidad de abarcar el “proceso administrativo y documental” como una etapa con un consenso de 55%, como un proceso transversal y de continuo seguimiento para garantizar la ejecución correcta de los proyectos y el adecuado proceso de gestión de conocimiento.

Adicionalmente, consideran importante una etapa que se categorizo como “evaluación y viabilidad” con un consenso de 45% para viabilizar técnica y financieramente los proyectos, y se evidencian en notas como “*Es necesario identificar las tendencias del mercado, evaluar la viabilidad, identificar los interesados (externos e internos) para guiar el proceso*”.

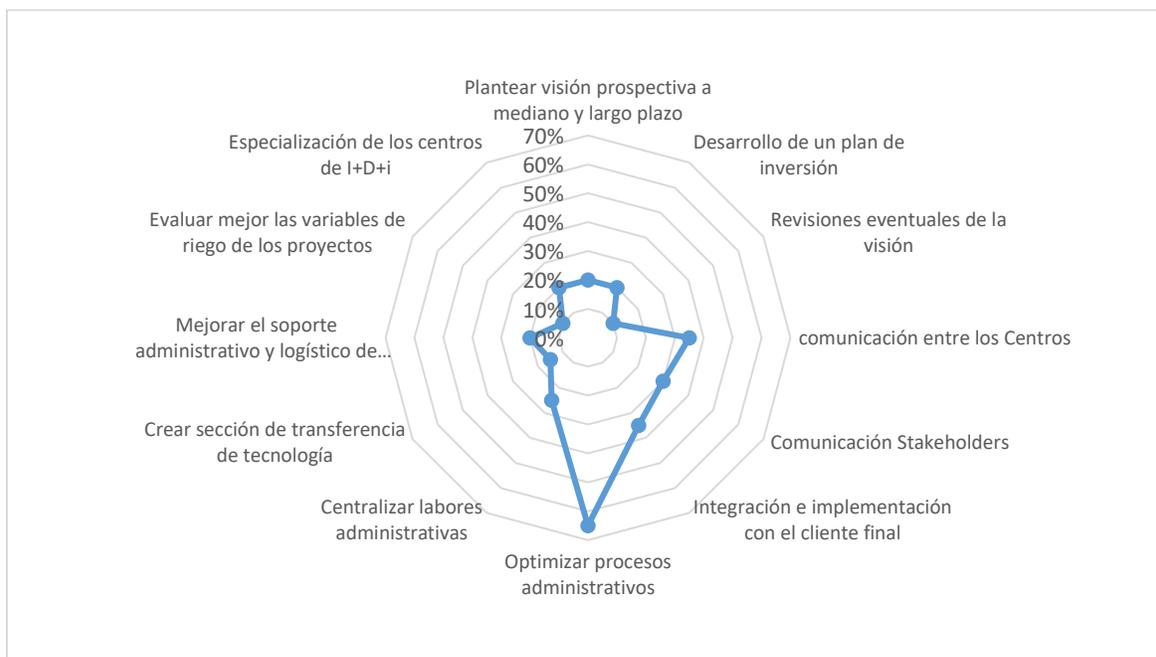
También se observó, que los entrevistados acotan que es importante modificar el actual modelo de investigación de la organización para incorporar elementos como la “Evaluación e Identificación Stakeholders”, “Entrega del Producto”, “Responsabilidades sobre Niveles de TRL que se deben alcanzar por cada uno de los actores”, “tipos de prototipos que se deben alcanzar”, “ajustes del proyecto en pruebas de campo”, “soporte del producto generado” e “incorporar políticas que faciliten la implementación”.

**Pregunta 4. ¿Considera que tiene que realizarse modificaciones a la estructura organizacional y los procesos para poder realizar proyectos de I+D+i aeroespaciales de forma eficiente? Y ¿Qué modificaciones cree que deberían realizarse? ¿Por qué?**

Todos los equipos entrevistados consideran que se deben realizar modificaciones organizacionales y en los procedimientos, para llevar a cabo proyectos de I+D+i dentro de la organización de forma eficiente, la tendencia fuerte fue hacia la optimización de procesos administrativos proponiendo comentarios como “se debe dejar de trabajar sobre modelos empresariales y enfocarse en los problemas propios, es decir generar procesos ajustados a las condiciones institucionales”. “la carga administrativa sesga la libertad de pensamiento” o “hay mucha burocracia, que genera mucha carga administrativa a los investigadores”.

De igual forma, se destacan tres aspectos de armonización del sistema “Integración e implementación con el cliente final”, mejorar la “Comunicación con los Stakeholders” de los proyectos de I+D+i y la “Comunicación entre los centros de I+D+i de la FAC”, para generar proyectos con un mayor impacto. Las modificaciones a la infraestructura organizacional propuesta se pueden evidenciar en la Figura 53 Modificaciones Infraestructura Organizacional para I+D+i.

**Figura 53** Modificaciones Infraestructura Organizacional para I+D+i.



Fuente: Elaboración Propia

***Pregunta 5. ¿Considera usted que hay disponibilidad de recursos de capital de riesgo público y privado para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa?***

En esta pregunta todos los investigadores identifican que hay disponibilidad de capital público y todos los equipos están de acuerdo con este concepto especialmente de dos entidades; de la misma organización y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, sin embargo, se resaltan comentarios como: “*los productos de defensa no son apoyados por MINCIENCIAS por lo cual se debe trabajar en todos los niveles para buscar aplicaciones duales, además se requieren sistemas de financiación especial a largo plazo*”. Se logra evidenciar, que en la actualidad MINCIENCIAS no cuenta con mecanismo de financiación que permitan garantizar el apoyo a proyectos de ciencia y tecnología a largo plazo (DNP, 2021).

Cuando se refieren a capital privado el 50 % de los investigadores considera que hay una disponibilidad de los recursos, pero se observa, según la opinión de los investigadores, que las organizaciones privadas buscan negocios a corto plazo, problema evidente, en el sector aeroespacial y de defensa, según (Martinez, 2019; Moya, 2014). También se encontró que las líneas de desarrollo de defensa no son interesantes para los privados, porque no cuenta con garantías para invertir. Elementos demostrativos para estimar que organizacionalmente, no se cuenta con herramientas y procedimientos, que estimulen prácticas para acceder a capital privado de forma eficiente, con garantías para la inversión que se genere desde el sector privado. El 25% de los entrevistados no tiene claro de la disponibilidad de recursos privados y el otro 25% no conciben que el sector privado quiera invertir en este tipo de proyectos.

***Pregunta 06. ¿Considera usted que los procesos de financiación para los proyectos de I+D+i contemplan lo necesario para obtener un producto confiable con nivel de desarrollo superiores a TRL 7?***

El 60% considera que NO se cuenta con la financiación y previsión de los recursos necesarios para llevar a los proyectos a TRL7, sustentando su argumentación en que la FAC solo genera apoyo financiero hasta el prototipado, hasta alcanzar en la mayoría de los casos TRL 4 y no contempla imprevistos para el desarrollo del proyecto, ni garantizan los recursos necesarios para alcanzar niveles óptimos de calidad y confiabilidad de los productos.

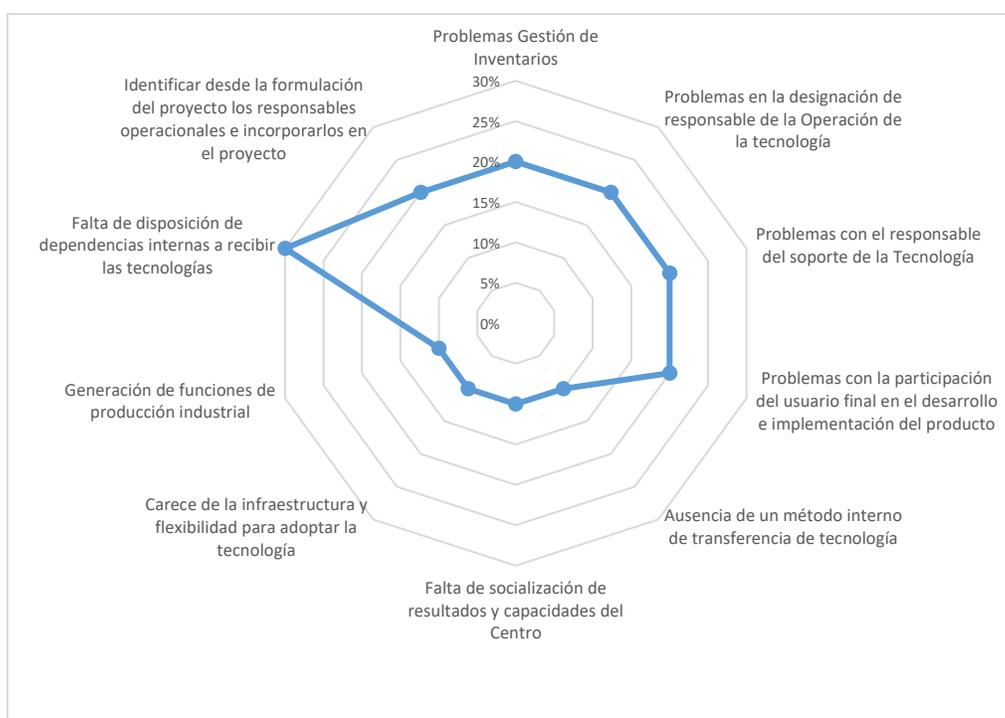
El 40% de los participantes considera que PARCIALMENTE, ya que se ha logrado en algunos proyectos llegar a desarrollar TRL7 con demasiado esfuerzo y optimización de los recursos, sostenidos, gracias a esfuerzos individuales soportado con comentarios como: “*se han podido llevar a este nivel proyectos como el Sistema de posicionamiento Satelital, el sistema de Mando y Control*

Horus, el sistema de Mando y Control C3E, pero con un alto compromiso de los investigadores y optimizando los recursos al máximo”.

**Pregunta 7. ¿Cree usted que existen las normas y políticas necesarias para absorción de los productos que genera los centros de I+D+i para la organización?**

El 80% de los entrevistados considera que no existe la normatividad necesaria para garantizar el consumo y demanda de los productos que genera los centros de I+D+i de la organización, el otro 20% no sabe no responde. Lo anterior debido a que no existen procedimientos ni políticas internas al respecto, para que el área operativa y logística absorba rápidamente los productos.

**Figura 54** Absorción de los productos de I+D+i



Fuente Elaboración Propia

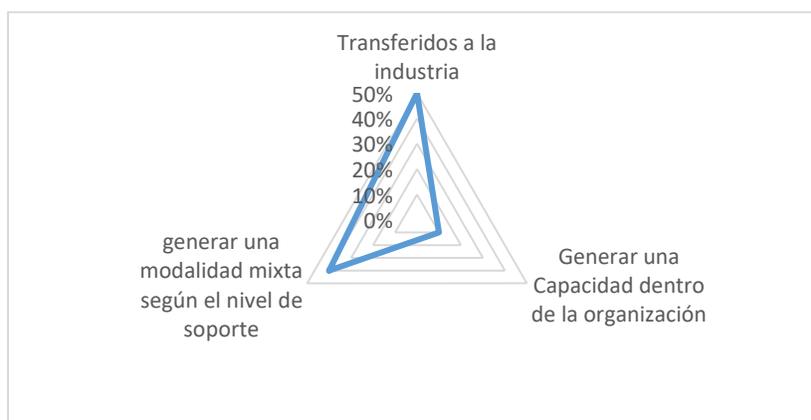
En la entrevista se presenta de forma fragmentada, los motivos por los cuales no se absorben los productos de los Centros de I+D+i como se evidencia en Figura 54 Absorción de los productos de I+D+i, manifestando que se presenta “falta de disposición de las dependencias a recibir las tecnologías”, “problemas gestión de inventarios”, “Problemas en la designación de responsable de la operación de la tecnología”, “problemas con el responsable del soporte de la tecnología” y “problemas con la participación del usuario final en el desarrollo e implementación del producto“. Con comentarios como: “No está claramente identificado a los interesados ni los usuarios finales, ni el proceso para llevar de una forma efectiva el producto al usuario final” y “se requieren crear

estados mayores temporales para recibir las tecnologías como cuando se compra un avión para garantizar su implementación”.

**Pregunta 8. ¿Considera usted que los productos una vez finalizados e implementados, su soporte debe ser transferido a la industria o generar una capacidad dentro de la organización para garantizar la vida útil y su correcto funcionamiento?**

El 50% considera que los productos una vez finalizados e implementados, su soporte debe ser transferido a la industria, el 40% considera que debe hacerse una modalidad mixta entre la industria y la organización según el nivel de soporte que requiera el producto y finalmente el 10% considera que se debe tener una capacidad dentro de la organización con acotaciones como que” transferir a la industria puede vulnerar la seguridad”.

**Figura 55** Transferencia de Tecnología



Fuente: Elaboración Propia

**Pregunta 9. ¿De los productos de I+D+i que ha generado el centro, conoce si se han presentado casos de transferencia de los resultados al sector productivo para su escalamiento industrial?**

En este punto se evidencia que se han realizados procesos de transferencia de resultados de I+D+i que estimulan al sector productivo en sus actividades industriales donde el 90% del personal reconoce que se han realizado estos procesos de transferencia destacando productos como el Sistema de Mando y Control “Horus”, el Patrón de Camuflado con Líneas Ondulantes, el sistema de visualización monoradar para radares TPS-70, Sistema de Posicionamiento Satelital. El grupo objeto de análisis manifiesta que “El escalamiento industrial debe estar dado cuando se transfiere a la industria y cuando se incorpora a la operación” y que “los productos se han escalado para suplir la demanda interna”. Sin embargo, en las entrevistas se generaron posiciones que muestran que el principal objetivo no debe ser el proceso de comercialización, por el contrario, debe ser el soporte y

logística operacional de las tecnologías de defensa desarrolladas, con un consenso del 85% de los participantes.

### **Fase 3 Análisis**

Para las entrevistas se realizó un análisis temático en el que se identificaron, y categorizaron las respuestas a partir de los patrones de estas, esto permitió determinar las conclusiones por cada uno de los factores y variables analizados.

Se clasificaron las categorías de acuerdo de acuerdo a su nivel de relevancia donde se mide el índice de aprobación y consenso de todos los que participaron en la investigación:

**Tabla 30** Clasificación de relevancia

<b>Clasificación de relevancia</b>	<b>Índice de aprobación y consenso</b>
No es relevante	0 a 0.29
Relevante	0.3 a 0.6
Muy Relevante	0.7 a 1

Fuente: Elaboración Propia

El Índice de aprobación y consenso se determina por la cantidad de veces que un participante de las entrevistas ofrece repuestas similares sobre un tema determinado y crean las categorías que fueron detectándose a través de cada una de las preguntas. Cabe resaltar que una respuesta puede afectar varias categorías. Esto permitió alcanzar los siguientes resultados descritos en la Tabla 31 Tabla de Codificación y Calificación .

Esto permitió identificar las categorías más relevantes por variable de medición que se describen en la Figura 56 Códigos más Relevantes por Variable de Medición, validando 25 de las 54 códigos identificadas por el autor en el análisis de las entrevistas. Así mismo, permitió generar las recomendaciones descritas en la sección 7.2.1 Recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia y la Tabla 32 Recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la Generación de Tecnologías Aeroespaciales de Defensa en Colombia.

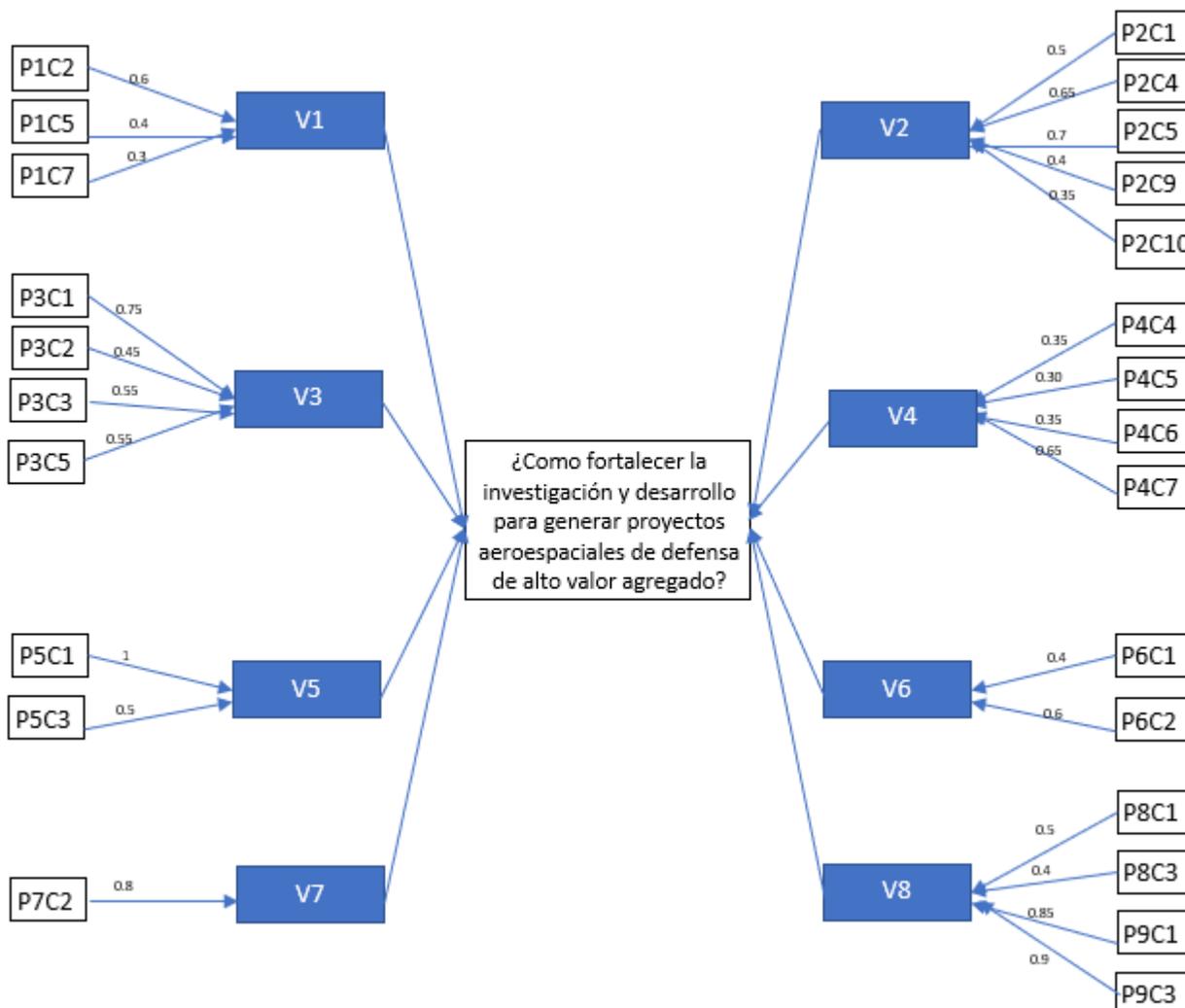
**Tabla 31** Tabla de Codificación y Calificación

#P	Variables	Códigos	Índice de consenso	Calificación
1	V1 Objetivos de la I+D+i en Defensa	P1C1 Ser referente	0.2	No es relevante
		P1C2 Ventaja militar tecnológica	0.6	Relevante
		P1C3 Comercialización	0.15	No es relevante
		P1C4 Generar capacidades	0.2	No es relevante
		P1C5 Suplir necesidades cumplimiento misión	0.4	Relevante
		P1C6 Generar conocimiento	0.25	No es relevante
		P1C7 Generar productos con un ROI	0.3	Relevante
		P1C8 Independencia tecnológica	0.1	No es relevante
		P1C9 Disuasión regional	0.15	No es relevante
2	V2 Filtros y selección de ideas para proyectos de I+D+i	P2C1 Solucionen problemas operacionales	0.5	Relevante
		P2C2 Ideas que se pueden solucionar fácilmente con un proveedor	0.1	No es relevante
		P2C3 Niveles de ingeniería	0.2	No es relevante
		P2C4 Ventaja tecnológica militar	0.65	Relevante
		P2C5 Apunten al cumplimiento de la misión y visión FAC	0.7	Muy relevante
		P2C6 Viabilidad de implementación en la operación	0.15	No es relevante
		P2C7 Acompañamiento personal idóneo del área operacional	0.1	No es relevante
		P2C8 Idoneidad del equipo investigador	0.15	No es relevante
		P2C9 Necesidad claramente definida	0.4	Relevante
		P2C10 Viabilidad económica y ROI	0.35	Relevante
		P2C11 Alineación con tendencias	0.1	No es relevante
		P2C12 Reduzca el riesgo operacional	0.1	No es relevante
3	V3 Etapas desarrollo proyecto	P3C1 Etapa de validación	0.75	Muy relevante
		P3C2 Evaluación y viabilidad	0.45	Relevante
		P3C3 proceso administrativo y documental transversal	0.55	Relevante
		P3C4 No requiere más etapas el proceso	0.45	No es relevante
		P3C5 Requiere más etapas el proceso	0.55	La Mayoría considera que es necesario agregar etapas / Relevante

				es excluyente con P3C4
4	V4 Estructura eficiente de I+D+i	P4C1 Plantear visión prospectiva a mediano y largo plazo	0.2	No es relevante
		P4C2 Desarrollo de un plan de inversión	0.2	No es relevante
		P4C3 Revisiones eventuales de la visión	0.1	No es relevante
		P4C4 Comunicación entre los Centros	0.35	Relevante
		P4C5 Comunicación Stakeholders	0.30	Relevante
		P4C6 Integración e implementación con el cliente final	0.35	Relevante
		P4C7 Optimizar procesos administrativos	0.65	Relevante
		P4C8 Centralizar labores administrativas	0.25	No es relevante
		P4C9 Crear sección de transferencia de tecnología	0.15	No es relevante
		P4C10 Mejorar el soporte administrativo y logístico de los centros	0.2	No es relevante
		P4C11 Evaluar mejor las variables de riesgo de los proyectos	0.1	No es relevante
		P4C12 Especialización de los centros de I+D+i	0.2	No es relevante
5	V5 Disponibilidad recursos públicos y privados para I+D+i	P5C1 Disponibilidad de Recursos Públicos	1	Muy relevante
		P5C2 NO hay Disponibilidad de Recursos Públicos	0	No es relevante
		P5C3 Disponibilidad de Recursos privados	0.5	Relevante
		P5C4 NO hay Disponibilidad de Recursos Privados	0.25	No es relevante
		P5C5 No tiene conocimiento de disponibilidad de recursos privados	0.25	No es relevante
6	V6 Financiación etapas de un proyecto	P6C1 Financiación parcial de los proyectos para alcanzar TRL7	0.4	Relevante
		P6C2 No se financian los proyectos para alcanzar TRL7	0.6	Relevante
7	V7 Disposición organizacional para absorber tecnologías	P7C1 No tienen conocimiento de la existencia de normas y políticas relacionadas.	0.2	No es relevante
		P7C2 Normas y políticas que articulen a todos los actores internos, para implementar productos	0.8	Muy relevante
8 y 9	V8 Soporte productos de I+D+i y Transferencia de resultados	P8C1 Transferidos a la industria	0.5	Relevante
		P8C2 Generar una Capacidad dentro de la organización	0.1	No es relevante
		P8C3 Generar una modalidad mixta según el nivel de soporte	0.4	Relevante
		P9C1 Transferencia para el soporte y logística operacional de las tecnologías desarrolladas	0.85	Relevante
		P9C2 Transferencia para comercializar	0.15	No es Relevante
		P9C3 Existe esquema de transferencia de tecnología	0.9	Muy Relevante
		P9C4 No identifican o consideran necesario realizar procesos de transferencia	0.1	No es Relevante

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 56** Códigos más Relevantes por Variable de Medición



Fuente: Elaboración Propia

La I+D+i en defensa, desde la perspectiva de los investigadores de la Fuerza Aérea Colombiana debe tener unos objetivos claros, como el de obtener una “ventaja militar tecnológica” (60% de aprobación, P1C2), “suplir necesidades para el cumplimiento de la misión” (40% de aprobación, P1C5) y “generar productos con un retorno sobre la inversión claramente definido para la institución” (30% de aprobación, P1C7), muestran una clara alineación con la confianza en el desarrollo de tecnologías que encajan una determinada orientación práctica, imaginativa, abierta y enfocada a la resolución de problemas concretos que requiere la FAC, mostrando una existencia de los conceptos planteados por (Jordán, 2015a) y (Donatas Palavenis, 2020), sobre el objetivo de la investigación en defensa, que deben ser determinados por pensamiento pragmático creativo y un Anti-intelectualismo, para aportar al desarrollo y comercialización de alta tecnología, que estimule el crecimiento económico y las capacidades de las instituciones de defensa.

El filtro de ideas y proyectos, deben ser orientados a la solución de problemas operacionales (P2C1), con un consenso del 50% de la opinión de los participantes. Adicionalmente, se deben identificar las necesidades y requerimientos del usuario (P2C9), para generar soluciones adecuadas, eficientes, y satisfactorias a problemas complejos de la organización con un consenso de 40%. De este punto, se propone crear dos áreas en el proceso de investigación; una que solucione necesidades básicas de la operación de la organización con conocimiento aplicado y la otra dedicada a la innovación que le apunte al desarrollo de proyectos de alto impacto para crear ventajas militares. Esto facilitaría el proceso generación de oportunidades, evaluación y priorización descrito por (Rey, 2017).

Los campos de atracción sobre los cuales se realiza el proceso selección de ideas para proyectos de I+D+i está claramente definido por la Visión y la Misión de la Organización, ya que los entrevistados consideran que las ideas deben ser seleccionadas de acuerdo con su aporte al desarrollo de estos conceptos con un consenso del 70%, en segundo lugar, el otro campo de atracción es alrededor de los productos o servicios enfocado en que deben generar una ventaja tecnológica con un consenso del 65%. acorde a lo establecido por (A. C. Alvarez, 1997) sobre los atractores complejos organizacionales.

En referencia a las etapas que debe contener un proyecto de ciencia tecnología e innovación presentadas por (Fuerza Aérea Colombiana, 2018b; González & Roberto, 2009; Rivadeneira Molina et al., 2013; Stelman & Greene, 2014), se encuentra una interpretación dividida en el grupo objeto de estudio, donde el 55% considera que las actuales etapas cumplen con la función, mientras que el 45 % considera que se deben agregar las siguientes etapas: 1. Validación (para criterio del autor, podría incorporarse dentro del concepto de Idealización y requerimientos del cliente), 2. Un proceso de gestión documental y administrativo transversal y 3. Evaluación y viabilidad (de acuerdo con los stakeholders).

Los entrevistaos establecen bajo un parámetro unanimidad, que se deben realizar ajustes organizacionales para mejorar la eficiencia en el desarrollo de proyectos de I+D+i, porque se carece de la infraestructura organizacional técnico-científica adecuada, afectada por la comunicación y la gobernanza, entre los stakeholders y los centros de I+D+i, que no facilitan el consenso (P4C4, P4C5, P4C6). Esto refleja detrimentos desde la perspectiva del asertividad y la interacción planteada por (Ríos & Sánchez, 2001) y las relaciones de autoridad, canales formales de autoridad, grupos formales de trabajo, y las líneas formales de responsabilidad que describe Hodge (2003) citado en (Parra Moreno & Liz, 2009)

La organización necesita optimizar de procesos (P4C7), porque los investigadores consideran que existe mucha burocracia que atenta contra la innovación. Lo anterior afecta racionalidad de la

organización que expone (Ríos & Sánchez, 2001). Por consiguiente, es necesario analizar las cargas administrativas y determinar los estímulos adecuados para incentivar el pensamiento creativo y la proactividad de los investigadores en los procesos de I+D+i (P4C7).

Se evidencia la disponibilidad de capital público para investigación y desarrollo (P5C1), siendo el principal promotor la misma organización, aunque hay otros actores como MINCIENCIAS con disponibilidad de recursos, pero que no cuentan con mecanismos para financiar proyectos con una visión a largo plazo, ni con programas en los sectores aeroespacial y defensa, según lo manifestado por los investigadores. El capital privado está disponible (P5C3), pero buscan resultados y compromisos institucionales, sin embargo, se tienen limitaciones legales, procedimentales y gerenciales para ser asumidos por una entidad pública, que son acompañados con una visión a corto plazo de los actores para la obtención de resultados. Adicionalmente, no se convierten en ejes articuladores y promotores de la innovación, el crecimiento económico y productivo como lo expresa (Mazzucato, 2015) y explicando parcialmente los datos deficientes del Informe Nacional de Competitividad.

Según el Departamento de defensa de los EEUU una tecnología puede ser utilizada cuando alcanza un nivel de madurez de TRL 7, sin embargo, en la organización no hay garantía financiera para alcanzar este nivel de TRL en los proyectos de I+D+i, para que lleguen a calidad de producto final y generar un retorno sobre la inversión realizada en los proyectos (P6C1, P6C2), lo que genera inseguridad e incertidumbre en la organización sobre este tipo de inversión.

Para los investigadores los procesos de absorción de tecnología, no cuentan con un respaldo de normas y políticas que articulen a todos los actores internos, para garantizar que sean implementados y utilizados por el usuario final (P7C2), además, a los investigadores les corresponde asumir responsabilidades, que no son de su esfera de influencia, como el soporte y operación del producto final, desviándolos de su función principal. Afectando la dimensión de absorción tecnológica y la dimensión afectiva descritas por (Rastogi, 2009)

También, el soporte de las tecnologías desarrolladas por el área de I+D+i de la organización presenta una dicotomía entre el secretismo y la transferencia a la industria y la academia. El secretismo, debido a las condiciones de acceso a la información privilegiada y el concepto de la vulneración de la seguridad nacional. Sin embargo, el mejor camino para garantizar el soporte productos de I+D+i es transferirlo a la industria o crear un esquema mixto en que el soporte de primer y segundo nivel lo realice la industria y el de tercer nivel los centros de I+D+i (P8C1, P8C3). Facilitando el mantenimiento del producto que requiere la primera dimensión de la absorción de tecnología (Rastogi, 2009).

Se reconoce que se han realizado procesos de transferencia de tecnología que generan valor al tejido industrial (P9C3), identificando aproximadamente siete tecnologías transferidas o en proceso de transferencia, resaltando que se cuenta con un proceso institucional para esta actividad, pero que requiere ser optimizado para ser más eficiente. Se logra evidenciar que este mecanismo construido desde la organización, puede generar un gran impacto social y económico, estimulando la colaboración y la mitigación de riesgos para los empresarios en procesos de I+D+i. Facilitando la transmisión de “conocimientos técnicos” por afinidad afectiva que estudia (Rastogi, 2009). Sin embargo, debe sostener su principal objetivo del soporte y la logística operacional de las tecnologías de defensa desarrolladas (P9C1).

### **7.2.1 Recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia**

Por lo anterior, desde la presente tesis se presentan las siguientes recomendaciones producto del diagnóstico realizado al proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia liderado por la FAC.

**Tabla 32** Recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la Generación de Tecnologías Aeroespaciales de Defensa en Colombia.

<b>PREGUNTAS</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia. (TEORIA)</b>
1	Objetivos de la I+D+i en Defensa	<p>Enfocarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar ventajas militares tecnológicas.</li> <li>• Suplir necesidades para el cumplimiento de la misión.</li> <li>• Generar productos con un retorno sobre la inversión (ROI) reflejado en la reducción de costos operacionales e ingresos por concepto de regalías.</li> </ul>
2	Filtros y selección de ideas para proyectos de I+D+i	<p>Se debe realizar bajo los siguientes criterios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribución al cumplimiento de la misión y la visión institucional.</li> <li>• Generen una ventaja tecnológica</li> <li>• Solucione problemas operacionales</li> </ul>
3	Etapas desarrollo proyecto	<p>El proceso debe contemplar las siguientes etapas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Idealización y requerimientos de cliente.</li> </ol>

		<p><b>2. Evaluación y viabilidad técnica y financiera.</b></p> <p>3. Investigación (formativa o aplicada).</p> <p>4. Desarrollo tecnológico.</p> <p><b>5. Validación Técnica</b></p> <p>6. Implementación o integración tecnológica al interior de la organización</p> <p>7. Transferencia tecnológica interna (soporte u operación) y/o externa (aplicación dual)</p> <p>8. Desarrollo de mercado (para productos con aplicación dual).</p> <p>Elementos que se deben agregar y definir en el modelo que en la actualidad no se contemplan, pero que se pueden incluir en las etapas descritas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación e Identificación Stakeholders e incorporación desde el inicio de los proyectos.</li> <li>• Entrega del Producto.</li> <li>• Definir las responsabilidades de desarrollo sobre Niveles de TRL. que se deben alcanzar por cada uno de los actores.</li> <li>• Tipos de prototipos que se deben alcanzar.</li> <li>• Financiación para ajustes del proyecto en pruebas de campo.</li> <li>• Políticas para el soporte del producto generado</li> <li>• Incorporar políticas que faciliten la implementación dentro de la organización.</li> </ul>
4	Estructura eficiente de I+D+i	<p>Para obtener una estructura eficiente para la I+D+i los investigadores proponen que se debe <b>optimizar los procesos administrativos</b> que desgastan mucho al sistema.</p> <p>Adicionalmente, proponen realizar las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración e implementación con el cliente final.</li> <li>• Mejorar la Comunicación con los Stakeholders” de los proyectos de I+D+i.</li> <li>• Mejorar la comunicación entre los centros de I+D+i para generar proyectos con un mayor impacto</li> </ul>
5	Disponibilidad recursos públicos y privados para I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda adelantar gestiones para involucrar en las gestiones de capital público a MINCIENCIAS.</li> <li>• Generar alianzas público-privadas que estimulen la inversión de capital privado en proyectos de I+D+i de defensa, garantizando</li> </ul>

		la adquisición de productos certificados por la sección de certificación aeronáutica del sector defensa.
6	Financiación etapas de un proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contemplar la financiación de los proyectos en las formulaciones hasta llevarlos a niveles de TRL7. En la actualidad no se contempla desde el inicio del proyecto.</li> </ul>
7	Disposición organizacional para absorber tecnologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar las políticas instituciones para facilitar, que las dependencias operacionales y logísticas absorban rápidamente las tecnologías desarrolladas por el SCTeI.</li> <li>• Disponer obligatoriamente del personal que trabaja en el área operacional, para que participe activamente en el desarrollo de los proyectos de I+D+i. definiendo requerimientos de cliente y en las pruebas de campo.</li> <li>• Desde que se inician los proyectos definir la dependencia responsable de recibir la operación y el soporte logístico del producto generado por el SCTeI.</li> </ul>
8	Soporte productos de I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se propone que los resultados se transfieran a la industria para su escalamiento industrial y el soporte a las dependencias responsables de la logística y la operación. Estableciendo acuerdo de cooperación, colaboración y confidencialidad en el acceso de la información.</li> <li>• Otra opción posible es entregar a la industria los soportes de nivel básico de la tecnología y los niveles avanzados transferirlos a las dependencias responsables de la logística, si tienen la capacidad de infraestructura y personal.</li> </ul>
9	Transferencia de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer la oficina de transferencia de tecnología del Sector Seguridad y Defensa, para agilizar los procesos de transferencia a la industria.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

### **7.2.2 Propuesta de sostenibilidad de los procesos de CTeI en el Ministerio de Defensa Colombia**

De igual forma, esta sección permite plantear una solución al problema de sostenibilidad del Sistema de Ciencia tecnología e Innovación (SCTe) descrito en la sección Descripción / Planteamiento del Problema y en (Giraldo et al., 2022). La solución referenciada se presenta en el esquema de la

*Figura 57 CTel en Defensa Sostenible.*, donde se plantea que se deben redistribuir las responsabilidades con la industria y la academia, implementando nuevos cursos de acción para el desarrollo de actividades de ciencia Tecnología e innovación (ACTIs) de defensa, usando la transferencia de tecnología a través de mecanismos legales como contratos de innovación y convenios de cooperación, descritos en la siguiente normatividad colombiana que regulan el desarrollo de actividades de ciencia tecnología e innovación, los procesos de cooperación y la contratación pública: la Ley 80/1993, Ley 1286/2009 y Ley 1951/2019, Ley 1955/2019, Ley 2162/2021, Decreto 393/1991, Decreto 584/1991, Decreto 585/1991, Decreto 591/1991, Decreto 2226/2019, Decreto 081/2022.

Así mismo, de debe trabajar en crear una cultura orientada a lo práctico y tecnocentrista en todo el sector defensa (Jordán, 2015b) y de acuerdo a lo descrito en el Capítulo V. Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa, dando prioridad a generar capacidades nacionales sostenibles, con la industria y la academia, y trabajando en eliminar las importaciones. Por consiguiente, se plantea los siguientes cursos de acción con cada actor de la TH, desde el Ministerio de defensa de Colombia para solucionar los problemas de sostenibilidad de los proyectos de CTel de Defensa, tomando lo desarrollado en esta sección y en la sección 7.1.1 Propuesta teórica de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice.:

### **El Estado**

- Para el desarrollo proyectos de I+D+i de Defensa, las Fuerzas Militares Colombianas (FFMM) y las empresas del GSED, deben trabajar en estimular la construcción de infraestructura de I+D+i de alto impacto, como laboratorios, parques industriales y centros de I+D+i, brindando la facilidad de acceso a las PYMES y emprendedores, para que desarrollen sus propios proyectos, que generen la masa crítica de conocimiento, para impulsar la industria aeroespacial colombiana.
- Se debe facilitar el mecanismo de transferencia de tecnología de forma ágil y permanente hacia la industria nacional, a través de la Oficina de Transferencia de Tecnología del Sector Seguridad y Defensa. Es necesario crear mecanismos para compartir el conocimiento generado por los centros de investigación y dependencias de las FFMM, a las universidades para replicarlos en sus programas académicos y empezar a fortalecer las áreas STEM en el

país. Usando como referencia el trabajo realizado por programas como el Small Business Innovación Research (SBIR) y el Small Business Technology Transfer (STTR) en EEUU, las Oficinas de Transferencia de tecnología de Brasil o el Centro de Innovación en Israel.

- Se debe construir una estrategia nacional desde las entidades del estado, que proyecte a largo plazo la construcción y financiación de proyectos integradores, con la participación de la industria y la academia. Este tipo de proyectos de impacto nacional, permite crear capacidades que generan un efecto derrame en otras industrias de alto valor agregado e incentivan una economía basada en el conocimiento. Así mismo, permiten al estado fungir como articulador de capital de riesgo público con un objetivo claro, que genera valor a la sociedad y la economía por su alta generación de conocimiento y tecnologías. Un ejemplo de este tipo de estrategia es la Estrategia Nacional de defensa de Brasil.
- El Ministerio de defensa debe generar una política inclusiva de créditos offset que invite a participar a empresas y universidades nacionales, para garantizar procesos de transferencia de conocimiento y tecnología efectivos, que generen capacidades y garanticen que se repliquen esos nuevos conocimientos en el país.
- El estado debe facilitar capital de riesgo público para adoptar tecnologías, llevar al mercado eficientemente los productos de I+D+i y brindar el soporte 24/7 a las FFMM, sin afectar la seguridad nacional.

### **Las Empresas**

- Se debe estimular la participación empresarial en los procesos de investigación y desarrollo, y transferir el soporte y producción integral de los productos que generen las dependencias de I+D+i del Ministerio de Defensa de Colombia. Lo anterior, sustentando que las labores de escalamiento industrial y soporte, no hacen parte de la misionalidad de las Fuerzas Militares.
- Apoyar en la industria, la construcción de una cultura orientada hacia la innovación, poniendo a disposición recursos financieros, infraestructura y personal de la FFMM, para participar en proyectos de defensa privados y recibir y transferir tecnología en sus cadenas productivas.
- Desde las FFMM se debe garantizar la adquisición de los productos que se generen en la industria, como lo hace Brasil con su industria (C. Rodríguez et al., 2018), pero sin afectar la competitividad como lo efectúa Israel (Donatas, 2019). Para esto se deben generar las políticas institucionales y leyes nacionales, que generen obligatoriedad en las instituciones del estado, para garantizar la demanda de los productos de proyectos de I+D+i, que alcancen niveles de madurez iguales o superiores a TRL 7, en la industria nacional y que solucionen

necesidades de las FFMM, trabajando en eliminar las importaciones con los productos nacionales.

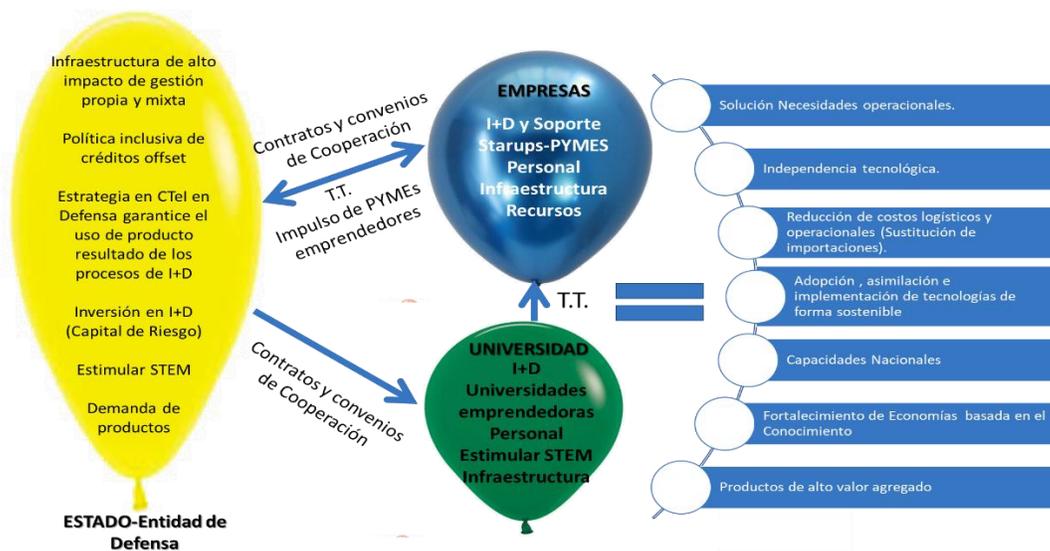
- Generar confianza en el sector privado para invertir en investigación y desarrollo, y estimular los procesos de innovación y generación de conocimiento de alto valor agregado. Como lo hacen el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que es el mayor inversionista de riesgo de Silicon Valley, a través del Defense Innovation Unit (DIU) y representan más del 20% del capital de riesgo de este país (Silicon Valley Defense Working Group, 2019), creando fondos de inversión pública para estimular la eliminación de importaciones.
- Finalmente, el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Industria y comercio, debe conectar y respaldar la industria nacional, en escenarios internacionales para promover sus exportaciones como un aliado comercial de las empresas, para estimular su competitividad, promover su autosuficiencia y reducir la dependencia tecnológica que producen las adquisiciones de defensa nacionales, ayudando a su incorporación en la cadena global de suministros del mercado de defensa.

### **Academia**

- El Ministerio de Defensa Nacional a través de las FFMM, deben estimular los programas de pregrado y posgrado en áreas STEM, en las universidades y facilitar la participación de sus docentes y alumnos, en programas de intercambio con los centros de I+D+i relacionados con temas de defensa, a través de convenios interinstitucionales.
- Acordar con las universidades replicar en sus programas académicos el conocimiento adquirido, por sus docentes y estudiantes en sus intercambios. Tratando de generar la masa crítica de conocimiento, para cerrar la brecha de personal idóneo y suficiente, necesario para las actividades de investigación.
- Apoyar el desarrollo del concepto de universidades emprendedoras, que generen spin off y startups, a través de incubadoras que articulen capitán de riesgo público y privado, para adelantar proyectos que solucionen necesidades de defensa.
- Estimular la creación de mecanismo internos, para facilitar procesos de transferencia de tecnología eficientes en diferentes niveles de madurez, hacia centros de I+D+i de las universidades y la industria. Esto se puede facilitar socializando las estrategias de CTel de las entidades del Ministerio de Defensa (FFMM).
- Realizar acuerdo de cooperación con la academia para poner a disposición de la industria y los centros de investigación, infraestructura y personal de investigación, para el desarrollo de

proyectos de I+D+i en defensa, eliminando su aversión hacia este tipo de proyectos y divisar la oportunidad para de desarrollo económico y social del país que representan.

**Figura 57** CTel en Defensa Sostenible.



Fuente: Elaboración Propia

### 7.3 Modelo de Gestión tecnología e Innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa para Colombia

Esta sección da respuesta al Objetivo No 3 de la investigación y se desarrolló en las 3 fases descritas en la sección 6.4 Descripción de la metodología”, para el cumplimiento de este objetivo:

#### Medición del fenómeno

#### Diseño del Instrumento

Para la obtención de los datos se desarrollaron tres instrumentos (ver ANEXO D Cuestionario Academia, ANEXO E Cuestionario Estado, ANEXO F Cuestionario Industria) construidos a partir del marco teórico desarrollado en los capítulos: Capítulo II. Modelo Triple Hélice, Capítulo III. Ecosistemas de innovación, Capítulo IV. Modelos de gestión y el Capítulo V. Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa.

Para el diseño del cuestionario se utilizaron la técnica de escalas de Likert valoradas de 1 a 5, con los siguientes tipos de escalas de preguntas:

**Tabla 33** Escalas de Likert usadas en los cuestionarios.

1	2	3	4	5
No invierte en I+D	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
Nunca	Casi nunca	Ocasionalmente	Usualmente	Casi siempre
Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy Frecuentemente
Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Es Indiferente	Acuerdo	Totalmente de acuerdo
Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si

Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas se diseñaron para dar respuesta a cada uno de las variables e indicadores tomados del marco teórico, conformando las variables indicadoras. Es importante resaltar que se diseñaron preguntas que pueden dar respuesta a varias variables indicador, pero que su interpretación tiene dimensiones diferentes dentro de la investigación, como se refleja en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas. De igual forma, las variables indicadoras 4.2.3, 4.3.1, 4.4.1, y 4.5.2 que corresponden a una medición cualitativa, por una consulta formal por los canales de comunicación legal del estado colombiano y al trabajo de focus group realizado para el cumplimiento del objetivo No 02 de la presente investigación. Los resultados de estos indicadores fueron explicados al final de esta sección e incluidos en la descripción teórica final del modelo.

### **Validación del instrumento**

Para la validación de los instrumentos se utilizó el Alpha de Crombach, que según Nunnally, (1978) permite medir la consistencia de los cuestionarios basados en el análisis de correlaciones medias entre los ítems referidos. Esta relación produce valores que van desde cero (0) y uno (1). Cuanto más cercano al valor uno (1) es el instrumento más fiable. Los criterios utilizados para la

interpretación de los valores del coeficiente alfa de Crombach son los siguientes (Fernandez-Jardon, 2011):

- Inferiores a 0,6 (bajo)
- Entre 0,61 y 0,70 (aceptable)
- Entre 0,71 a 0,80 (bueno)
- Sobre 0,80 (alto).

La validación de los instrumentos se realizó con 15 encuestados (5 por cada actor), los cálculos se realizaron en Excel obteniendo los siguientes resultados en el Alpha de Crombach:

**Tabla 34** Resultado Alpha de Crombach Validación instrumentos.

ALPHA DE CROMBACH ACADEMIA	0,959679248	ALPHA DE CROMBACH ESTADO	0,76082129	ALPHA DE CROMBACH ESTADO	0,85940355
NUMERO PREGUNTAS	38	NUMERO PREGUNTAS	34	NUMERO PREGUNTAS	40
SUMATORIA DE VARIANZA	50,64	SUMATORIA DE VARIANZA	18,56	SUMATORIA DE VARIANZA	39,12
SUMATORIA DE LA VARIANZA DE LOS ITEMS	772,24	SUMATORIA DE LA VARIANZA DE LOS ITEMS	70,96	SUMATORIA DE LA VARIANZA DE LOS ITEMS	241,36
ALPHA DE CROMBACH ACADEMIA	0,959679248	ALPHA DE CROMBACH ESTADO	0,76082129	ALPHA DE CROMBACH ESTADO	0,85940355
NUMERO PREGUNTAS	38	NUMERO PREGUNTAS	34	NUMERO PREGUNTAS	40
SUMATORIA DE VARIANZA	50,64	SUMATORIA DE VARIANZA	18,56	SUMATORIA DE VARIANZA	39,12
SUMATORIA DE LA VARIANZA DE LOS ITEMS	772,24	SUMATORIA DE LA VARIANZA DE LOS ITEMS	70,96	SUMATORIA DE LA VARIANZA	241,36

					<b>DE LOS ITEMS</b>	
--	--	--	--	--	-------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

### Aplicación del instrumento

Para la aplicación del instrumento se utilizó la plataforma especializada Question Pro utilizando grupos de WhatsApp, correos electrónicos, los clústeres, agrupaciones académicas, el Comité Científico Colombiano y contactos personales del investigador, con docentes de las universidades y empresas del sector aeroespacial colombiano.

Se envió la encuesta a 306 personas de la industria, la academia y el estado colombiano, de las cuales contestaron el 56,08% pero completaron el cuestionario 83 personas con una efectividad del 27,12% siendo esta la data útil con la que se realizó el análisis y se construyó el modelo.

**Tabla 35** Estadísticas descriptivas aplicación instrumento

Actor	Terminado (Información útil)	Incompletas	Total, Respuestas	Visto	Terminado / Total Respuestas	Terminado / Visto	Total, Respuestas / Visto	Incompletas/ Total Respuestas	Incompletas / Visto
<b>Industria</b>	25	22	47	69	53,19%	36,23%	68,12%	46,81%	31,88%
<b>Academia</b>	34	17	51	151	66,67%	22,52%	33,77%	33,33%	11,26%
<b>Estado</b>	24	26	50	86	48,00%	27,91%	58,14%	52,00%	30,23%
<b>Totales</b>	<u>83</u>	<u>65</u>	<u>148</u>	<u>306</u>	<u>56,08%</u>	<u>27,12%</u>	<u>48,37%</u>	<u>43,92%</u>	<u>21,24%</u>

Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis de los datos y Resultados - Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)**

#### **Fase Uno. Descripción del modelo**

Para explicar cómo construir un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial que integre los conceptos de ecosistemas de innovación, el modelo de la triple hélice y las prácticas comunes en el desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa de países referentes. Se propusieron las variables: Integración Triple Hélice (X1), Inteligencia colaborativa (X2), Inteligencia Colectiva (X3), Competitividad (X4), Procesos de Cooperación con otras organizaciones (X5), Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad (X6) y las prácticas comunes para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa (X8); tratando de identificar si son explicativas y

generan relaciones causales con las características del modelo de gestión tecnológica e innovación (X7).

Según Etzkowitz y Leydesdorff el modelo de la Triple Hélice (MTH) busca la integración de la universidad, empresa y estado (X1) para explicar la estructura de desarrollo de las economías basadas en el conocimiento y para guiar los procesos productivos de una nación siendo este el eje central del modelo de la TH (Leydesdorff, 2012; Ranga & Etzkowitz, 2013), y en la investigación se midió el grado de integración a través de los indicadores y las variables indicadores (V.I.) que se reflejan en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas y que se relacionan a continuación: 1.1 Espacios de interacción (V.I. 1.1.1-1.1.3), 1.2 Relaciones entre los componentes (V.I.1.2.1-1.2.6), 1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas (V.I. 1.3.1-1.3.14), 1.4 Universidades Emprendedoras (V.I. 1.4.1-1.4.4), 1.5 Empresas de base de conocimiento (V.I. 1.5.1-1.5.9), y 1.6 Capital de riesgo (V.I. 1.6.1-1.6.7), explicada su fundamentación teórica en el Capítulo II. Modelo Triple Hélice. Buscando extraer componentes que permitan fortalecer y desarrollar un modelo de gestión tecnológica e innovación que articule los actores de la TH para generar productos de alto valor agregado.

El eje de ecosistemas de innovación fue discriminado en cinco variable independientes y/o latentes, por la diversidad conceptual que presenta el concepto, que finalmente busca desencadenar la invención y acelerar la innovación en todas las disciplinas científicas y tecnológicas, los sectores público y privado (Carayannis & Campbell, 2009). Del análisis teórico realizado en el Capítulo III. Ecosistemas de innovación, se lograron identificar cinco variables latentes claves que pueden expresar la existencia de un ecosistema de innovación, con sus indicadores y variables indicadores como se reflejan en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas:

- La cocreación representada en la variable X2 que se medirá a través del concepto de inteligencia colaborativa, y su indicador 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa (V.I. 2.1.1-2.1.6).
- La coevolución que se medirá a través de la inteligencia colectiva (X3), y su indicador 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (autoorganización) (V.I. 2.2.1-2.2.9).
- La competitividad representada en la variable X4 y los indicadores. 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales (V.I. 2.3.1-2.3.7), 2.4 Activos de propiedad intelectual (V.I. 2.4.1), 2.5 Inversión en I+D+i (V.I. 2.5.1), 2.6 Transferencia de Tecnología (V.I. 2.6.1-2.6.2) y 2.7 Inversión en Capacitación (V.I. 2.7.1).

- La cooperación representada en los procesos de cooperación con otras organizaciones variable X5 y su indicador 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial (V.I. 2.8.1-2.8.2).
- La complejidad, por la presencia de características de sistemas complejos, representado en la construcción de redes que facilitan los procesos de autoorganización de los ecosistemas de innovación reflejado en la variable X6 y su indicador 2.9 Redes de Conocimiento (V.I. 2.9.1-2.9.3).

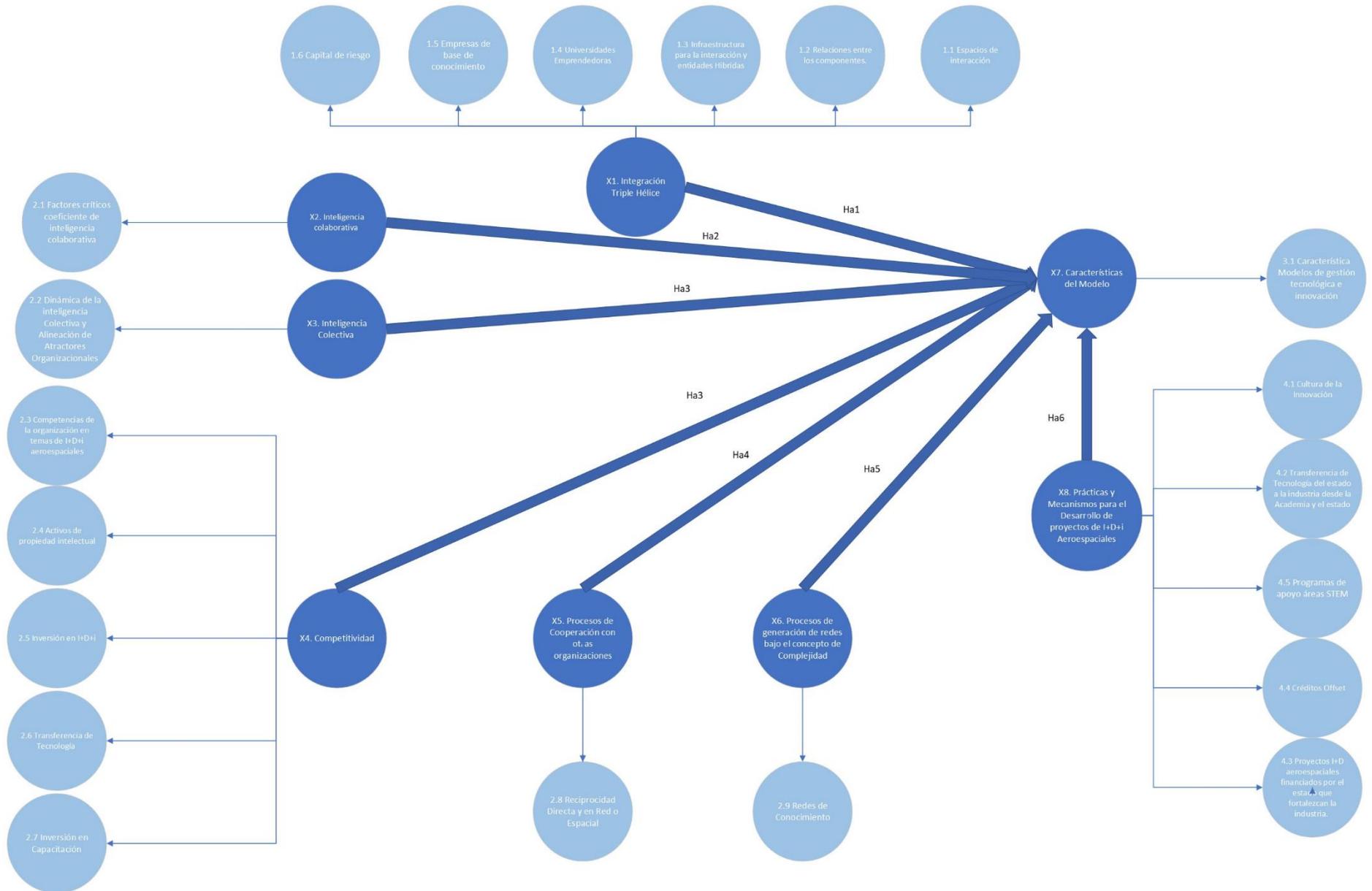
Las prácticas comunes para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa identificadas en el Capítulo V. Proyectos De I+D+I Aeroespaciales De Defensa, están abarcadas en la variable X8 y los indicadores 4.1 Cultura de la Innovación (V.I. 4.1.1), 4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado (V.I. 4.2.1-4.2.3), 4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria (V.I. 4.3.1), 4.4 Créditos Offset (V.I. 4.4.1) y 4.5 Programas de apoyo áreas STEM (V.I. 4.5.1-4.5.2), fueron diseñados por el autor, con el fin de consolidar en cinco indicadores los elementos más representativos de las estructuras sectoriales y de la gestión de proyectos aeroespaciales de defensa de EEUU, China, Israel, Brasil, la OTAN como actores referentes a nivel global regional y supranacional.

Con el fin de darle robustez teórica al modelo se utilizaron las características de los modelos de gestión tecnológica e innovación más representativos y acordes a los objetivos de la investigación, como fueron los modelos de primera y quinta generación de la gestión de la innovación y los modelos de gestión tecnológica de Temaguide e Hidalgo, que se reflejaron en la variable dependiente X7 y el indicador 3.1 Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación (V.I. 3.1.1-3.1.19).

Por lo expuesto, se plantea el modelo descriptivo de la Figura 58 Diagrama de Descripción del modelo, generando relaciones causa--efecto desde las variables latentes X1, X2, X3, X4, X5, X6 y X8 hacia la variable X7, buscando dar respuesta a las hipótesis alternativas Ha1 a la Ha7 de la presente investigación. Así mismo, es importante aclarar que el resultado del análisis de estas hipótesis alternativas permitirá determinar el cumplimiento de la hipótesis de investigación la Hi y la hipótesis nula Ho

Finalmente Se definieron 08 variables latentes (V.L.) y debido a que gráficamente mostrar todas las 108 variables indicadores (V.I.) en el modelo descriptivo no permitía que fuera fácilmente identificable, las relaciones se utilizaron los (21) veintiún indicadores en representación de las V.I. De igual forma, estas se reflejan en la Tabla 21 Variables indicadores y Preguntas

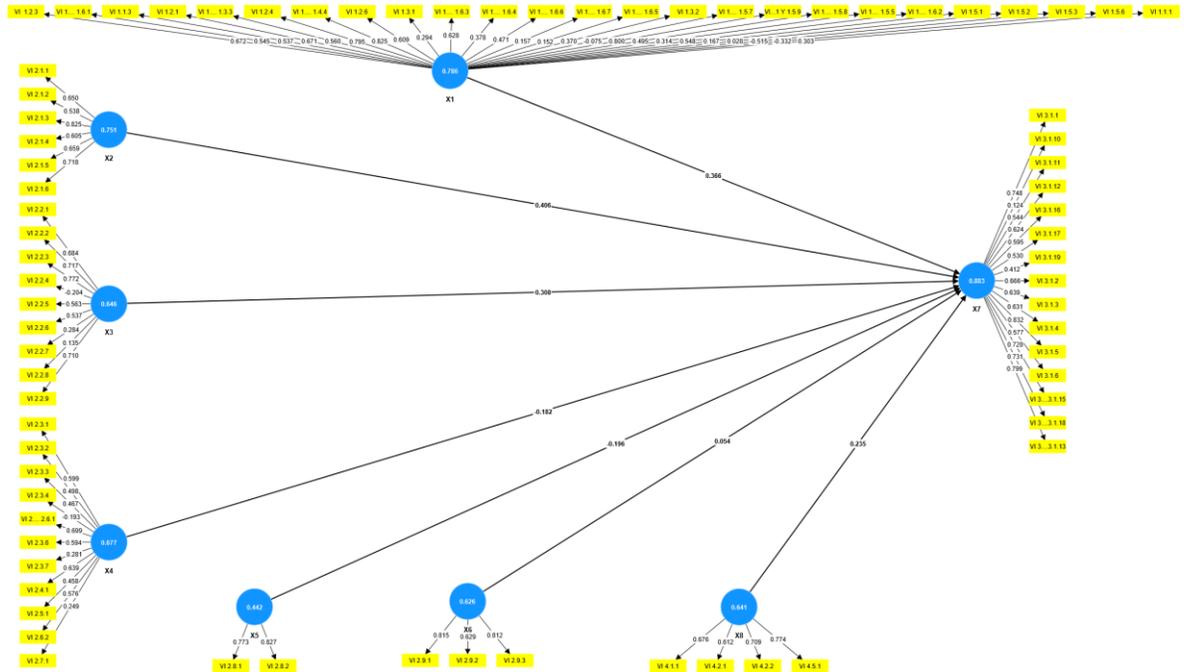
**Figura 58** Diagrama de Descripción del modelo



**Fase Dos. Validez y Fiabilidad del Modelo de Medida.**

Se organizo la base de datos de los resultados obtenidos y se diseñó de acuerdo al modelo descriptivo el SEM en el software SMART PLS obteniendo los siguientes resultados como refleja la Figura 59 Modelo SEM SMART PLS:

**Figura 59** Modelo SEM SMART PLS



Fuente Elaboración propia en el Software Smart PLS

*Validez Interna*

Las variables indicador 1.2.2 y 1.3.3, 1.5.1, 1.5.6 de la variable latente X1 no cumplieron con el parámetro establecido de VIF menor que 10 por consiguiente se procedieron a eliminar para ajustar el modelo, como se señala en rojo en la Tabla 37 Validez Interna y Fiabilidad Individual.

Así mismo, las variables latentes no presentaron problemas de validez interna como se refleja en la Tabla 36 Validez Interna Variables Latentes

**Tabla 36** Validez Interna Variables Latentes

Variables Latentes	Validez Interna- VIF (menor de 10)
X1 -> X7	6.606

X2 -> X7	3.074
X3 -> X7	2.803
X5 -> X7	5.439
X6 -> X7	4.656
X8 -> X7	5.848

Fuente Elaboración propia con datos obtenidos Software Smart PLS

### *Fiabilidad Individual*

En la fiabilidad individual 27 variables indicadores de las 108, cumplieron con el parámetro de  $\lambda \geq 0.7$ , las variables que se eliminaron se indican en rojo en la Tabla 37 Validez Interna y Fiabilidad Individual, procediendo a eliminarse para ajustar el modelo y se volvió a calcular el modelo obteniendo los resultados descritos en la Tabla 38 Resultados obtenidos eliminando las variables con problemas de fiabilidad individual.

**Tabla 37** Validez Interna y Fiabilidad Individual

Variables Indicadores	Validez Interna- VIF (menor de 10)	Fiabilidad Individual $\lambda \geq 0.7$
VI 1.2.3 <- X1	5.028	0.672
VI 1.1.2 y 1.6.1 <- X1	5.881	0.545
VI 1.1.3 <- X1	4.742	0.537
VI 1.2.1 <- X1	3.188	0.671
VI 1.2.2 y 1.3.3 <- X1	10.780	0.560
VI 1.2.4 <- X1	5.802	0.795
VI 1.2.5, 1.3.6 y 1.4.4 <- X1	9.351	0.825
VI 1.2.6 <- X1	3.557	0.609
VI 1.3.1 <- X1	6.957	0.294
VI 1.3.10 y 1.6.3 <- X1	4.709	0.628
VI 1.3.11 y 1.6.4 <- X1	4.904	0.378
VI 1.3.12 y 1.6.6 <- X1	5.811	0.471
VI 1.3.13 y 1.6.7 <- X1	7.492	0.157
VI 1.3.14, 1.5.4 y 1.6.5 <- X1	5.945	0.152
VI 1.3.2 <- X1	3.691	0.370
VI 1.3.4, 1.4.2 y 1.5.7 <- X1	6.407	-0.075
VI 1.3.5, 1.4.1 Y 1.5.9 <- X1	6.722	0.800
VI 1.3.7, 1.4.3 y 1.5.8 <- X1	5.879	0.495

VI 1.3.8 y 1.5.5 <- X1	9.186	0.314
VI 1.3.9 y 1.6.2 <- X1	4.773	0.548
VI 1.5.1 <- X1	29.274	0.167
VI 1.5.2 <- X1	7.400	0.028
VI 1.5.3 <- X1	5.561	-0.515
VI 1.5.6 <- X1	24.259	-0.332
VI 2.1.1 <- X2	1.372	0.650
VI 2.1.2 <- X2	1.503	0.538
VI 2.1.3 <- X2	2.234	0.825
VI 2.1.4 <- X2	1.402	0.605
VI 2.1.5 <- X2	1.415	0.659
VI 2.1.6 <- X2	1.514	0.718
VI 2.2.1 <- X3	1.647	0.684
VI 2.2.2 <- X3	2.184	0.717
VI 2.2.3 <- X3	2.439	0.772
VI 2.2.4 <- X3	1.708	-0.204
VI 2.2.5 <- X3	7.967	0.563
VI 2.2.6 <- X3	6.635	0.537
VI 2.2.7 <- X3	2.613	0.284
VI 2.2.8 <- X3	1.480	0.135
VI 2.2.9 <- X3	1.544	0.710
VI 2.3.1 <- X4	1.855	0.599
VI 2.3.2 <- X4	1.929	0.498
VI 2.3.3 <- X4	2.823	0.467
VI 2.3.4 <- X4	1.794	-0.193
VI 2.3.5 Y 2.6.1 <- X4	9.841	0.699
VI 2.3.6 <- X4	7.163	0.594
VI 2.3.7 <- X4	1.632	0.281
VI 2.4.1 <- X4	2.801	0.639
VI 2.5.1 <- X4	1.974	0.458
VI 2.6.2 <- X4	1.360	0.576
VI 2.7.1 <- X4	1.972	0.249
VI 2.8.1 <- X5	1.087	0.773
VI 2.8.2 <- X5	1.087	0.827
VI 2.9.1 <- X6	1.340	0.815
VI 2.9.2 <- X6	1.143	0.629

VI 2.9.3 <- X6	1.323	0.812
VI 3.1.1 <- X7	3.420	0.748
VI 3.1.10 <- X7	2.308	0.124
VI 3.1.11 <- X7	1.974	0.544
VI 3.1.12 <- X7	3.337	0.624
VI 3.1.16 <- X7	1.844	0.595
VI 3.1.17 <- X7	2.851	0.530
VI 3.1.19 <- X7	1.913	0.412
VI 3.1.2 <- X7	2.448	0.666
VI 3.1.3 <- X7	1.975	0.639
VI 3.1.4 <- X7	1.889	0.631
VI 3.1.5 <- X7	3.589	0.832
VI 3.1.6 <- X7	3.422	0.577
VI 3.1.7 y 3.1.15 <- X7	3.280	0.728
VI 3.1.8, 3.1.14 y 3.1.18 <- X7	2.600	0.731
VI 3.1.9 y 3.1.13 <- X7	4.206	0.799
VI 4.1.1 <- X8	1.210	0.676
VI 4.2.1 <- X8	1.161	0.612
VI 4.2.2 <- X8	1.342	0.709
VI 4.5.1 <- X8	1.414	0.774
VI 1.1.1 <- X1	4.936	0.303

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos Software Smart PLS

**Tabla 38** Resultados obtenidos eliminando las variables con problemas de fiabilidad individual

<b>Variables Indicadores Seleccionadas</b>	<b>Validez Interna-VIF (menor de 10)</b>	<b>Fiabilidad Individual <math>\lambda \geq 0.7</math> (Colinealidad externa)</b>
VI 1.2.4 <- X1	0.855	1.803
VI 1.2.5, 1.3.6 y 1.4.4 <- X1	0.917	3.107
VI 1.3.5, 1.4.1 Y 1.5.9 <- X1	0.890	2.760
VI 2.1.3 <- X2	0.854	1.213
VI 2.1.6 <- X2	0.830	1.213
VI 2.2.2 <- X3	0.849	1.627
VI 2.2.3 <- X3	0.829	1.470
VI 2.2.9 <- X3	0.754	1.405
VI 2.8.1 <- X5	0.778	1.087
VI 2.8.2 <- X5	0.823	1.087

VI 2.9.1 <- X6	0.825	1.283
VI 2.9.3 <- X6	0.886	1.283
VI 3.1.1 <- X7	0.782	1.876
VI 3.1.5 <- X7	0.865	2.511
VI 3.1.7 y 3.1.15 <- X7	0.823	2.141
VI 3.1.8, 3.1.14 y 3.1.18 <- X7	0.765	1.834
VI 3.1.9 y 3.1.13 <- X7	0.795	2.028
VI 4.2.2 <- X8	0.805	1.309
VI 4.5.1 <- X8	0.909	1.309

Fuente Elaboración propia con datos obtenidos Software Smart PLS

Una vez ajustado el modelo retirando las variables indicadoras que no cumplían con los parámetros de fiabilidad individual el diseño del modelo SEM se ajustó como se relaciona en la Figura 60 Modelo SEM Ajustado, teniendo que retirar la variable latente X4, porque ninguno de sus indicadores cumplió la fiabilidad individual.

#### *Fiabilidad del Constructo*

Posterior, se procedió a validar la fiabilidad del constructo calculando el Alpha de Cronbach de cada uno de los constructos que debían ser superiores a 0,61 de los cuales no cumplió el parámetro la variable latentes X5 con un resultado de 0.442, sin embargo, al verificar la fiabilidad compuesta el constructo, cumple para considerarse fiable estadísticamente como se refleja en la Tabla 39 Fiabilidad del Constructo, Fiabilidad Compuesta y Validez Convergente

#### *Fiabilidad Compuesta*

Al evaluar la fiabilidad compuesta se pudo determinar, que todas las variables latentes o constructos son confiables obteniendo un valor superior a 0,7 como se refleja en la Tabla 39 Fiabilidad del Constructo, Fiabilidad Compuesta y Validez Convergente, permitiendo establecer que todas las variables independientes y la dependiente (o endógena) seleccionadas son confiables con las variables indicadores utilizadas en el SEM ajustado.

**Tabla 39** Fiabilidad del Constructo, Fiabilidad Compuesta y Validez Convergente

<u>Variables Latentes</u>	<u>Fiabilidad del Constructo</u> (Alpha Cronbach mayor 0.61)	<u>Fiabilidad Compuesta</u> (mayor 0.7)	<u>Validez Convergente</u> (AVE mayor 0,5)	<u>Resultado</u>
X1	0.878	0.910	0.669	Cumple

X2	0.725	0.828	0.548	Cumple
X3	0.772	0.854	0.595	Cumple
X5	0.442	0.781	0.641	Cumple
X6	0.639	0.846	0.733	Cumple
X7	0.874	0.905	0.614	Cumple
X8	0.617	0.796	0.568	Cumple

Fuente Elaboración propia con datos obtenidos Software Smart PLS

#### *Validez Convergente*

Los resultados obtenidos en la Varianza Extraída Media (AVE) reflejan una excelente validez convergente de los constructos, ya que todos superaron el valor mínimo establecido por la literatura para esta medida estadística del AVE de 0,5 como se refleja en la Tabla 39 Fiabilidad del Constructo, Fiabilidad Compuesta y Validez Convergente:

#### *Validez Discriminante*

La validez discriminante que busca probar que no haya relación entre los constructos, de las 21 relaciones solo 3 (X1-X7, X5-6 y X8-X1) no cumplieron con el parámetro que la Raíz cuadrada de la AVE de cada V.L. mayor a las correlaciones (ver Tabla 40 Validez Discriminante), lo que puede ser valido ya que en las ciencias sociales es difícil separar y aislar los constructos (Stead, 2001) y estableciendo que el 86% de las relaciones tienen validez discriminante.

**Tabla 40** Validez Discriminante

V.L.	X1	X2	X3	X5	X6	X7	X8
<b>X1</b>	0.888						
<b>X2</b>	0.563	0.842					
<b>X3</b>	0.743	0.643	0.812				
<b>X5</b>	0.680	0.741	0.626	0.801			
<b>X6</b>	0.531	0.788	0.603	0.834	0.856		
<b>X7</b>	0.930	0.683	0.801	0.659	0.593	0.807	
<b>X8</b>	0.887	0.524	0.620	0.706	0.487	0.789	0.859

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos Software Smart PLS

Lo anterior, permite aceptar que hay una buena validez de los constructos, al verificar la validez convergente y discriminante, de igual forma, existe fiabilidad y validez interna de las variables indicadores seleccionadas para el modelo de medida.

### Fase Tres. Valoración del Modelo Estructural

Con los datos calculados en Smart PLS se pudo determinar los siguientes datos para evaluar y analizar el modelo estructural y verificar su consistencia, significancia estadística y la relación causa-efecto de los constructos, evaluando la varianza de la variable endógena, el índice de ajuste global (GoF), el coeficiente de Path, la correlación de Pearson y el bootstrapping,

#### *Varianza de la Variable Endógena*

Para determinar si la variable endógena X7, es explicada por las variables latentes X1, X2, X3, X5, X6 y X8, se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), que debía alcanzar un valor mínimo de 0,1 para considerarse explicada por las variables latentes. La investigación arrojó un resultado de 0,922 mostrando que la variable endógena es ampliamente explicada por las variables latentes de la investigación.

#### *Índice de Ajuste Global (GoF)*

El índice de ajuste global, busca explicar el modelo en general y deben alcanzar un valor superior a 0,5 para considerar que el modelo se ajusta estadísticamente, el resultado obtenido fue de 0.804 que permite evidenciar que el modelo se ajusta ampliamente, obteniendo el resultado como se relaciona en la Tabla 41 Cálculo Índice de Ajuste Global.

**Tabla 41** Cálculo Índice de Ajuste Global

Índice de Ajuste Global			
Promedio AVE	0,702714286	Raíz Cuadrada AVE	0,83828055
$R^2$	0,922	Raíz Cuadrada $R^2$	0,96020831
GoF	0,804923954		

Fuente: Elaboración propia

#### Comprobación Hipótesis

##### *Resultados Coeficiente de Path, Correlación de Pearson y Bootstrapping*

Para la comprobación de las hipótesis se pudieron validar las hipótesis Ha1, Ha2, Ha3, Ha5, Ha6 y Ha7, la Ha4 se descartó por que ninguna de las variables indicadores cumplió con criterios de validez y fiabilidad, entonces se puede consumir que no aporta significativamente, concluyendo que

los conceptos de competitividad analizados no tienen efecto en la construcción de un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.

En cuanto a las otras hipótesis se aceptaron las hipótesis Ha1, Ha2 donde la integración de la triple hélice y la inteligencia colaborativa tiene una influencia significativa en la construcción de un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano. Se aceptaron parcialmente las hipótesis Ha3, Ha5, Ha6 y Ha7 evidenciado que influyen de forma moderada en la construcción Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector, la conformación de redes bajo el concepto de Complejidad, los procesos de Cooperación con otras organizaciones y la inteligencia colectiva de los ecosistemas de innovación.

**Tabla 42** Resultados Coeficiente Path, Correlación de Pearson y Valores P.

Variables Latentes	Coeficientes Path	Evaluación	Correlación Pearson	Evaluación	Valores P 500 submuestras		Evaluación
X1 -> X7	0,862	CUMPLE	0.930	CUMPLE	0.000	*** p<0,001	CUMPLE
X2 -> X7	0,25	CUMPLE	0.683	CUMPLE	0.000	*** p<0,001	CUMPLE
X3 -> X7	0,138	NO CUMPLE	0.801	CUMPLE	0.022	* p<0,05	CUMPLE
X5 -> X7	-0,159	NO CUMPLE	0.659	CUMPLE	0.054	* p<0,05	CUMPLE
X6 -> X7	0,035	NO CUMPLE	0.593	CUMPLE	0.565		NO CUMPLE
X8 -> X7	-0,097	NO CUMPLE	0.789	CUMPLE	0.294		NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos y descritos en la Tabla 42 Resultados Coeficiente Path, Correlación de Pearson y Valores P., permiten evidenciar los criterios de evaluación de cada parámetro estadístico e hipótesis estudiada en la investigación generando los resultados que se muestran en la Tabla 43 Evaluación de Hipótesis

**Tabla 43** Evaluación de Hipótesis

Hipótesis	Variable independiente	Variable dependiente	Evaluación	Eje Temático
<b>Ha1</b>	Integración Triple Hélice	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	ACEPTADA	Triple Hélice
<b>Ha2</b>	Inteligencia colaborativa	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	ACEPTADA	Ecosistemas de innovación

<b>Ha3</b>	Inteligencia Colectiva	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	ACEPTADA PARCIALMENTE	Ecosistemas de innovación
<b>Ha4</b>	Competitividad	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	NO ACEPTADA / Ninguna de las variables indicadores cumplió con criterios de validez y fiabilidad.	Ecosistemas de innovación
<b>Ha5</b>	Procesos de Cooperación con otras organizaciones	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	ACEPTADA PARCIALMENTE	Ecosistemas de innovación
<b>Ha6</b>	Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	ACEPTADA PARCIALMENTE	Ecosistemas de innovación
<b>Ha8</b>	Prácticas comunes para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa	Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación	ACEPTADA PARCIALMENTE	Proyectos de I+D+i aeroespaciales de Defensa

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior, permite aceptar la hipótesis de investigación  $H_i$ , en el cual es viable proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano, que integre bases teóricas del modelo de la triple hélice, ecosistemas de innovación y las practicas comunes en proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa de países referentes, ya que la hipótesis  $Ha_1$  que hace referencia a eje temático del modelo de la triple hélice es aceptada, cuatro ( $Ha_2$ ,  $Ha_3$ ,  $Ha_5$  y  $Ha_6$ ) de las cinco hipótesis relacionadas con el eje temático de Ecosistemas de innovación fueron aceptadas o parcialmente aceptadas y la hipótesis  $Ha_8$  relacionada con el eje de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de Defensa fue aceptada parcialmente.

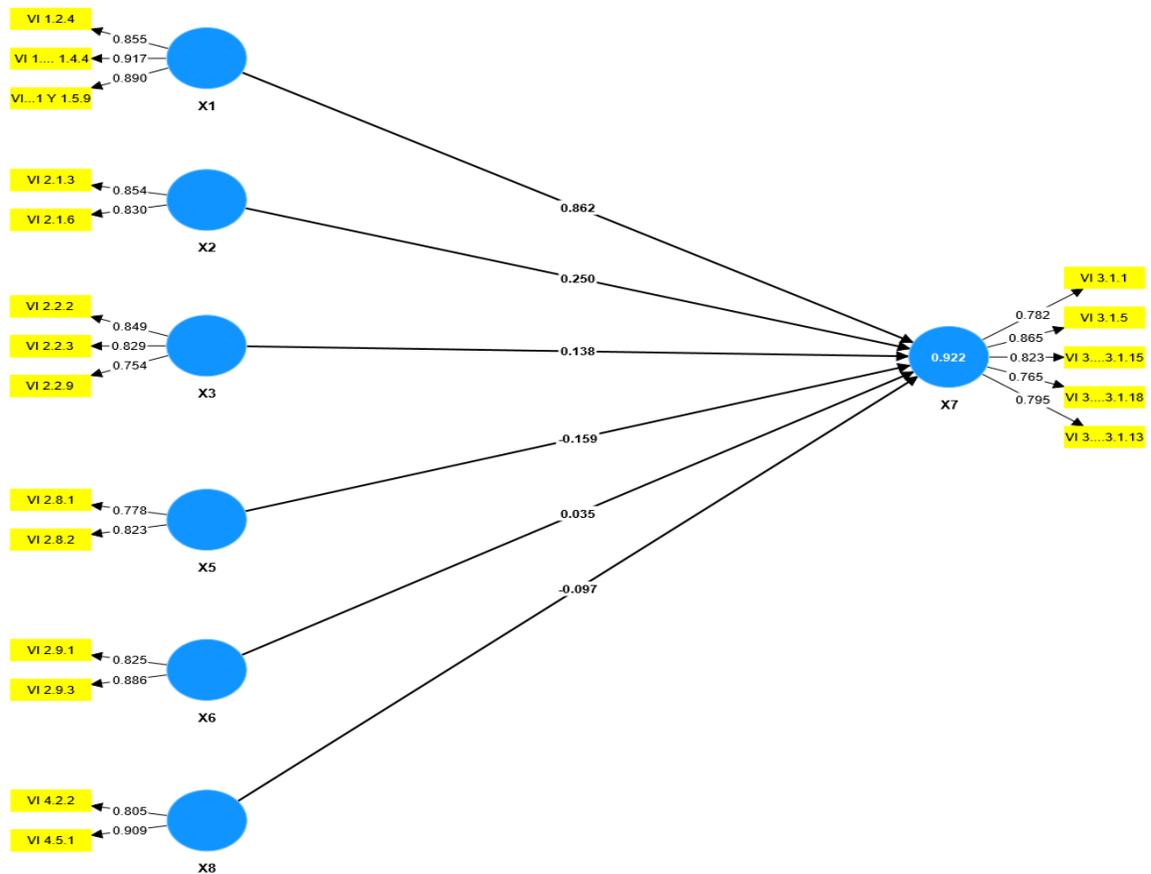
Para las variables latentes 4.2.3, 4.4.1 y 4.5.2 se desarrolló un cuestionario que se envió formalmente al MINDEFENSA y MINICIENCIAS (ver ANEXO L Requerimiento Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS) y el Ministerio de Defensa Nacional (MINDEFENSA). con las preguntas que se relacionan a continuación:

#### MINDEFENSA

1. ¿Qué actores de la academia y de la industria (diferentes a las empresas del GSED), en los últimos 5 años, han participado en procesos de transferencia de tecnología financiados con proyectos de créditos offset?
2. ¿Qué valor de créditos offset se han destinado en los últimos 5 años para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con el sector aeronáutico y espacial en temas de defensa?

3. ¿El ministerio de defensa cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología que integre la visión a largo plazo de todas las FFMM, que proyecte la sustitución y eliminación de importaciones de equipos y suministros de defensa, soportada en el presupuesto nacional, créditos offset e integrando a la industria (empresas diferentes al GSED) y la academia nacional?
4. ¿En caso de existir la estrategia que líneas de investigación desarrolla?
5. ¿El ministerio de Defensa Nacional tiene programas para estimular el desarrollo de conocimiento en áreas STEM (ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas) que transfieran el conocimiento recibido o generado desde las transferencias de tecnología forjadas por créditos offset, a la academia y que permitan generar la masa crítica del conocimiento en el país?

**Figura 60** Modelo SEM Ajustado



Fuente: Elaboración propia en el Software Smart PLS

## MINCIENCIAS

1. ¿Cuál es la normatividad vigente relacionada con transferencia de tecnología?
2. ¿Existe una política nacional que obligue a las entidades del estado a realizar procesos de transferencia de tecnología hacia la industria o la academia?
3. ¿Qué actividades ha desarrollado el MINCIENCIAS para fomentar los procesos de transferencia de tecnología en los últimos tres años?

Las repuestas presentadas por el MINDEFENSA y MINCIENCIAS (ver ANEXO M Respuesta MINCIENCIAS y MINDEFENSA), entregaron la justificación necesaria para incluir las variables latentes 4.2.3, 4.4.1 y 4.5.2 en el modelo, por las razones que se presentan a continuación:

1. No han participado en los últimos 5 años actores de la industria y la academia en proyectos de créditos offset generados por el MDN.
2. El MINDEFENSA manifiesta que se financiaron cuatro proyectos de investigación y desarrollo relacionados con el sector aeronáutico y espacial por un valor de \$166.833.977,82 USD en créditos offset en los años 2018 y 2019, del cual el centro de instrucción no se puede considerar como proyecto de investigación y desarrollo ya que fue una infraestructura que se diseñó para entrenamiento de paracaidistas y tenía un valor de \$118.000.000USD en créditos offset y los 36.500.000 USD en créditos offset fueron para capacitación avanzada del sistema ARPIA IV, dejando realmente una inversión de créditos offset en I+D \$12.333.977,82.USD.
3. Se cuenta con una política de CTeI del año 2011, pero no se cuenta con una estrategia específica para sustitución y eliminación de importaciones de equipos y suministros de Defensa, apalancada con presupuesto nacional y créditos offset, que integre la industria con una visión a largo plazo. Por consiguiente, no se tienen líneas de investigación integradores con un enfoque estratégico, que permita generar tecnologías innovadoras.
4. El MINDEFENSA no apoya el fortalecimiento de programas en áreas STEM con los proyectos de créditos offset, para generar la masa crítica de conocimiento en el país con procesos de transferencia de tecnología.
5. En el país no existe una política nacional que obligue a las entidades del Estado a realizar procesos de transferencia de tecnología hacia la industria o la academia. Solamente existe una guía de transferencia de tecnología emitida por el MINCIENCIAS, la cual busca orientar y brindar información general sobre los

principales aspectos que son importantes para llevar a cabo una transferencia exitosa de tecnología.

Adicionalmente, tiene programas para fomentar la protección de la propiedad intelectual y el desarrollo de empresas de base tecnológica, pero el estado no tiene una ley o programa para la adquisición de nuevas tecnologías desarrolladas en el país y el fomento y fortalecimiento de PYMES con adquisiciones estatales.

Para la variable latente 4.3.1, se utilizó el desarrollo del focus group realizado para el cumplimiento del objetivo No 2. Con la respuesta otorgada por los investigadores a la Pregunta 9. ¿De los productos de I+D+i que ha generado el centro, conoce si se han presentado casos de transferencia de los resultados al sector productivo para su escalamiento industrial?

Se logro evidenciar, que se han transferido cinco tecnologías generadas por el SCTeI de la FAC (un número reducido de tecnologías que llegan a desarrollos superiores de TRL7), sin embargo, la mayoría de los investigadores consideran que no debe ser el principal objetivo y debe ser un aspecto secundario de la investigación. Justificando, que no se tiene un conocimiento claro, sobre la importancia de llevar estas tecnologías a la industria, para garantizar la supervivencia de este conocimiento en el país, que eventualmente permitan responder a las amenazas de seguridad y defensa nacional.

Finalmente, las variables indicadoras y variables latentes validadas que se pueden emplear para construir el modelo se describen en la Figura 60 Modelo SEM Ajustado y en la Tabla 44.

**Tabla 44** Variables modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.

<i><u>Indicador</u></i>	<i>Tema</i>		<i><u>Variable Indicador</u></i>
<i><u>1.2 Componentes de las Relaciones</u></i>	<i>Acuerdo o Contratos con actores del sector aeroespacial (Colaboración y Moderación de Conflictos)</i>		<i><u>1.2.3</u></i>
	<i>Proyectos de I+D+i liderados por la compañía en participación con otros actores (Liderazgo Colaborativo)</i>		<i><u>1.2.4</u></i>
<i><u>1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas</u></i>	<i>Existencia Infraestructura para la interacción y Existencia Entidades Híbridas</i>	<i>Universidades Emprendedoras</i>	<i><u>1.3.5</u></i>
			<i><u>1.3.6</u></i>

<u>1.4 Universidades Emprendedoras</u>	<i>Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico</i>		<u>1.4.1</u>
	<i>Acuerdos de I+D+i con la industria</i>		<u>1.4.4</u>
<u>1.5 Empresas de base de conocimiento</u>	<i>Factores Organizacionales</i>	<i>Formación empresarial para STEM que impulse la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad</i>	<u>1.5.9</u>
<u>2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa</u>	<i>Promoción de pensamiento creativo e ilimitado</i>		<u>2.1.3</u>
	<i>Redes de cooperación</i>		<u>2.1.6</u>
<u>2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)</u>	<i>Disposición económica y organizacional para trabajar con otros actores (Contratos de Joint Venture, uniones temporales y proyectos de I+D+i)</i>		<u>2.2.2</u>
			<u>2.2.3</u>
	<i>Uso de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para el desarrollo de comunidades</i>		<u>2.2.9</u>
<u>2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial</u>	<i>Reciprocidad Directa</i>		<u>2.8.1</u>
	<i>Reciprocidad en Red</i>		<u>2.8.2</u>
<u>2.9 Redes de Conocimiento</u>	<i>Redes de gestión de conocimiento interno</i>		<u>2.9.1</u>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alianzas estratégicas</li> <li>•Comunidades de práctica profesional</li> <li>•Redes de expertos</li> <li>•Redes de información</li> <li>•Redes de conocimiento formales</li> </ul>		<u>2.9.3</u>
<u>3.1 Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación</u>	<i>Primera Generación</i>	<i>Technology Push</i>	<u>3.1.1</u>
	<i>Quinta Generación</i>	<i>Desarrollo de proyectos con la participación otros actores internos y externos</i>	<u>3.1.5</u>
		<i>Mecanismos de acumulación de conocimiento</i>	<u>3.1.7</u>
		<i>Alianzas estratégicas en el desarrollo de proyectos</i>	
	<i>Modelo Temaguide</i>	<i>Vigilar</i>	<u>3.1.8</u>
		<i>Focalizar</i>	<u>3.1.9</u>
	<i>Modelo Hidalgo</i>	<i>Estrategia tecnológica</i>	<u>3.1.13</u>

		<i>Evaluación de la competencia</i>	<u>3.1.14</u>
		<i>Incremento patrimonio tecnológico</i>	<u>3.1.15</u>
		<i>Vigilancia Tecnológica</i>	<u>3.1.18</u>
<u>4.2 Transferencia de Tecnológica a la industria desde la Academia y el estado</u>	<i>Tecnologías transferidas</i>  <b>ACADEMIA Y ESTADO</b>	<i>Tecnologías transferidas</i>	<u>4.2.2</u>
	<i>Política pública en Transferencia de tecnología</i>		<u>4.2.3*</u>
<u>4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria.</u>	Proyectos financiados por el estado que se reflejen en productos en el mercado.		<u>4.3.1*</u>
<u>4.4 Créditos Offset</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Participación en proyectos con Crédito Offset de actores de la TH</li> <li>•Offset destinados para proyectos de I+D Aeroespaciales.</li> <li>•Verificación estrategia offset</li> </ul>		<u>4.4.1*</u>
<u>4.5 Programas de apoyo áreas STEM</u>	<i>Programas para fortalecer áreas STEM</i> <b>ACADEMIA Y ESTADO</b>	<i>ACADEMIA</i>	<u>4.5.1</u>
		<i>ESTADO</i>	<u>4.5.2*</u>

\*variables cualitativas tomadas de cuestionario enviado a MINCIENCIAS y MINDEFENSA.

Fuente: Elaboración Propia

### **7.3.1 Estructuración del Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación del Sector Aeroespacial de Defensa (MOG).**

El modelo de gestión tecnológica e innovación planteado busca la representación simplificada de una realidad ideal del sector, sobre el cual se deben contemplar la construcción de un ecosistema de innovación, integrando los actores de la TH para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que produzcan tecnologías de alto valor agregado para la fortalecer la seguridad y defensa nacional, con la creación de ventajas militares estratégicas, operacionales y tácticas, para el fortalecimiento del poder aéreo y espacial nacional.

El modelo busca orientar el enfoque de los esfuerzos del sector de seguridad y defensa en el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales, tomando como insumos las necesidades de la estrategia nacional, militar y sectorial, estableciendo las actividades e infraestructura necesarias desde el nivel organizacional y sectorial, para la transformación tecnológica del sector. Basada en la interacción, coevolución, cocreación, y cooperación de los actores de la industria, la academia y el estado. Tomando una visión con una orientación a lo práctico y en búsqueda de crear una cultura tecnocentrista característica de la I+D+i en defensa.

Para la estructuración del modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial, se tomaron las variables validadas y confiables que se describen en la Tabla 44 Variables modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia. Se dividió en cuatro acápites principios, actores, pilares del modelo, actividades de soporte relacionados a continuación:

#### **7.3.1.1 Principios**

Compuesto por las variables indicadores 1.2.3, 1.2.4, 2.8.1, 2.8.2 y 3.1.1, son el conjunto de normas y creencias que deben orientar regular el funcionamiento del modelo, y articular los actores de la triple hélice de forma balanceada, establecido en cuatro principios: crecimiento económico basado en la demanda del mercado, colaboración y moderación de conflictos, liderazgo colaborativo y cooperación a través de la reciprocidad directa y/o en red.

- *Crecimiento económico basado en la demanda del mercado (3.1.3)*: Este principio hace referencia que las actividades de I+D+i formales, que se desarrollen en el sector deben estar guiadas por las necesidades del mercado de defensa nacional e internacional, conservando un enfoque en promover la industria, y el desarrollo de productos y procesos para las seguridad y defensa nacional y proyectar el crecimiento económico del sector (Arellano et al., 2008; Rothwell, 1994; Velasco et al., 2007). Conservando los principios del modelo del technology push que busca generar un fuerte empuje tecnológico y la expansión industrial, importante para un sector como el aeroespacial y defensa, que se encuentran en niveles prematuros en Colombia.
- *Colaboración y Moderación de Conflictos (1.2.3)*: Este principio busca que los actores que participen en la ejecución del modelo tengan la capacidad de transformar la tensión y los conflictos de intereses, en una convergencia de intereses, relacionando objetivos comunes, que permitan que el sector crezca de acuerdo a sus capacidades y pueda generar

las innovaciones que requieran (Etzkowitz, 2003a; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012)

- *Liderazgo Colaborativo (1.2.4)*: este principio establece la importancia del trabajo en grupo a través de la integración de los diferentes actores, para crear oportunidades que faciliten el intercambio del conocimiento, llevar a cabo tareas de resolución de problemas y garantizar la satisfacción de los actores que interactúen en el modelo. Es importante aclarar que cada actor, puede tomar el liderazgo de cualquier iniciativa, que permita el desarrollo de proyectos de I+D+i que generen valor al sector.
- *Cooperación (2.8.1 y 2.8.2)*: este principio, se basa en dos conceptos: la reciprocidad Directa, en el cual, en cada encuentro entre organizaciones, cada actor puede elegir entre cooperar o disentir. Si yo coopero ahora, tú cooperaras después, utilizando como base el dilema del prisionero; y la reciprocidad en red o espacial, que consiste en permitir que las buenas prácticas y las estrategias exitosas se propaguen entre los actores para que el ecosistema evolucione (Nowak & Highfield, 2012).

### **7.3.1.2 Actores**

Este acápite hace referencia a los representantes que participan en la ejecución del modelo. Al ser un modelo de gestión tecnológico e innovación, basado en el modelo de la triple Hélice, se identifican como actores la industria, la academia y el estado, que deben cumplir los roles descritos en el Capítulo II. Modelo Triple Hélice y sus secciones 2.2 Rol de las Empresas, 2.3 Rol de las Universidades y 2.4 Rol del Estado.

### **7.3.1.3 Pilares del Modelo**

Corresponden a las áreas que deben abordarse obligatoriamente en el modelo de gestión tecnología e innovación, por todo el sector para consolidar el desarrollo de productos de I+D+i de defensa de alto valor agregado, con la participación de los actores de la triple Hélice. Está conformado por cinco pilares (originados de las variables indicadores de la variable endógena o dependiente X7) y 14 actividades estratégicas.

*Vigilar (3.1.8, 3.1.14 y 3.1.18)*

Es un proceso cíclico que tiene como propósito explorar y buscar en el entorno (interno y externo) señales sobre innovaciones en fases tempranas, oportunidades potenciales, tecnologías emergentes y/o discontinuidades tecnológicas, identificar qué tecnologías de defensa tienen el potencial para ser exportadas y suplir las necesidades del sector defensa. De igual forma, analizar la capacidad para movilizar los recursos tecnológicos hacia las necesidades del mercado y el ecosistema teniendo en cuenta a sus principales competidores y amenazas. Este pilar es un instrumento de avanzada para afrontar los retos en la cadena global y tomar decisiones científicas, técnicas y estratégicas, que permiten mitigar las complejidades tecnológicas y competitivas del mundo actual donde el flujo de información es constante y desordenado (Amador & Márquez, 2009).

Para dar cumplimiento a este pilar, se podría crear un observatorio tecnológico, que retroalimente a todo el ecosistema de innovación con tendencias, estudios y soporte a los programas de investigación en defensa, su liderazgo puede estar a cargo de cualquiera de los actores, pero es importante que el flujo de información sea constante preste servicios de vigilancia de forma ágil, precisa y oportuna. Otra opción es generar una capacidad dentro del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, que suministre información exclusiva para el sector y preste servicios a nivel organizacional. Se deben desarrollar a través de dos actividades estratégicas a nivel sectorial como son: la vigilancia Tecnológica y la Inteligencia competitiva.

- Vigilancia Tecnológica: corresponde al conjunto de procesos organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de los actores del sector sobre ciencia y tecnología, para seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, a través de todas las organizaciones participantes del ecosistema de innovación, para convertirla en conocimiento, con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios que puede someterse el sector (Norma, 2006).
- Inteligencia Competitiva: hace referencia al conjunto de actividades coordinadas de búsqueda, tratamiento (filtrado, clasificación, análisis), distribución, comprensión, explotación y protección de la información obtenida de modo legal, útil para los actores económicos del sector, que retroalimente el desarrollo de sus estrategias individuales y colectivas (CDE, 2023).

*Focalizar (3.1.13, 3.1.19 y 1.4.1)*

Este pilar hace referencia al proceso de estructurar, planificar y ejecutar el desarrollo de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el sector, enmarcado en las necesidades, retos y amenazas, para el desarrollo tecnológico y económico del país. Por consiguiente, se deben tener en cuenta los siguientes insumos descritos a continuación (DNP, 1992; Fuerza Aérea Colombiana, 2016, 2020; Fuerza Aérea Colombiana, 2018b):

- **Apreciación Político Estratégica Nacional (APEN):** evaluación estratégica de la situación interna o externa del país, a partir de los objetivos nacionales permanentes y las políticas generales de la nación.
- **Formulación del Concepto Estratégico Nacional (CEN):** es el concepto presidencial que guía la acción estratégica a realizar por cada uno de los instrumentos del poder nacional.
- **Emisión de Directrices Gubernamentales (DG):** Son los documentos base en los que se cimentan las estrategias específicas a seguir por cada uno de los instrumentos del poder nacional
- **Plan de Acción Nacional (PAN):** son estrategias para armonizar el desarrollo de las directrices anteriores, es realizada por cada una de las entidades de los instrumentos del poder nacional. Para el caso de la construcción del ecosistema es necesario tomar los insumos relacionados con seguridad y defensa, desarrollo espacial, competitividad y productividad, ciencia y tecnología y educación.
- **Plan de Guerra (PG):** Determina las acciones, directrices, instrucciones y demás órdenes para emplear el poder militar, cuyo fin es el de preservar, proteger o alcanzar los intereses nacionales.
- **Plan de Campaña (PC):** Conjunto de prescripciones y normas emitidas por un Comandante de Fuerza, Comandante Funcional o comandante del Teatro de Operaciones, para el uso apropiado de los recursos de la respectiva Fuerza o teatro, para alcanzar los objetivos estratégicos principales establecidos en el plan de guerra
- **Plan de Operacionales (PO):** Un plan para la ejecución de una operación, de una serie de operaciones o de una fase de una campaña.
- **Estrategia para el desarrollo Aéreo y Espacial 2042:** es la hoja de ruta de la Fuerza Área Colombiana (el líder desde el estado para impulsar el desarrollo aeroespacial de defensa) para los próximos años y será la base en la toma de decisiones y el direccionamiento del alto mando en el corto, mediano y largo plazo.

- Estrategia de CTeI FAC: Es una estrategia que se desprende de la anterior y establece el plan de acción para desarrollar proyectos y actividades estratégicas de I+D+i, generar ventajas militares y reducir costos operaciones y logísticos que permitan la independencia tecnológica.
- Planes Estratégicos del Sector Aeroespacial: Son los documentos de consenso que plasma el programa de actuación y la visión del sector productivo para mejorar sus competitividad y productividad alineado a las políticas nacionales.
- Planes Anuales de Soporte Logístico: Son los planes de adquisiciones para garantizar el soporte logístico de las operaciones aéreas.
- Planes de Inversión Equipos de Defensa, Ciencia y Tecnología, Educación y Desarrollo Industrial: comprende la desagregación del gasto en la destinación de recursos públicos para adquirir equipos de seguridad y defensa, infraestructura tecnológica, proyectos de I+D+i, formación de educación superior, calidad educativa, infraestructura de emprendimiento y desarrollo industrial. Los planes de inversión pública proponen concentrar la acción en la infraestructura física, en la ciencia y tecnología y seguridad, para hacer posible la apertura y la modernización, que mejoren la competitividad en los mercados internacionales.

Una vez analizados y revisados estos documentos el sector debe estructurar y desarrollar dos actividades estratégicas: crear una estrategia de desarrollo económico y una estrategia tecnológica. Ambas, con una visión a largo plazo para eliminar las importaciones en seguridad y defensa, generar capacidades productivas nacionales y crear nuevos sectores económicos relacionados con la producción de alta tecnología, estos documentos se deben construir en espacios de consenso con todos los actores, debe ser liderada por el estado quien provee las necesidades, con la retroalimentación de la academia y con la validación de la industria.

- Estrategia tecnológica (3.1.13): Es el documento que debe exponer la hoja de ruta de ciencia tecnología e innovación para el sector, enmarcado en políticas, estrategias, recursos y planes de acción medibles, con el fin de eliminar importaciones y generar ventajas militares, de acuerdo a las necesidades institucionales, oportunidades y amenazas, que se exponen en los documentos anteriormente relacionados.
- Estrategia de desarrollo económico sectorial (1.4.1): Es el documento que expresa el plan de acción, que se debe seguir, para apoyar el proceso de industrialización en el sector cerrando brechas, con la creación de industrias de alto valor agregado y el uso dual de las tecnologías

de seguridad y defensa. Esta estrategia debe contemplar procesos de adquisiciones tecnológicas a la industria nacional y los procesos de transferencia de tecnología a la misma.

*Incremento del patrimonio tecnológico (4.2.2, 3.1.15, 1.3.5 y 1.3.6).*

Este pilar hace referencia a la infraestructura de I+D+i que se debe desarrollar y mantener, para ejecutar ACTIs dentro del ecosistema del sector. Comprenden el corazón del funcionamiento del ecosistema de innovación. La ausencia o insuficiencia de este tipo de infraestructura dentro del ecosistema, puede aumentar la entropía, llevar a que se pierda la confianza entre los actores, desarticular la implementación de los resultados, desarticulación de los recursos financieros, pérdida talento humano, inversiones y conocimiento, y rechazo sectorial hacia la CTel.

La base de este pilar es la conformación de entidades híbridas siendo esta su actividad estrategia para armonizar las relaciones entre los actores, como organizaciones destinadas a entrelazar y afianzar las conexiones sectoriales. Estas entidades que se describen a continuación, son los lugares donde se desarrollaran y ejecutaran las actividades la cooperación, cocreación y la conformación de redes para la ejecutar proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa.

- Entidades Híbridas (4.2.2, 1.3.5 y 1.3.6): Este término de entidades híbridas compilado inicialmente por Etzkowitz y Leaderford, corresponde a organizaciones donde no hay límites en la intermediación de los actores y tiene la capacidad de llenar vacíos entre los actores (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Pinto, 2017) en este punto el modelo plantea incorporar como infraestructura fundamental para la I+D+i: las Oficinas de transferencia de tecnología, licencias y resultados de investigación (OTL/OTT/OTRI), Centros y/o laboratorios de I+D+i nacionales, parques científicos y tecnológicos, las incubadoras, Start ups, Spin Off y Spin Out

Estas organizaciones median la interacción de los actores, la relación entre los componentes de la Triple Hélice, competencias e infraestructura nacional, financiada con capital público o privado, que se pone a disposición al ecosistema para desarrollar sus proyectos estratégicos, estimular la cultura tecnocentrista de las organizaciones, e incentivar la disposición económica y política para el trabajo con otros actores. Igualmente, mitigan y diversifican el riesgo y los costos de producción de actividades de

ciencia tecnología e innovación, facilitando el desarrollo de proyectos de I+D+i y el incremento del patrimonio tecnológico de la nación.

Estas entidades facilitan la interacción para llevar productos al mercado en etapas tempranas, generando organizaciones que pueden convertirse en empresas de alta tecnología, que adquieren valores de mercado considerables por la cantidad de conocimiento que generan y su habilidad de convertir activos intangibles en riqueza. Dos conceptos son fundamentales en el desarrollo de estas entidades, las universidades emprendedoras y las empresas de conocimiento. Donde las funciones más importantes son: retroalimentar y validar en el mercado los productos de I+D+i que genera el sector y generar riqueza a través de la innovación (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Pinto, 2017; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Rodrigues & Melo, 2012; Vázquez González, 2017)

- Oficinas de transferencia de tecnología, licencias y resultados de investigación (OTL/OTT/OTRI): Las Oficinas de Transferencia se centran principalmente en la comercialización de la ciencia y la tecnología obtenida desde la investigación formal o informal, guarda una estrecha relación con el proceso de protección de la propiedad intelectual, ya que los convierten en activos comercializables. Funcionan como actores híbridos de traducción dentro de la Triple Hélice, incentivando la explotación de conocimiento, a través del emprendimiento, el talento y la mejora de capacidades productivas (Pinto, 2017); (Velázquez Juárez et al., 2016); (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012).

Las OTL/OTT/OTRI, reducen la separación entre la industria, la academia y el estado (Obra et al., 2017). Las oficinas de transferencia, deben ser eficientes en el proceso de transmisión del conocimiento a la industria para que se consoliden capacidades y competencias productivas y tecnológicas en el país. Estas oficinas ayudan a fortalecer el mercado de activos intangibles del país y gestionar mejor las posibles oportunidades de innovación. Adicionalmente, proveen varios mecanismos para la transferencia de tecnología y conocimiento, como licencias de propiedad intelectual, Joint Ventures, inversiones extranjeras directas, acuerdo de asistencia técnica entre otros, (Amador & Márquez, 2009; Pérez Jiménez, 2013).

Deben apoyar la gestión de la propiedad intelectual y generar estrategias educativas y de financiación, para que se conviertan en activos intangibles de las organizaciones, que interactúen en el modelo, ya que estos activos son insumos para el desarrollo de sus funciones dentro del ecosistema (Vázquez González, 2017); (Etzkowitz, 2017). Así mismo, deben liderar estrategias sectoriales para determinar los posibles mercados que se pueden explotar y bloquear a la competencia. El mecanismo central de protección de la propiedad intelectual, debería ser el secreto industrial por ser actividades de defensa y contar con la autorización de la entidad de seguridad y defensa correspondiente para proteger intereses nacionales, cuando se trate de tecnologías críticas.

Para consolidar este tipo de infraestructura es necesario el desarrollo de políticas públicas de transferencia de tecnología, que estimulen la compra de tecnologías en etapas tempranas, para despertar el interés de la industria en invertir en desarrollar cadenas de producción de nuevas tecnologías y alinear los procesos de planeación, compras e inversión pública y privada (Arellano et al., 2008; Rothwell, 1994).

Para la transferencia de tecnologías de defensa se recomienda que sea con niveles superiores a TRL 7, para garantizar los niveles mínimos de seguridad, que permitan ser empleados en sistemas de armas y faciliten los procesos de adopción tecnológica en los procesos logísticos y operacionales, y generen una cultura organizacional tecnocentrista.

Otra facultad importante de las Oficinas de Transferencia, es que facilitan el crecimiento del concepto de universidades emprendedoras y empresas del conocimiento, por la transferencia cruzada con la industria que incentiva la creación de empresas de base tecnológica como start ups, spin offs y spin outs, fortalecen incubadoras empresariales y centros de I+D+i, llevando sus productos al mercado (Vázquez González, 2017; Etzkowitz & Zhou, 2018<sup>a</sup>; Minciencias, 2021a). Estas oficinas pueden ser generadas desde la academia, la industria o el estado, como iniciativas con o sin ánimo de lucro, y en ambos casos ayuda al crecimiento económico y social del país. Adicionalmente, estas estructuras permiten identificar las necesidades de los consumidores de las tecnologías, estableciendo un proceso de retroalimentación sobre los equipo de I+D+i (Lopez et al., 2017).

Se pueden utilizar como referencia, el trabajo realizado por la Fuerza Aérea de EEUU con las Oficinas de Investigación y tecnologías de aplicación (ORTA) del Departamento de Transferencia de Tecnología y Transición, que promueven asociaciones efectivas entre entidades gubernamentales, académicas y comerciales, a través de mecanismos de transferencia de Tecnología y el usufructo de la propiedad intelectual. Tienen extensa experiencia en la gestión de las relaciones con los clientes, servicios financieros y desarrollo de negocios, conduciendo a que sus socios de la industria y la academia aspiren trabajar con la USAF, convirtiéndose en un soporte importante para científicos, ingenieros e inventores, en la divulgación de invenciones, derechos de licencia y pagos de regalías (USAF, 2021b).

- Centros y Laboratorios de I+D+i: Esta infraestructura, comprende las organizaciones públicas, privadas o mixtas creadas para la generación de conocimiento mediante proyectos de ciencia tecnología e innovación, tienen la capacidad de articular recursos físicos, intelectuales y organizacionales, que impulsan una visión a mediano y largo plazo para el desarrollo económico y social del sector. Estas entidades deben tener un amplio soporte del área académica, sin perder las perspectivas industriales. Al ser entidades híbridas de impacto nacional, su acceso debe ser fácil, ágil y económico, para cada uno de los actores y contar con apoyo de recursos estatales parcialmente, para promover su sostenibilidad con su producción intelectual para hacerlos competitivos. (Minciencias, 2021a; Gobierno de Colombia, 2019a; J. A. R. López & Torres, 2020)

Estas organizaciones se convierten en puntos de encuentro que permiten la disposición económica y organizacional de los actores hacia la I+D+i, que mejoran la competitividad y facilitan la coevolución del ecosistema en competencias tecnológicas. Lo anterior, representado en alineación de grupos de I+D+i, infraestructura para científicos e investigadores para reducir la “fuga de cerebros”, articulación de proyectos integradores de I+D+i y recursos económicos públicos y privados (Núñez, 2015). De acuerdo a lo recomendado por la misión de sabios Colombia 2019, es vital que tengan autonomía administrativa y cierto marco jurídico, político y económico especial, para facilitar los procesos de innovación. (Gobierno de Colombia, 2019b),

En sus modelos de gestión, deben enfocar sus esfuerzos en I+D, para crear nuevos productos conforme al direccionamiento pilar de focalizar, garantizar la implantación y retroalimentación de los productos, apoyar programas STEM en la academia y promover los mecanismos para la gestión del conocimiento, a través de la protección de la propiedad intelectual, la gestión documental y doctrinara de la I+D+i. Que se reflejen en el incremento del patrimonio tecnológico sectorial y nacional.

Adicionalmente, en la investigación se pudo determinar que es importante: reducir la burocracia optimizando los procesos administrativos; mantener una conexión entre los centros y laboratorios de I+D+i, para evitar duplicidad de esfuerzos; en los procesos de implementación e integración de los proyectos, contar con la participación del cliente final; y garantizar que los proyectos que desarrollen estas entidades alcancen los niveles de desarrollo de TRL 7 requeridos en temas de defensa.

- Parques Científicos y Tecnológicos: este tipo de infraestructura promueve la cultura de innovación y competitividad de empresas e instituciones generadoras de conocimiento (*PCTCAN, 2015*), abarca una visión como entidad de emprendimiento y de I+D+i, facilitan la interacción entre los actores de la triple hélice generando la masa crítica de conocimiento en una región. Son lugares propios para el intercambio de conocimientos, prácticas de producción y la relación entre emprendedores, ya sean gubernamentales, educativos o empresariales. Articulan las necesidades de los sectores productivos y el gobierno, fomentando la transferencia tecnológica, la innovación y la competitividad empresarial (Silva et al., 2019) (Amador & Márquez, 2009).

Este tipo de entidades ofrecen una visión practica y eficiente de la I+D+i, ya que permiten focalizar los recursos, la rápida implantación de productos en el mercado y su continua de retroalimentación. Además, proveen la versatilidad de generar proyectos guiados desde la demanda del mercado con subproductos o desde la I+D para generar nuevos productos. Adicionalmente, facilitan la integración entre clientes y proveedores en el desarrollo de los productos, aumentando la velocidad y eficiencia de los desarrollos, facilitando procesos de innovación en redes de quinta generación y la acumulación de conocimiento científico, productivo y administrativo (Arellano et al., 2008; Rothwell, 1994; Cantú & Zapata, 2006; Trott, 2017).

Se recomienda un manejo separado de las entidades gubernamentales, para eliminar actividades burocráticas, se propone una gestión mixta entre la academia y la industria, mientras el estado puede contribuir como desarrollador del proyecto, inversionista de riesgo, soporte financiero y/o ubicando entidades de I+D+i bajo su gestión, en estas infraestructuras. Este tipo de entidades pueden concentrar un mismo lugar centros de I+D+i, oficinas de transferencia, incubadoras, capital de riesgo, empresas y emprendedores de base tecnológica (Silva et al., 2019).

- Incubadoras: Son organizaciones que proveen a empresas de base tecnológica que están naciendo, servicios como entrenamiento en gestión, espacios de oficina, introducción a redes exitosas de emprendimiento y acceso ángeles inversionistas, normalmente proveen soporte de líderes de la industria, facilitando la transición de la investigación académica a la industria. Para un funcionamiento más eficiente deben contar con el apoyo económico de los sectores gubernamentales que buscan el desarrollo del sector o la región con capital semilla. Así mismo, deben tener el apoyo de expertos, tecnologías importadas y la posibilidad de participar en proyectos a través de relaciones bilaterales o trilaterales con los actores de la TH (Etzkowitz & Zhou, 2018a).

Las Incubadores facilitan los factores organizaciones necesarios, para el desarrollo de compañías de base de conocimiento, creando oportunidades para que emprendedores científicos e ingenieros aprendan habilidades de negocios o tengan el acceso a esas habilidades, atrayendo población con alto potencial (Etzkowitz & Zhou, 2018b; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015). Adicionalmente, este tipo de infraestructura debe soportarse en el desarrollo de universidades emprendedoras, fomentándolas como motores de la innovación, a través de la educación empresarial y la cultura emprendedora, haciendo de la universidades, incubadoras naturales por su capacidad de generar conocimiento, al dotar a sus estudiantes y docentes con herramientas para emprender (Obra et al., 2017) .

La intervención del estado se puede a través de programas estatales que apoyen el emprendimiento tecnológico e innovador. En países como Colombia se pueden contar

con el apoyo de entidades del orden nacional y regional como Fondo Emprender, BANCOLDEX, Tecnoparque, Cultura E entre otros. Aunque, se deben generar incubadoras especializadas en el sector para garantizar que se impulsen las empresas correctas y optimizar el empleo del capital de riesgo.

De la misma manera, a través de las incubadoras se puede canalizar los procesos de compras públicas de tecnologías en fases tempranas o el empleo de contratos públicos para la innovación (contratos que buscan que se desarrolle una solución innovadora a un problema específico del estado), que permiten fomentar la innovación en los proveedores y mejorarían el cumplimiento de la misión de las organizaciones encargadas de la seguridad y defensa nacional.

La creación de estas entidades pueden ser responsabilidad de cualquiera de los actores de la TH, con ánimo y sin ánimo de lucro, lo fundamental es que se garantice los servicios e infraestructura necesaria, para que el conocimiento migre con la mayor velocidad posible al mercado.

- Start ups, Spin Off y Spin Out: Estas organizaciones temporales tienen la misión de hacer escalables y rentables los productos tecnológicos que genere el sector, son agentes de cambio importante para generar empleo de calidad, mayor crecimiento e innovación, apoyando el cambio estructural en la economía (Pineda, 2016), es importante que desde el estado, la academia y las asociaciones industriales, se generen programas para apoyar grupos expertos o científicos en iniciativas emprendedoras, poniendo a disposición infraestructura, asesoría y flujo de caja, para que puedan eludir los riesgos que tienen este tipo de organizaciones y generar retorno sobre la inversión en I+D+i. (Pineda, 2016; Obra et al., 2017).

Estas entidades deben rodearse de redes de ángeles inversionistas, fondos de riesgo, fundaciones, capital semilla e inversionistas de riesgo, para que el capital de riesgo cree una estructura sostenible en etapas tempranas del ciclo de negocio y tardías de formación y crecimiento (Bellavitis et al., 2017). El crecimiento de estas organizaciones mejora la infraestructura y las competencias de innovación del sector, fomenta el crecimiento de universidades emprendedoras y empresas de base de

conocimiento, para generar un retorno sobre la inversión y riqueza a través del conocimiento. (Etzkowitz & Zhou, 2018b); (Dávila, 2008)

El desarrollo de este tipo de infraestructura debe ser un trabajo liderado por la industria y los emprendedores, soportados desde la académica con programas de emprendimiento y con la intervención en el estado, facilitando programas de transferencia tecnológica del sector defensa a la industria, acceso a fondos de emprendimiento con capital semilla y de crecimiento para PYMEs, programas de adquisiciones estatales para PYMEs de productos competitivos y que permitan sustituir importaciones u ofrezcan soluciones innovadoras al Ministerio de Defensa.

Por lo anterior, es recomendable generar una política nacional obligante con las instituciones del estado que incentive las PYMES, el emprendimiento y la transferencia de tecnología y conocimiento.

#### *Alianzas Estratégicas (3.1.7, 2.2.2, 2.2.3, 4.4.1).*

Este pilar hace referencia a la disposición económica y organizacional para trabajar con otros actores a través de acuerdos y/o contratos de cooperación, suministrando infraestructura, competencias tecnológicas en I+D+i y masa crítica de conocimiento, necesarios para adelantar los proyectos estratégicos, descritos en la estrategia tecnológica y desarrollo económico sectorial. Las alianzas estratégicas, son instrumentos que permiten reducir costos de operación tangibles e intangibles, mitigar y distribuir riesgos, además, representan una orientación práctica y eficiente para la obtención de logros en ciencia tecnología e innovación.

Para el desarrollo de las alianzas estratégicas se deben desarrollar las siguientes actividades estratégicas:

- Disposición Económica y Organizacional (2.2.2 y 2.2.3): Esta actividad busca fomentar la inteligencia colectiva fomentando procesos de coevolución usando mecanismos como: contratos de Joint Venture, uniones temporales y convenios de cooperación para el desarrollo de proyectos de I+D+i, que faciliten el trabajo con otros actores y convirtiéndose en indicadores sectoriales que permitan el crecimiento económico y organizacional de los actores.

Se deben fomentar el desarrollo de acuerdos sectoriales, que permitan incorporar al país en la cadena de valor global en el tema aeroespacial y de defensa, para construir una visión colectiva y generar políticas para interactuar entre las organizaciones y sus competencias. Estableciendo reglas para el juego de la innovación, al hacer de ella una actividad legítima, socialmente fomentada, económicamente recompensada, desencadenando una dinámica tecno-científica e industrial de gran alcance (Levy, 2004)

Un ejemplo del alcance que debe alcanzar este tipo actividades estratégicas son movimientos como el Acuerdo de Bolonia en 1999, donde un grupo de universidades propuso crear un Espacio Europeo del Conocimiento a fin de competir con Estados Unidos y Japón (Pérez Lindo, 2017).

- Créditos Offset (4.4.1): los créditos offset considerados una práctica legal de comercio, que forma parte de los contratos de defensa entre dos países, que combina acuerdos vinculantes de compra y venta, presenta una permuta de cooperación industrial en forma de compensación (Aramayo, 2019; Zagal, 2007; Amarante & Franko, 2017; Simon, 2015). Esta actividad estratégica debe apalancar la obtención de nuevo conocimiento, capacidades nacionales de defensa, fortalecimiento e internacionalización de la industria nacional de defensa, mejorar el empleo, bienestar social y equilibrio de la balanza comercial, a través de la absorción y transferencia de tecnología y mercados (tercerización de producción de los socios internacionales en Colombia, abriendo camino en la cadena de valor global), que permitan un salto cualitativo tecnológico-militar e independencia tecnológica del país.

La planeación de contratos de defensa, que tienen sistema de compensación de créditos offset con otros países, debe estar amparado con una visión y estrategia a largo plazo, construida con otros actores nacionales, para generar proyectos de I+D+i de defensa, entrenamiento (know how) y fortalecimiento de la producción industrial nacional (coproducción). Esta compensación debe estar orientada de forma directa e indirecta (fuera del sector), para fortalecer la competitividad. Los objetivos de la estrategia de créditos offset, debe estar alineada con los objetivos planteados en el pilar de focalizar y sus estrategias de desarrollo económico sectorial y la estrategia tecnológica.

Se deben reflejar en ventajas competitivas industriales, capacidades militares, independencia en la toma de decisiones de seguridad y defensa, importación de nuevo conocimiento y un objetivo geopolítico (Aramayo, 2019; Donatas, 2019; Amarante & Franko, 2017).

Esto hace obligante que la mayoría de los acuerdos offset, se desarrollen bajo un enfoque de producción conjunta, para que no generen mucha presión sobre el presupuesto, articulados con oficinas de transferencia, inclusivos con la industria y la academia, y considerando la capacidad de absorción tecnológica de las organizaciones participantes. Por consiguiente, deben ser soportadas con políticas y leyes estatales que faciliten el acceso a otros actores fuera del Ministerio de Defensa Nacional.

#### *Acumulación de conocimiento (3.1.5, 3.1.7, 2.1.6, 2.9.1, 2.9.3, 2.2.9, 1.5.9, 4.5.1, 4.5.2)*

Este pilar tomado de los modelos de gestión de la innovación en red de quinta generación, busca fomentar e incrementar la velocidad y la eficiencia en el desarrollo de productos de defensa, acumulando conocimiento científico, productivo y administrativo. Lo anterior, debido a que ser el primero en comercializar conlleva a una mayor participación de mercado, beneficios de la curva de experiencia, ganancias de monopolio, una mayor satisfacción del cliente (Rothwell, 1994) y genera ventajas militares que responden de forma oportuna a las amenazas que enfrenta la seguridad y defensa nacional de un país como Colombia.

Lo anterior, sosteniendo un balance de la relación tiempo-costo, conservando la influencia y la comunicación efectiva con el entorno externo. Llevando a que la innovación ocurra dentro de una red de partes interesadas internas y externas. Por lo tanto, es importante establecer vínculos entre todos los actores (du Preez & Louw, 2008).

Es clave desarrollar las siguientes actividades estratégicas para el desarrollo de productos en el sector: el uso de herramientas tecnológicas para conectar a los actores, generar redes estratégicas de conocimiento y cooperación científica y tecnológica dentro y entre organizaciones, y generar la masa crítica de conocimiento con programas STEM.

- Redes de Conocimiento y cooperación científica y tecnológica: Esta actividad hace referencia a la participación y conformación dentro del sector para crear masa crítica de conocimiento en el sector y facilitar el desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación. Esta actividad busca, la construcción de redes de creación, cooperación y colaboración entre comunidades de práctica profesional, conformadas por redes de expertos, redes de información, redes formales e informales de conocimiento en diferentes áreas temáticas, con alcance nacional y supranacional. Lo anterior, para lograr objetivos de alto impacto en innovación tecnológica, entendiendo su no linealidad creciente de acuerdo a la complejidad de los productos que se deseen alcanzar. (Rao et al., 2019; Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Etzkowitz & Zhou, 2018a; Rodrigues & Melo, 2012); Enríquez, 2019; Y. P. Rodríguez & Pérez, 2009).

Las redes deben permitir a los actores autonomía, adaptabilidad y coordinación, deben procurar ser constituidas por grupos multidisciplinarios de personas e instituciones que se asocien para investigar y desarrollar proyectos. Su finalidad es mejorar la calidad del trabajo académico y científico, crear y fortalecer la cooperación y el aprovechamiento de recursos, posibilitar el libre flujo de información entre los grupos sociales, permitiendo moverse de un paradigma tecnológico a otro sin poner en riesgo la supervivencia del sector y lograr hiperconectividad (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Smorodinskaya et al., 2017; Toca Torres, 2014; Albornoz & Alfaraz, 2006; Castañeda Pérez & Pérez Rodríguez, 2005; Schot & Steinmueller, 2018).

Las redes que se pueden conformar son: redes de gestión de conocimiento interno, comunidades de práctica profesional, redes de expertos, redes de información, y redes de conocimiento formal. La construcción y liderazgo de estas redes es compartido y rotativo, desde el nivel empresarial, gubernamental, académico o mixto, es importante que guarden un propósito claro de como aportan a las necesidades estratégicas y técnicas del sector. Se pueden estimular en el observatorio tecnológico sectorial, planteado en el Pilar de Vigilar, agregando como una de sus funciones principales, crear bancos de conocimiento, Host networking en la web, difundiendo lecciones aprendidas, coordinando grupos de I+D+i, eventos de expertos, conferencias, ponencias, talleres, ruedas de negocios sectoriales con los actores (Heaton et al., 2019).

Un ejemplo de instrumentos que se pueden utilizar para el desarrollo de estas redes de conocimiento es el programa Spark de la USAF en EEUU, donde se conecta el talento de la Fuerza Aérea con innovadores comerciales, a través de la colaboración, el entrenamiento inmersivo y el networking, para conducir las buenas ideas hacia las realidades operacionales, (USAF, 2021a). Otras alternativas son las redes universitarias o de expertos que tienen un enfoque específico en áreas STEM, como la IEEE o las asociaciones privadas de ingenieros, físicos, matemáticos y/o empresarios, que pueden apoyar al sector en la generación de conocimiento.

- Herramientas tecnológicas en el ciberespacio: esta actividad estratégica, busca fomentar la inteligencia colectiva y cocreación de los actores a través del uso de herramientas electrónicas sectoriales sofisticadas que incrementen la velocidad, productividad y eficiencia de la innovación, conecte a los actores y apoyen la creación de redes de conocimiento y divulgación de información (Cantú & Zapata, 2006). Esto requiere un cambio tecnológico con el uso de herramientas TICs que generen un aprendizaje dentro y entre las organizaciones y aprovechen al máximo la conectividad a internet (Arellano et al., 2008; Velasco et al., 2007).

Estas tecnologías buscan coordinar diferentes grupos de redes de actores que interactúan en diferentes combinaciones funcionales (consumidores-consumidores, consumidores-productores, productores-productores) y pueden estar en las organizaciones, la cadena de valor nacional, regional, global y/o sectorial (Smorodinskaya et al., 2017).

A nivel sectorial resuelven los problemas de coordinación y soporta directamente la colaboración, utilizando como herramienta el ciberespacio para la generación, seguimiento, control y colaboración en proyectos con múltiples actores, dar a conocer las necesidades en I+D+i del sector, retos operacionales y logísticos de las Fuerzas Militares, que permitan enfocar esfuerzos, compartir ideas e interactuar bajo un esquema de innovación abierta y obtener retroalimentación continua. Adicionalmente, se pueden desarrollar plataformas de financiamiento público y privado especializadas en el sector, para apoyar el ecosistema de innovación e interactuar y coevolucionar con otros ecosistemas de innovación (Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015) (Gomes et al., 2018) (Valkokari, 2015).

Es necesario conformar comunidades virtuales especializadas, como resultado de los intereses de las personas y las organizaciones, con conocimiento especializados en el sector aeroespacial y de defensa y con comunicación sincrónica por internet y una computadora (Castañeda Pérez & Pérez Rodríguez, 2005). Fomentar la innovación abierta con plataformas que existen en el mercado como Innocrowd, Innocentive, HeroX para identificar problemas, soluciones e ideas. Para la gestión de los proyectos se podrían desarrollar o utilizar plataformas colaborativas como Smartsheet gov, en el que se pueda interactuar con la industria y la academia desde el estado, gestionando el trabajo colaborativo con interfaces seguras y fáciles de usar, aprobadas por el Departamento de Defensa de los EEUU, para no poner en riesgo seguridad informática.

- Programas áreas STEM: tiene como función desarrollar y fortalecer competencias en programas STEM que necesita el sector, fortaleciendo y apoyando las universidades en estas áreas. Este tipo de programas académicos son importantes, porque fomentan el pensamiento divergente, la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y desarrollan las tareas esenciales de la investigación del ecosistema (Alper, 2016).

Para el desarrollo de esta actividad estratégica se debe crear una dependencia dentro del Ministerio de defensa y en las Fuerzas militares, para coordinar y fortalecer la conexión con las universidades, con la función de integrar la participación de estudiantes de pregrado y posgrado en labores de pasantías, y como investigadores junior, al igual que integrar a docentes como investigadores en los centros de I+D+i del sector defensa. Así mismo, se podrían desarrollar centros de I+D+i financiados por el sector defensa en las universidades o financiar existentes con objetivos específicos.

Adicionalmente, se podría construir un grupo consejero con la participación de todos los actores estatales encargados de la educación, la CTeI, el desarrollo industrial y la defensa nacional, las principales agremiaciones industriales y las mejores universidades posicionadas en áreas STEM, que generen compromisos y estrategias para mejorar la capacidad y la calidad educativa en áreas STEM relacionadas con el sector.

Un ejemplo, es el comité de compromisos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), de la NASA promueve estrategias para la educación de alta calidad

con la infraestructura de la NASA, generando becas, actividades de desarrollo profesional, pasantías e incorporando contenido en instituciones educativas del conocimiento generado en las misiones de la NASA. Este tipo de espacios nacen en cumplimiento a una estrategia nacional de EEUU para fortalecer y poner en el liderazgo global a estados unidos en áreas STEM y se replican en diferentes departamentos del gobierno de los EEUU (May, 2018; NASA, 2020).

*Retroalimentación y mejoramiento continuo (1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 2.1.4, 3.1.11, 3.1.12).*

El proceso de retroalimentación y mejoramiento continuo, aunque no están incluidas dentro de las variables indicadores aprobadas por la validación estadística del modelo SEM, esta actividad fortalece los procesos de evolución y mejoramiento continuo, y es una característica propia de la mayoría de los modelos de gestión tecnológica que el autor analizó. Esta actividad estratégica, busca aprender del éxito y el fracaso, por el seguimiento de las estrategias generadas, lecciones aprendidas y retroalimentaciones internas y externas, para asegurar la calidad de todos los procesos y facilite la resolución de conflictos entre los actores (Y. H. Lee & Kim, 2016; Toca Torres, 2014; Amador & Márquez, 2009)

La retroalimentación es una actividad fundamental en los modelos de gestión tecnología e innovación. En esta parte es recomendable utilizar tecnologías que faciliten la colaboración y recolecte la retroalimentación de todos los actores de forma eficiente y oportuna, sin procesos burocráticos tradicionales (Pérez Lindo, 2017).

Para esta retroalimentación, se recomienda adoptar los conceptos de espacios de consenso, innovación y conocimiento propios del Modelo de la Triple hélice, para compartir problemas, resultados, debilidades, oportunidades y recomendaciones, desde la perspectiva estatal, industrial y científica.

Los procesos de retroalimentación se deben realizar llevando los problemas, posibles soluciones y recomendaciones, hacia los espacios de consenso, innovación y conocimiento, y desde allí desplegar las acciones y recomendaciones necesarias, para enfocar sus esfuerzos. La retroalimentación se puede realizar también en reuniones sectoriales, lideradas por la academia, ya que pueden implementar metodologías adecuadas para ayudar a los actores y colocar a disposición personal experto, para llegar a causas raíces, soluciones oportunas, alimentar de nuevo conocimiento al sector y sus instituciones. La financiación de este tipo de actividades puede ser con capital público y privado, sin accesos privilegiados, tratando de llegar a la mayor cantidad de actores posibles.

### **7.3.1.4 Actividades de Soporte**

Estas actividades tienen como prioridad generar las condiciones habilitantes para facilitar los procesos de relacionamiento de los actores y llevar rápidamente a fases de comercialización las tecnologías producidas por el sector, mejorando los procesos de toma de decisiones de los actores estatales para fomentar el desarrollo económico, a través de la I+D+i. Lo anterior, ajustando la política pública a las necesidades del sector de forma eficiente y evolucionando constantemente.

Estas actividades están divididas en tres secciones que se relacionan continuación:

#### *Política Pública de Transferencia de Tecnología y Compras Públicas (4.2.3 y 4.3.1)*

Se debe construir y mantener actualizada la política pública que facilite, garantice y obligue a que las tecnologías desarrolladas y financiadas por el estado, tengan que ser transferidas a la industria nacional, para lograr su escalamiento industrial y estimular el desarrollo económico de las PYMES del sector, con productos de alto valor agregado. Cuando sean temas que puedan afectar la seguridad y defensa nacional, se deben generar protocolos de seguridad que garanticen la compartimentación de la información y su protección física y digital, para limitar con fuertes sanciones penales y comerciales, el acceso de agentes no deseados del orden nacional e internacional.

Se debe generar la alineación del proceso de compras públicas con la I+D+i, para garantizar la sustitución de importaciones, con leyes y normas obligantes, para que el estado adquiera tecnologías desarrolladas por la industria nacional, que cumplan con parámetros de desarrollo superiores a TRL7.

Estas compras deben estar vinculadas desde la formulación del proyecto, con un análisis de viabilidad económica y técnica; la viabilidad económica, tiene que incluir un análisis de consumo del producto que sería reemplazado por la entidad estatal, el costo de llevar el producto a niveles de TRL7 o superiores y los costos de certificaciones que se requieren para ser adoptado por la entidad estatal que realizaría la adquisición; y la viabilidad técnica, debe incluir un proceso de desarrollo con protocolos para cumplir con los estándares operacionales mínimos y cumplir estándares de diseño y ensamble aprobados y reconocidos internacionalmente, como las normas STANAG (acuerdos de estandarización) de la OTAN. Esto ayudaría a que los productos sobrevivan al valle de la muerte, alcanzando su madurez tecnológica rápidamente y garantizando la seguridad para las operaciones militares.

Otro elemento que debe abarcar este tipo de políticas, es facilitar el acceso a procesos de prueba, validación y apoyo en la comercialización, de productos generados con capital privado desde la academia y/o la industria nacional. Estas políticas deben permitir disponer de la infraestructura y personal de I+D y operacional del sector defensa, bajo protocolos de seguridad que faciliten los procesos de retroalimentación en las pruebas y validación necesarias, para que alcancen los niveles de madurez tecnológica mínimos para suplir necesidades operacionales de las Fuerza Pública.

Un ejemplo de este tipo de políticas, son la política gubernamental de EEUU emitida en el Code Commerce and trade en el capítulo 15 en el artículo 638 “Research and development” y los programas nacionales denominados Small Business Innovation Research (SBIR) y el Small Business Technology Transfer (STTR), para conectar la investigación y desarrollo publica con el sector privado, para la comercialización de las innovaciones, estimular el espíritu emprendedor y la cooperación entre pequeñas empresas para la I+D y las instituciones públicas (SBIR, 2020; US Code Commerce and Trade, 2018).

#### *Política Publica de créditos offset con participación actores TH (4.4.1)*

Para optimizar el empleo de los créditos offset, se tienen que desarrollar políticas industriales, que articule ministerios relacionados con el desarrollo empresarial y tecnológico, con el ministerio de defensa, generando compromisos vinculantes con aportes presupuestales que impulse el crecimiento de industrias de alta tecnología alrededor del sector seguridad y defensa, y con alcance e impacto en otros sectores de la economía nacional (Amador & Márquez, 2009). El Ministerio de Defensa, debe generar una política inclusiva de créditos offset que invite a participar a empresas y universidades nacionales, para garantizar procesos de transferencia de conocimiento y tecnología que generen capacidades y masa crítica de conocimiento en el país.

Debe ser un instrumento que facilite a los funcionarios públicos, el proceso de toma de decisiones para incorporar a otros actores del orden nacional en proyectos de I+D+i de defensa y garantice que el conocimiento suministrado quede en el país. De igual forma, se deben generar políticas en la negociación y estructuración de los contratos de defensa, donde los créditos offset sean un factor preponderante en la selección de proveedores internacionales, evaluando el acceso a la propiedad intelectual con licencias de explotación, reproducción y uso, de las tecnologías que oferten para el desarrollo de proyectos con créditos offset.

Finalmente, antes de iniciar un proceso de negociación de un contrato de defensa, se debe tener como política institucional, el uso de un banco de proyectos establecido por la estrategia tecnológica y de desarrollo industrial establecidas en el pilar de focalizar, sobre el cual el proveedor ofertante puede ofertar y aportar, para no improvisar con proyectos de créditos offset que no suplen necesidades estratégicas de las organizaciones de defensa de Colombia.

Un ejemplo del manejo adecuado de los offset es el trabajo realizado por la Fuerza Área de Brasil, con la adquisición de los aviones GRIPPEN, donde crearon una dependencia denominada *Centro de Projetos e Desenvolvimento do Grippen (GDDN)* exclusiva para hacer la destinación y negociación de todos los proyectos de créditos offset, se encargó de generar un efecto derrame en su economía e industria enfocando en cuatro ejes su estrategia; 1) entrenamiento, 2) investigación y tecnología, 3) entrenamiento en Suecia y 4) desarrollo y producción. Esto le permitió generar capacidades de desarrollo de aviones de quinta generación a su industria militar, y ser proveedor global de GRIPPEN en varios componentes del avión que adquirieron (Aramayo, 2019); (Donatas, 2019).

En la actualidad, firmaron un acuerdo de entendimiento entre la Fuerza Aérea Brasileira y la Industria aeronáutica de Brasil, para desarrollar modelos de concepto de aviones avanzados no tripulados autónomos de combate, donde se utilizarán componentes del Gripen E/F como el motor General Electric F-404, el tren de aterrizaje, estructuras y materiales Stealth, gracias a la transferencia de tecnología que SAAB le hizo a EMBRAER como consecuencia de los acuerdos offset entre Suecia y Brasil, mostrando como una buena política y estrategia offset puede generar capacidades militares e industriales sostenibles, disuasiva y permanentes a largo plazo.

#### *Direccionamiento gasto público e inversión para proyectos de I+D+i con la industria nacional de Defensa (4.3.1)*

Esta actividad debe trabajar en sostener y articular el gasto público y la inversión constante a nivel organizacional y sectorial en cuatro elementos fundamentales

- El gasto público y la inversión en educación, para la profesionalización y la optimización de la capacidad de los trabajadores, para generar el personal idóneo y suficiente para la I+D+i especialmente en áreas STEM, aprovechar mejor las oportunidades y poder ejecutarlas.
- El gasto público e inversión en I+D+i, que permite la incorporación de mejoras tecnológicas en los procesos y enriquece el potencial tecnológico del sector y las organizaciones, a través

del mantenimiento y mejora de la infraestructura, competencias tecnológicas y el financiamiento de proyectos de I+D+i con la industria nacional de defensa.

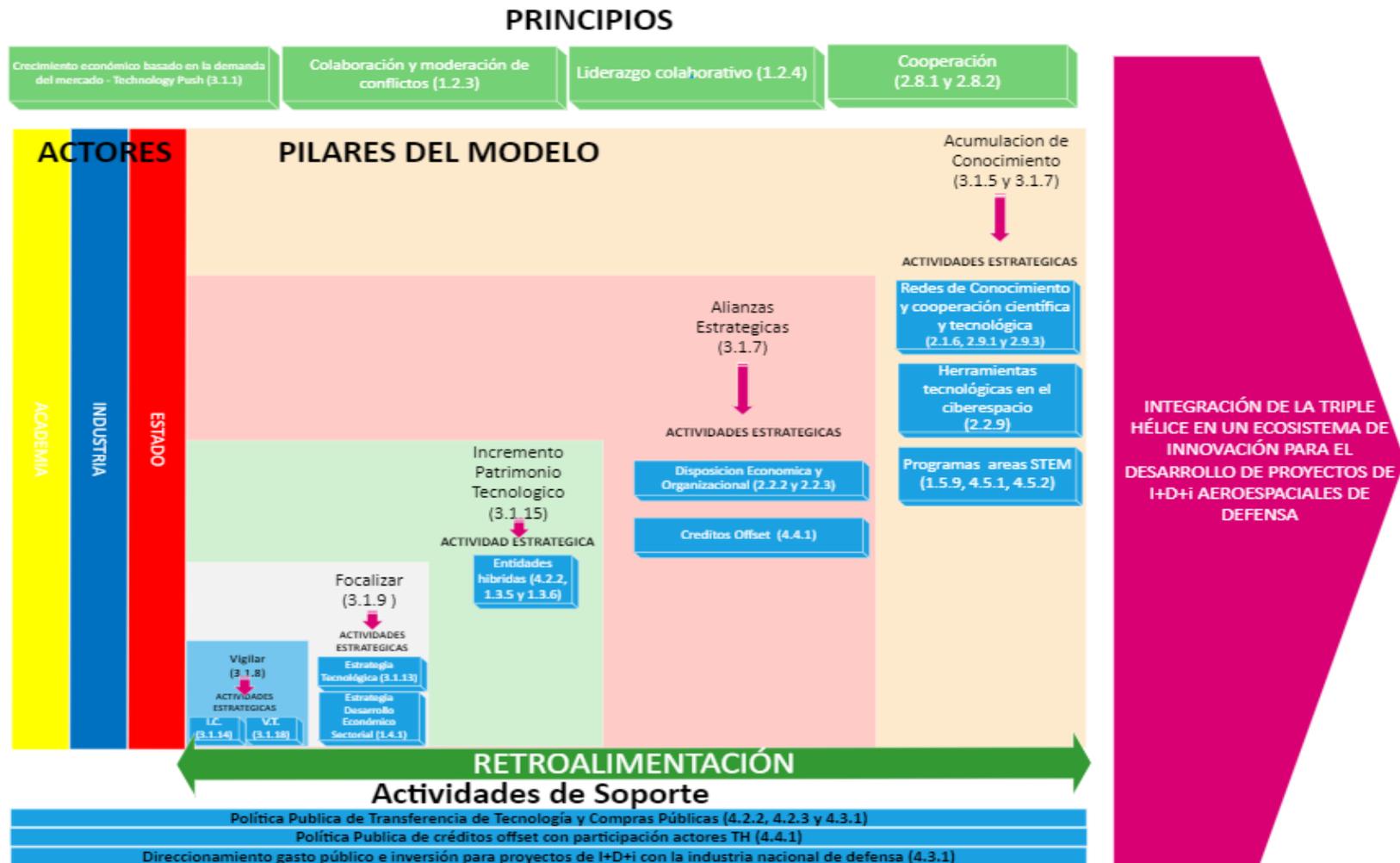
- El gasto público e inversión en el fomento industrial, para facilitar el desarrollo de una industria de alto valor agregado y facilitar la introducción de productos en el mercado.

De igual forma, a nivel estatal el gasto público en Seguridad y Defensa, debe buscar optimizar, focalizar y articular el empleo de los recursos bajo la estratégica tecnológica y de desarrollo económico sectorial, con los proyectos de I+D que trascienda los gobiernos de turno, con una visión a largo plazo (Peñalver, 2013)

Se recomienda que se genere un comité estatal de nivel ministerial entre MINCOMERCIO, MINCIENCIAS y MINDEFENSA, donde se difunda la estrategia tecnológica y de desarrollo económico sectorial, para generar obligaciones y compromisos presupuestales de inversión en I+D, con el fin de obtener la financiación de los programas e infraestructura que requiere desarrollar el sector, respaldado con la normatividad y políticas necesarias.

Esto permitiría conformar consorcios de I+D+i trilaterales, que son estructuras que integran los actores de la triple hélice en el desarrollo de actividades de I+D+i con recursos del estado, para hacer competitivo un tipo de tecnología en un sector económico. Un ejemplo, es el consorcio de investigación de productores de pantallas avanzadas de América (ADMARC) en Estados Unidos, creado para competir ante los avances tecnológicos de Japón en esta área y financiado por el Programa de Tecnología Avanzada del Instituto Nacional de estándares y tecnología (Mazzucato, 2014).

**Figura 61** Modelo de Gestión Tecnológica e Innovación del Sector Aeroespacial de Defensa (MOG).



Fuente: Elaboración Propia.

## **Capítulo VIII Conclusiones**

La presente investigación incentiva y mejora el alcance del desarrollo de tecnologías aeroespaciales de defensa, aportando al desarrollo de una economía basada en el conocimiento y mejorar la posición geoestratégica de un país en términos de seguridad y defensa nacional, con la generación de capacidades nacionales en I+D+i, interviniendo la academia, la industria y el estado colombiano y creando las condiciones habilitantes para que se desarrolle un ecosistema de innovación.

En consecuencia, el autor planteo la construcción de un modelo de gestión tecnológica e innovación de nivel sectorial, que integró los conceptos del modelo de la Triple Hélice, ecosistemas de innovación y las prácticas comunes en desarrollo Proyectos De I+D+I Aeroespaciales de Defensa en países y organizaciones globales de referencia como EEUU, China, Brasil, Israel y la OTAN.

La tesis se enfocó en responder la pregunta de investigación ¿Como se pueden integrar los actores de la triple hélice para construir un ecosistema de innovación para la generación de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia? Planteando como objetivo principal, proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación. El cual se desarrolló en tres objetivos específicos:

El primer objetivo buscaba analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia. Esto permito alcanzar dos resultados: el primero, permitió plantear una propuesta teórica de mecanismos para conectar a los actores de la Triple Hélice, donde el autor planteó una nueva interpretación del MTH; y el segundo, donde se estableció la red de nodos y enlaces, del sector identificando los principales actores de la academia, la industria y el estado. Lo anterior, a través de un método cualitativo con la recolección de datos secundarios y técnicas de análisis bibliométrico y análisis de nodos y enlaces (To-From) con la aplicación Power B.I.

En el desarrollo del segundo objetivo se logró diagnosticar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia, a través de un

método cualitativo y una técnica de análisis de datos de codificación abierta, en el cual se entrevistaron bajo un instrumento de focus group a 20 investigadores de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), evaluando el modelo de investigación que utilizan para desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa. Entregando como resultado, recomendaciones para fortalecer la investigación y desarrollo de Defensa en Colombia y una propuesta teórica para la sostenibilidad de los procesos de CTel en el Ministerio de Defensa Colombia, ya que la FAC es la entidad referente a nivel ministerial en estos temas de CTel.

El tercer objetivo, evidencia el desplazamiento de la barrera del conocimiento y la propuesta innovadora de la presente tesis, presentando el Modelo de Gestión tecnología e Innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales de Defensa para Colombia, utilizando el enfoque cuantitativo y la metodología de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) y unas consulta mediante canales formales al MINDEFENSA y MINCIENCIAS, en el cual se sometieron 108 variables indicadores en siete variables independientes (X1, X2,X3, X4,X5, X6 y X8) y una dependiente (X7) a evaluación, aprobando 31 variables indicadores y eliminando la variable independiente X4.

Esto llevo a construir el modelo de gestión tecnológica e innovación con estas variables, planteando principios, pilares, actores y actividades de soporte, que se deben desarrollar a nivel sectorial para la construcción de un ecosistema de innovación, integrando los actores de la TH para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.

Del análisis general realizado y de los resultados obtenidos, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Para generar una fuerza de innovación sostenible es necesario crear los mecanismos para conectar a los actores de la triple hélice, basado en: el desarrollo de la infraestructura, personal y recursos financieros necesarios para la innovación; emplear a nivel sectorial los mecanismo de relación del MTH del networking, la sustitución, colaboración y moderación de los conflictos, la transferencia de tecnología y el liderazgo colaborativo; generar los espacios de consenso, innovación y conocimiento, para generar acuerdos sectoriales en el direccionamiento estratégico, técnico y de los recursos en la ACTIs

(Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación) del sector; y hacer especial énfasis en el desarrollo de entidades híbridas para crear cohesión y conexión entre los actores.

- Los principales actores en el sector según cada tipo de actor son: desde el estado MINCIENCIAS y la Fuerza Aérea Colombiana: a nivel industrial son INDUMIL, CODALTEC y CIAC; en la academia fueron EMAVI, ESUFA, la Universidad de los Andes, Universidad Nacional, la Universidad Javeriana y la Universidad del Valle.
- Se muestra que existe una red de colaboración, pero se tiene que dar más participación en el sector a los conglomerados empresariales de los clústeres en el desarrollo de ACTIs relacionadas con proyectos de defensa.
- Los principales nodos del sector son la CIAC, INDUMIL, MINCIENCIAS, CODALTEC, Fuerza Aérea Colombiana y la EMAVI.
- Se debe desarrollar la infraestructura organizacional necesaria, para el desarrollo de proyectos de CTeI (ciencia, tecnología e innovación), con el apoyo de la industria y la academia, para crear capacidades que aporten al fortalecimiento de la productividad nacional, a través de los sectores aeroespacial y defensa
- Se debe fortalecer lo que (Jordán, 2015a) y (Donatas Palavenis, 2020) llaman pensamiento pragmático creativo basado en un anti-intelectualismo, orientado a la obtención de resultados que se reflejen en productos y servicios, que aporten al cumplimiento de la misión y visión de la organización, siendo estos los atractores principales para el filtro y selección de proyectos de I+D+i financiables.
- Se deben incorporar las nuevas etapas de validación, evaluación y viabilidad, identificadas por los investigadores entrevistados, e incluirlas dentro del Modelo de Investigación de la Fuerza Aérea colombiana para aumentar las posibilidades de éxito y mitigar riesgos en los proyectos.
- Para generar tecnologías de alto valor agregado, se requiere una reorganización normativa y de gestión, que optimice los procesos, los recursos y reduzcan las cargas laborales, para generar un ecosistema propicio que incentive la creatividad y el desarrollo de productos innovadores.
- Los esfuerzos del capital público y privado deben ser articulados para lograr una visión a largo plazo de los proyectos de I+D+i.

- Se debe trabajar en ajustar los procesos de formulación de proyectos y financiación para que las tecnologías lleguen a una TRL 7.
- Es importante dar cumplimiento a las recomendaciones realizadas al proceso de Investigación y Desarrollo, establecidos en la Tabla 32 Recomendaciones al proceso de Investigación y Desarrollo para la Generación de Tecnologías Aeroespaciales de Defensa en Colombia. y adoptarlo en la doctrina de I+D+i como manuales y procedimientos del Ministerio de Defensa Nacional y la FAC.
- Desde el Ministerio de defensa se debe garantizar la sostenibilidad de los procesos de CTel de Defensa, generando cursos de acción que implican generar políticas y la normatividad necesaria, que garantice la interacción y descargar responsabilidades de la I+D+i en la industria y la academia. Del mismo modo, realizar las modificaciones internas necesarias para facilitar la colaboración en el desarrollo de ACTIs con estos dos actores.
- Los principios que deben gobernar las conexiones entre los actores para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa deben ser: el crecimiento económico basado en la demanda del mercado establecidas por las necesidades de defensa nacional e internacional; disposición hacia la colaboración y moderación de conflictos; el liderazgo colaborativo; y cooperación con reciprocidad directa y/o en red.
- Para que el modelo de gestión tecnológica e innovación, genere tecnologías de alto impacto, deben cumplirse los pilares del modelo, consistente en: vigilar el entorno interno y externo del sector; focalizar los esfuerzos del sector de forma estratégica en el desarrollo tecnológico y económico del sector; incrementar el patrimonio tecnológico, a través del desarrollo de entidades híbridas en el sector; desarrollar las alianzas estratégicas en el sector con la disposición económica y organizacional de todos los actores, a través de contratos de Joint Venture, uniones temporales y convenios de cooperación, para el desarrollo de proyectos de I+D+i y soportadas con créditos offset desde el Ministerio de Defensa; generar la acumulación de conocimiento en el sector, a través de conformación y participación en redes de conocimiento y cooperación científica y tecnológica, el desarrollo de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para conectar los actores del sector y el fortalecimiento de programas STEM en las universidades para generar la masa crítica de conocimiento en el sector; finalmente, establecer un sistema de retroalimentación que fomente la mejora continua.

- Es necesario implementar las actividades de soporte a nivel estatal y en consenso con los demás actores, para crear las condiciones que faciliten el cumplimiento de la función de cada uno de los pilares, facilitando los procesos de transferencia de tecnología, las compras y el desarrollo de tecnologías con la industria nacional, el uso obligatorio de créditos offset con empresas y universidades nacionales, y dar prioridad en el gasto público para la inversión en I+D+i con la industria nacional, para solucionar las necesidades operativas y estratégicas del Ministerio de Defensa Nacional de Colombia.
- Es necesario ampliar la investigación o mejorar el modelo estudiando que elementos del concepto de competitividad diferentes a los estudiados en esta tesis (en la variable X4), son compatibles con un modelo de estas características.

Es importante seguir incentivando las investigaciones de este tipo, que permitan mejorar y conectar los procesos productivos para la innovación y articulen actores a nivel sectorial, regional o global, entendiendo dos factores importantes: primero, la especie humana es una especie colaborativa por naturaleza y nuestra evolución como homo sapiens fue producto de nuestra capacidad de trabajar en comunidad, lo que nos permitió adaptarnos rápidamente al cambio, hecho que definió claramente el famoso científico Charles Darwin en su obra “El origen de las especies” y el historiador Yuval Noah Harari en su obra “Sapiens: de Animales a Dioses”.

Por consiguiente, dentro de las ciencias sociales es importante continuar estudiando cómo es la mejor forma de cooperar a nivel organizacional, regional y global, para continuar evolucionando como especie; en segundo lugar, es importante entender cuáles pueden ser las condiciones habilitantes que se tienen que desarrollar, bajo el contexto económico, social, político y cultural propio de cada país o región, para generar soluciones acordes a sus necesidades.

El gasto en I+D+i en defensa, puede tener un efecto positivo en la tasa de crecimiento económico, sin embargo, no es una solución definitiva a un crecimiento sostenible ni mejora de las condiciones macrosociales y macroeconómicas para disminuir la violencia. También puede generar efectos positivos sobre el resto de la economía en actividades como la inversión extranjera directa, la estabilidad normativa, infraestructuras, empleo, tecnología, formación de capital humano, inversión, demanda etc. que deben ser investigados.

Finalmente, La implementación de un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial como el planteado por esta tesis puede ser un instrumento, para facilitar en países en vía de desarrollo la transición hacia una economía basada en el conocimiento, impulsando sus sectores productivos con la generación de productos tecnológicos, que permita incorporarse a la cadena global de suministros, recortando brechas y reduciendo la dependencia tecnológica con otros países.

## Referencias

- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2014). Por qué fracasan los países. Los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 26, 139-146.
- Aerospace Industries Association. (2020). 2020 FACTS & FIGURES U.S. AEROSPACE & DEFENSE. <https://facts.aia-aerospace.org/>
- AFRL. (2021a). Aerospace Systems. <https://www.afrl.af.mil/RQ/>
- AFRL. (2021b). Air Force Office of Scientific Research. <https://www.afrl.af.mil/AFOSR/>
- AFRL. (2021c). Air Force Research Laboratory. <https://afresearchlab.com/about/>
- AFRL. (2021d). Directed Energy. <https://www.afrl.af.mil/RD/>
- AFRL. (2021e). Directorate Sensors. <https://www.afrl.af.mil/RY/>
- AFRL. (2021f). Directorated Information. <https://www.afrl.af.mil/RI/>
- AFRL. (2021g). Directorated Materials and Manufacturing. <https://www.afrl.af.mil/RX/>
- AFRL. (2021h). Human Performance Wing Human Systems Integration Directorate. <https://www.afrl.af.mil/711HPW/RH/>
- AFRL. (2021i). Munitions Directorate. <https://www.afrl.af.mil/RW/>
- AFRL. (2021j). Space Vehicles Directorate. <https://www.afrl.af.mil/RV/>
- Albornoz, M. E., & Alfaraz, C. (Eds.). (2006). *Redes de conocimiento: Construcción, dinámica y gestión* (1. ed). Redes, Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- Alper, J. (2016). *Developing a National STEM Workforce Strategy: A Workshop Summary* (J. Alper, Planning Committee for the National Summit on Developing a STEM Workforce Strategy, Board on Higher Education and Workforce, Policy and Global Affairs, & National

- Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Eds.; p. 21900). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/21900>
- Alvarez, A. C. (1997). *Complejidad y Caos Guía para la administración del Siglo XXI*. Juan Carlos Martínez Coll.
- Álvarez, C. A. M. (2011). *Cuantitativa y cualitativa Guía didáctica*. Recuperado de: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-lainvestigacion.pdf>.
- Alvarez, I., Natera, J., & Marín, R. (2019). Indicadores de tecnología para medir la presencia global de un país. *Real Instituto Elcano, ARI 115/2019*, 14.
- Amador, B., & Márquez, A. (2009). Un modelo conceptual para gestionar la tecnología en la organización. *Revista espacios*, 30(1), 1-23.
- Amarante, J. C. A., & Franko, P. (2017a). Defense Transformation in Latin America: Will It Transform the Technological Base? *Democracy and Security*, 13(3), 173-195. <https://doi.org/10.1080/17419166.2017.1290527>
- Amarante, J. C. A., & Franko, P. (2017b). Defense Transformation in Latin America: Will It Transform the Technological Base? *Democracy and Security*, 13(3), 173-195. <https://doi.org/10.1080/17419166.2017.1290527>
- Aramayo, P. (2019). Implementación del Offset en la industria de Defensa, caso aeronáutico– Actualización de Sistemas de gestión aeronáutica y específicos (AS9100-NAS-NADCAP). *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6(1), 23.
- Arellano, A., Córdova, E., & Hernández, J. (2008). La sexta generación de los modelos de innovación en competitividad industrial, una propuesta TRIZ. Trabajo presentado en el XII Congreso Internacional de la Academia de las Ciencias Administrativas AC (Acacia) del Instituto Tecnológico de Puebla, Tijuana, México.

- Arora, A., Belenzon, S., & Pataconi, A. (2019). A theory of the US innovation ecosystem: Evolution and the social value of diversity. *Industrial and Corporate Change*, 28(2), 289-307. <https://doi.org/10.1093/icc/dty067>
- Arrogante, O., Pérez-García, A. M., & Aparicio-Zaldívar, E. G. (2016). A propósito de los modelos de ecuaciones estructurales y la evaluación de los índices de ajuste. *Enfermería Intensiva*, 27(2), 85-86. <https://doi.org/10.1016/j.enfi.2016.03.004>
- ASAP. (2021). NASA Aerospace Safety Advisory Panel (ASAP). Christopher Brunner. <https://oair.hq.nasa.gov/asap/index.html>
- Asbury, M. (2015, febrero 24). Katherine Johnson IV&V Facility [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/centers/ivv/home/index.html>
- AVIC. (2021). AVIC Military Aviation and Defence. <https://www.avic.com/en/militaryaviation&defense/index.shtml>
- Balzer, H., & Askonas, J. (2016). The Triple Helix after communism: Russia and China compared. *Triple Helix*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40604-015-0031-4>
- Banco Mundial. (2019). Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados) | Data. <https://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.TECH.MF.ZS?view=chart>
- Banco Mundial. (2021). Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)—Israel | Data. <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=IL>
- Bardales, L. A. R. (2015). SISTEMAS COMPLEJOS. [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5030/Luis\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5030/Luis_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Barría, C. (2017). Cuáles son las 5 mayores empresas militares del mundo y qué armamento producen. [www.bbc.com](http://www.bbc.com). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41314528>
- Basalla, G. (2011). La evolución de la tecnología. *Crítica*.
- Bellavitis, C., Filatotchev, I., & Souitaris, V. (2017). The Impact of Investment Networks on Venture Capital Firm Performance: A Contingency Framework: Venture capital, networks, and performance. *British Journal of Management*, 28(1), 102-119. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12162>
- Black, P. (2015, abril 7). Wallops Flight Facility [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/centers/wallops/home>
- Bottazzi, L., Da Rin, M., & Hellmann, T. (2016). The Importance of Trust for Investment: Evidence from Venture Capital. *Review of Financial Studies*, 29(9), 2283-2318. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw023>
- 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.
- Broude, M., Deger, S., & Sen, S. (2013). Defence, innovation and development: The case of Israel. *Journal of Innovation Economics*, 12(2), 37. <https://doi.org/10.3917/jie.012.0037>
- Bryan, W. (2015, julio 13). Chief Technologist [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/offices/oct/douglas-terrier-chief-technologist>
- Budden, P., & Murray, F. (2019). Defense Innovation Report: Applying MIT's Innovation Ecosystem & Stakeholder Approach to Innovation in Defense on a Country-by-Country Basis. MIT Sloan School of Management. <https://innovation.mit.edu/assets/Defense-Innovation-Report.pdf>

- Bustamente, S. (2008). Hacia una política pública de asociatividad en Colombia: Propuestas para el fortalecimiento de las asociaciones de Municipios.
- Calle, M. D. R. (2021). Lineamientos para la Construcción de una Política Pública Regional en Antioquia y Nacional, que permita Estructurar un Modelo de Competitividad para la Industria Aeroespacial Colombiana. Escuela de Posgrados De La Fuerza Aérea Colombiana; Universidad de los Andes.
- Cantú, S. O., & Zapata, Á. R. P. (2006). ¿ Que es la Gestión de la Innovación y la Tecnología (GIInT)? *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(2), 64-82.
- Cañedo Andalia, R., Rodríguez Labrada, R., & Montejo Castells, M. (2010). Scopus: La mayor base de datos de literatura científica arbitrada al alcance de los países subdesarrollados. *Acimed*, 21(3), 270-282.
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of innovation and entrepreneurship*, 1(1), 1-12.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2009). «Mode 3'and'Quadruple Helix»: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International journal of technology management*, 46(3-4), 201-234.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2011). Open Innovation Diplomacy and a 21st Century Fractal Research, Education and Innovation (FREIE) Ecosystem: Building on the Quadruple and Quintuple Helix Innovation Concepts and the “Mode 3” Knowledge Production System. *Journal of the Knowledge Economy*, 2(3), 327-372. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0058-3>

- Castañeda Pérez, M., & Pérez Rodríguez, Y. (2005). Aspectos teórico-conceptuales sobre las redes y las comunidades virtuales de conocimiento. *ACIMED*, 13, 0-0.
- CDE. (2023). CDE - Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. CDE. [https://www.cde.es/es/inteligencia\\_competitiva/](https://www.cde.es/es/inteligencia_competitiva/)
- Cepeda-Carrion, G., Cegarra-Navarro, J. G., & Cillo, V. (2019). Tips to use partial least squares structural equation modelling (PLS-SEM) in knowledge management. *Journal of Knowledge Management*, 23(1), 67-89. <https://doi.org/10.1108/JKM-05-2018-0322>
- Chang Castillo, H. G. (2010). EL MODELO DE LA TRIPLE HÉLICE COMO UN MEDIO PARA LA VINCULACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD Y EMPRESA. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 85-94. <https://doi.org/10.22458/rna.v1i1.286>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.
- Chimento III, C. W. (2020). Open innovation in the US Air Force [Massachusetts Institute Of Technology]. <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/127168/1191625897-MIT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chinta, R., & Sussan, F. (2018). A Triple-Helix Ecosystem for Entrepreneurship: A Case Review. En A. O'Connor, E. Stam, F. Sussan, & D. B. Audretsch (Eds.), *Entrepreneurial Ecosystems* (Vol. 38, pp. 67-80). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63531-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63531-6_4)
- Choi, S., Yang, J. S., & Park, H. W. (2015). The triple helix and international collaboration in science: The Triple Helix and International Collaboration in Science. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(1), 201-212. <https://doi.org/10.1002/asi.23165>
- Chris Freeman, & Soete, luc. (1997). *The Economics of industrial innovation*. Routledge.

- Colen, J. (2015, marzo 2). NASA's Ames Research Center [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/ames>
- Colombia Productiva. (2019). Encadenamiento aeroespacial. Programa desarrollo de proveedores para la industria aeroespacial, Bogota D.C.
- Congressional Research Service. (2020). Government Expenditures on Defense Research and Development by the United States and Other OECD Countries: Fact Sheet (Investigación R45441; p. 5). <https://crsreports.congress.gov/>
- Cornejo, A. (1997). Complejidad y caos. Guía para la Administración del Siglo XXI. Monterrey: Castillo.
- COTEC. (2000a). Economía de la innovación: Las visiones de Ralph Landau y Christopher Freeman. [http://informecotec.es/media/17\\_Econom\\_Inn\\_Visio\\_RalphLandau.pdf](http://informecotec.es/media/17_Econom_Inn_Visio_RalphLandau.pdf)
- COTEC. (2000b). Economía de la innovación: Las visiones de Ralph Landau y Christopher Freeman. [http://informecotec.es/media/17\\_Econom\\_Inn\\_Visio\\_RalphLandau.pdf](http://informecotec.es/media/17_Econom_Inn_Visio_RalphLandau.pdf)
- Covas Varela, D., Hernández Pérez, G. D., Cabello Eras, J. J., & Crespo García, L. (2020). Structural equations model with influential variables on the urban quality of life. Case study: Cienfuegos' city, cuba. *Ingeniare*, 28(3), 499-513. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052020000300499>
- Crespi, V., Galstyan, A., & Lerman, K. (2008). Top-down vs bottom-up methodologies in multi-agent system design. *Autonomous Robots*, 24(3), 303-313.
- D'Alvano, L., & Hidalgo, A. (2011). Procesos de innovación en las organizaciones de salud y educación en Venezuela. *Revista Venezolana de Gerencia*, 16(56), 578-594.
- DARPA. (2019). Strategic Framework Defence Advanced Research Projects Agency. <https://www.darpa.mil/attachments/DARPA-2019-framework.pdf>

- Dávila, A. O. (2008). Economía de la innovación y del cambio tecnológico: Una aproximación teórica desde el pensamiento schumpeteriano. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16(20), 237-246.
- Dean, L. (2015, marzo 27). NASA's Stennis Space Center [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/centers/stennis/home/index.html>
- Dedehayir, O., Mäkinen, S. J., & Roland Ortt, J. (2018). Roles during innovation ecosystem genesis: A literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 18-29. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.028>
- Del Águila Obra, A. R., Meléndez, A. P., Martín, E. F., & Lockett, N. (2017). Universidad emprendedora. El caso de las spin-offs universitarias. ¿Nuevas teorías para los mismos obstáculos? *Economía industrial*, 404, 31-39.
- Deloitte. (2018). 2018 global aerospace and defense industry financial performance study. Commercial aerospace sector performance decelerates, while defense sector continues to expand. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Images/infographics/gx-eri-global-a-d-industry-financial-performance-study-2018.pdf>
- Department of Defence. (2019). Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2019. [https://media.defense.gov/2019/May/02/2002127082/-1/-1/1/2019\\_CHINA\\_MILITARY\\_POWER\\_REPORT.pdf](https://media.defense.gov/2019/May/02/2002127082/-1/-1/1/2019_CHINA_MILITARY_POWER_REPORT.pdf)
- Dezhina, I. (2015). Intersectoral mobility of researchers in Russia: Trends and policy measures. *Triple Helix*, 2(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s40604-015-0020-7>
- Dezhina, I., & Etzkowitz, H. (2016). Path dependence and novelties in Russian innovation. *Triple Helix*, 3(1), 1-10.
- DNP. (1992). Capítulo V Plan de Inversiones Públicas. [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Gaviria\\_Plan\\_Inversiones\\_Pub.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Gaviria_Plan_Inversiones_Pub.pdf)

- DNP. (2019). Índice Global de Innovación 2018. Informe para Colombia.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/%E2%80%8B%C3%8Dndice%20Global%20de%20Innovaci%C3%B3n%202018.%20Informe%20para%20Colombia%20%E2%80%8B.pdf>
- DNP. (2020a). CONPES 3983 POLÍTICA DE DESARROLLO ESPACIAL: CONDICIONES HABILITANTES PARA EL IMPULSO DE LA COMPETITIVIDAD NACIONAL.
- DNP. (2020b). Reporte Global de Competitividad (RGC) 2019, Foro Económico Mundial (FEM)—Informe de Resultados para Colombia 2019.
- DNP. (2021). CONPES de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021 – 2030.  
<https://minciencias.gov.co/conpes-politica-ctei-2021-2030/conpes-ciencia-tecnologia-e-innovacion-primera-politica-publica-con>
- Donatas, P. (2019). Israel defense industry, what we can learn from it? Department of Political Science, General Jonas Žemaitis Military Academy, Vilnius, Lithuania.  
<https://ecpr.eu/Filestore/paperproposal/5757d37f-12fa-4e39-ad5c-fd1074d6a683.pdf>
- Donatas Palavenis. (2020). Israel defense industry, what we can learn from it? Donatas Palavenis Israel defense industry, what we can learn from it? Strategy and Foreign Policy Approaches in a Context of Multipolar Tensions, 105.
- du Preez, N. D., & Louw, L. (2008). A framework for managing the innovation process. PICMET '08 - 2008 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, 546-558. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2008.4599663>
- Echeverría, S. (2003). Tecnología e Innovación: Productos Sociales. 1er Congreso Academia de Ingeniería.

- Editorial La República. (2020). El gasto militar de Colombia es el más alto de la región, supera los US\$10.000 millones. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/el-gasto-militar-de-colombia-es-el-mas-alto-de-la-region-supera-los-us10000-millones-2905034>
- Eliasson, G. (2010). Capturing the Direct and the Serendipitous Spillovers: The Case of Sweden's Military Aircraft Industry. En G. Eliasson, *Advanced Public Procurement as Industrial Policy* (Vol. 34, pp. 79-124). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5849-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5849-5_4)
- Enríquez, Á. (2019). Gestión de conocimiento y universidad, visión prospectiva a partir de sus expertos. *Revista CS*, 273-297. <https://doi.org/10.18046/recs.i29.2687>
- EPICOS. (2015a). Development of Industrial Clusters for the Republic of Colombia's Aerospace, Defence and High-Technology Industry.
- EPICOS. (2015b). Development of Industrial Clusters for the Republic of Colombia's Aerospace, Defence and High-Technology Industry.
- Etzkowitz, H. (2003a). Innovation in innovation: The Triple Helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 42(3), 293-337.
- Etzkowitz, H. (2003b). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations: *Social Science Information*, 42(3), 293-337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- Etzkowitz, H. (2004). The evolution of the entrepreneurial university. *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(1), 64. <https://doi.org/10.1504/IJTG.2004.004551>
- Etzkowitz, H. (2017). Innovation Lodestar: The entrepreneurial university in a stellar knowledge firmament. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 122-129. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.026>

- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix – University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*, 14(1).
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2018a). *The triple helix: University-industry-government innovation and entrepreneurship* (Second edition). Routledge.
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2018b). *The triple helix: University-industry-government innovation and entrepreneurship* (Second edition). Routledge.
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2018c). *The triple helix: University-industry-government innovation and entrepreneurship* (Second edition). Routledge.
- Exportaciones de Alta Tecnología in Latinoamérica. (2020). TheGlobalEconomy.Com. [https://es.theglobaleconomy.com/rankings/High\\_tech\\_exports/Latin-Am/](https://es.theglobaleconomy.com/rankings/High_tech_exports/Latin-Am/)
- Fernandez-Jardon, C. M. (2011). Deployment of Core Competencies to obtain success in SMEs. *Departamento de Economía Aplicada*, December, 1-27.
- Ferreira, R. L., & Crispim, J. (2016). The Triple Helix Model and the Brazilian Army Strategic Projects. 1.
- Fiott, D. (2018). EU-NATO Cooperation: The Case of Defense R&D. En *The Emergence of EU Defense Research Policy. Innovation, Technology, and Knowledge Management*. (pp. 281-297). Springer. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68807-7\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68807-7_15)

- Flores, J., Fernandez, A., & Torres, C. (2017). ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LA INTEGRACIÓN ENTRE ACTORES A LOS PROCESOS DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DEL DESARROLLO A ESCALA LOCAL |. Revista Internacional del Mundo Económico y del Derecho, XIV, 1-14.
- Foro Economico Mundial. (2019). Índice de Competitividad Global 2019. <https://datosmacro.expansion.com/estado/indice-competitividad-global>
- Força Aérea Brasileira. (2021a). INNOVACIÓN TECNOLÓGICA - DCTA. <https://www.cta.br/index.php/sinaer-inovacao#o-sistema>
- Força Aérea Brasileira. (2021b). Unidades Subordinadas—DCTA. <http://www.cta.br/index.php/unidades-subordinadas>
- Franco, A., & Robles, F. (1995). Integración: Un marco teórico. Colombia Internacional, 30, 16-22.
- Fuerza Aerea Colombiana. (2016). Manual de Doctrina Logística. [https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/manuales2022/malog\\_2016.pdf](https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/manuales2022/malog_2016.pdf)
- Fuerza Aérea Colombiana. (2018a). Manual de Doctrina Básica del poder aéreo, espacial y ciberespacial de la Fuerza Aérea Colombiana.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2018b). Manual de Doctrina Básica del poder aéreo, espacial y ciberespacial de la Fuerza Aérea Colombiana.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2018c). Manual del Modelo de Investigación del Sistema Educativo de la.
- Fuerza Aerea Colombiana. (2019). Fuerza Aerea Colombiana 100 Años (Villegas Editores).
- Fuerza Aerea Colombiana. (2020). Plan Estratégico Institucional 2020-2042.

Fuerza Aérea Colombiana. (2021). TABLA DE ORGANIZACIÓN Y EQUIPO (TOE), DIRECCIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (DICTI).

Gallego, J. (2005). FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN. Tecnológicas, 113-131.

García, M. Á. (2011). Análisis Causal Con Ecuaciones Estructurales De La Satisfacción Ciudadana Con Los Servicios Municipales. Eio.Usc.Es, 1-125.

García-Machado, J. J., & Martínez-Ávila, M. (2019). Environmental performance and green culture: The mediating effect of green innovation. An application to the automotive industry. Sustainability (Switzerland), 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184874>

Garner, R. (2015, febrero 10). NASA's Goddard Space Flight Center [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/goddard>

Gaviria Muñoz, S. (2017). Desarrollo Productivo del Sector Aeronáutico. Departamento Nacional de Planeación.

Gill, Z. (2012). User-driven collaborative intelligence: Social networks as crowdsourcing ecosystems. Proceedings of the 2012 ACM Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts - CHI EA '12, 161. <https://doi.org/10.1145/2212776.2212794>

Gipson, L. (2015, octubre 15). Aeronautics Research Mission Directorate [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/aeroresearch>

Giraldo, G., Chewing, C., Jairo, R., Pulido, L., & Torres, D. (2022). Estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación de la FAC 2042. Fuerza Aérea Colombiana.

- Gobierno de Brasil. (2012). Libro Blanco de Brasil. [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/livro\\_branco/lbdna\\_espa\\_net.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/livro_branco/lbdna_espa_net.pdf)
- Gobierno de Colombia. (2019a). Propuestas de la Misión Internacional de Sabios.
- Gobierno de Colombia. (2019b). Propuestas de la Misión Internacional de Sabios.
- Gomes, L. A. de V., Facin, A. L. F., Salerno, M. S., & Ikenami, R. K. (2018). Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 30-48. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.009>
- Gómez, C. A. P., & Jaramillo, F. L. O. (2011). Complejidad: Una introducción. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16(suppl 1), 831-836. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000700014>
- González, J. (2009). La teoría de la complejidad. *Dyna*, 76(157), 243-245.
- GONZÁLEZ, L. L. (2014). Startups: Modelo para una economía emergente y creativa.
- González, V., & Roberto, L. (2009). El Proceso de Desarrollo de Productos Tecnológicos entre las Universidades y las MIPYMES mexicanas: Una Carrera de Obstáculos. *Journal of technology management & innovation*, 4(4), 120-129. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242009000400010>
- Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90-91, 102098. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>
- Greicius, T. (2015, marzo 10). NASA's Jet Propulsion Laboratory [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/centers/jpl/home/index.html>
- Grissom, A., Lee, C., & Mueller, K. (2016). Innovation in the United States Air Force: Evidence from Six Cases. RAND Corporation. <https://doi.org/10.7249/RR1207>

- GSED. (2021). Página Oficial del Grupo Social y Empresarial de la Defensa.  
[https://www.gsed.gov.co/irj/portal/GSED?guest\\_user=Guest\\_GSED](https://www.gsed.gov.co/irj/portal/GSED?guest_user=Guest_GSED)
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (2004). *Análisis multivariante—Documat* (1999 Madrid : Pearson Prentice Hall, Ed.; 5.<sup>a</sup> ed.).
- Hall Richad, H. (1996). *Organizaciones: Estructuras, procesos y resultados*. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana SA.
- Harari, Y. N. (2015). *Sapiens: A brief history of humankind* (First U.S. edition). Harper.
- Harbaugh, J. (2015, febrero 12). Marshall Space Flight Center [Text]. NASA.  
<http://www.nasa.gov/centers/marshall/home/index.html>
- Heaton, S., Siegel, D. S., & Teece, D. J. (2019). Universities and innovation ecosystems: A dynamic capabilities perspective. *Industrial and Corporate Change*, 28(4), 921-939.  
<https://doi.org/10.1093/icc/dtz038>
- Héder, M. (2017). From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. *The Innovation Journal*, 22(2), 1-23.
- Heijs, J., & Buesa, M. (2016). *Manual de economía de innovación*. Madrid: Instituto de Análisis Industrial y Financiero Universidad Complutense de Madrid.
- Heiney, A. (2015, marzo 27). Kennedy Space Center Home [Text]. NASA.  
<http://www.nasa.gov/centers/kennedy/home/index.html>
- Henseler, J., & Schubert, F. (2020). Using confirmatory composite analysis to assess emergent variables in business research. *Journal of Business Research*, 120(July), 147-156.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.026>

Hernández, G. (2013). Análisis del uso de la Inteligencia Colaborativa como herramienta para la construcción de bases de conocimiento consensuadas en procesos de diagnóstico médico. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.

Hernández, L., Verástegui, J., & Melo, N. (2014). La gestión de la triple hélice: Fortaleciendo las relaciones entre la universidad, empresa, gobierno. MULTICIENCIAS, 438-446.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education.

Hitt, M. A., Ireland, R. D., Hoskisson, R. E., Sacristan, P. M., & Moreno, M. P. S. (2015). Administración Estratégica: Competitividad y globalización: Conceptos y casos. Cengage Learning.

Hoffpauir, D. (2018, noviembre 15). NASA Engineering & Safety Center [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/nesc>

Husserl, E. (2013). Capítulo VI Fenomenología Pura. En Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica. Libro primero: Introducción general a la fenomenología pura.

ICESI. (2008). Brecha Tecnológica. [https://www.icesi.edu.co/blogs\\_estudiantes/luisosorio/2008/08/19/brecha-tecnologica/](https://www.icesi.edu.co/blogs_estudiantes/luisosorio/2008/08/19/brecha-tecnologica/)

IMoD. (2021a). DDR&D- Directorate of Defense Research & Development. Israel Ministry of Defense. [https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative\\_Strength/Pages/Directorate\\_of\\_Defense\\_Research\\_Development.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative_Strength/Pages/Directorate_of_Defense_Research_Development.aspx)

IMoD. (2021b). IMDO- Israel Missile Defense Organization. [https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative\\_Strength/Pages/IMDO\\_Israel\\_Missile\\_Defense\\_Organization.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative_Strength/Pages/IMDO_Israel_Missile_Defense_Organization.aspx)

IMoD. (2021c). Israel Ministry of Defense.  
[https://english.mod.gov.il:443/About/Pages/Ministry\\_of\\_Defense.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Pages/Ministry_of_Defense.aspx)

IMoD. (2021d). Military Research and Development.  
[https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative\\_Strength/Pages/Military\\_Research\\_and\\_Development.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative_Strength/Pages/Military_Research_and_Development.aspx)

IMoD. (2021e). SIBAT- International Defense Cooperation.  
<https://english.mod.gov.il:443/Departments/Pages/InternationalDefenseCooperation.aspx>

IMoD. (2021f). Space and Satellite Administration.  
[https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative\\_Strength/Pages/Space\\_and\\_Satellite\\_Administration.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative_Strength/Pages/Space_and_Satellite_Administration.aspx)

IMoD. (2021g). Unit for Research & Technological Infrastructure.  
[https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative\\_Strength/Pages/Unit\\_for\\_Research\\_&\\_Technological\\_Infrastructure.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative_Strength/Pages/Unit_for_Research_&_Technological_Infrastructure.aspx)

IMoD. (2021h). Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Administration.  
[https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative\\_Strength/Pages/Unmanned\\_Aerial\\_Vehicle\\_Administration.aspx](https://english.mod.gov.il:443/About/Innovative_Strength/Pages/Unmanned_Aerial_Vehicle_Administration.aspx)

Índice de Competitividad Global 2019. (2019). <https://datosmacro.expansion.com/estado/indice-competitividad-global>

Infodefensa. (2020). El gasto militar mundial alcanza su cifra más alta desde que hay registros— Noticias Infodefensa Mundo. Revista Defensa Infodefensa.com; Information & Design Solutions, S.L. <https://www.infodefensa.com/mundo/2020/05/01/noticia-gasto-militar-mundial-alcanza-cifra-desde-registros.html>

- InnoSupportTransfer. (2007). Innovación. Tipos de innovación. Medidas innovadoras. <https://studylib.es/doc/8493609/1.-innovaci%C3%B3n.-tipos-de-innovaci%C3%B3n.-medidas>
- Jácome García, A., Sosa Alcaraz, M. A., & Sarmiento Franco, J. F. (2018). LOS MODELOS DE REDES DE CONOCIMIENTO Y DE LA QUINTUPLE HÉLICE EN EL ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD ARTESANAL EN PIEDRA EN DZITYÁ, YUCATÁN.
- Jaimés, R., & Martínez, A. (2016). GESTIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN – RESULTADOS I+D+i EN LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA (Strategy-Grupo Creativo). FAC.
- Jiang, H., Gao, S., Zhao, S., & Chen, H. (2020). Competition of technology standards in Industry 4.0: An innovation ecosystem perspective. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 772-783. <https://doi.org/10.1002/sres.2718>
- Jordán, J. (2015a). Cultura organizativa e innovación militar: El caso de las Fuerzas de Defensa de Israel. *Revista de estudios en Seguridad Internacional*, 1(1), 17-40.
- Jordán, J. (2015b). Cultura organizativa e innovación militar: El caso de las Fuerzas de Defensa de Israel. *Revista de estudios en Seguridad Internacional*, 1(1), Article 1.
- Joseph, N. (2015, marzo 25). Langley Research Center [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/langley>
- Justicia Penal Militar y Policial. (2018). Grupo Social y empresarial para la Defensa—GSED. [www.justiciamilitar.gov.co](http://www.justiciamilitar.gov.co).  
<https://www.justiciamilitar.gov.co/irj/portal/jpmil/contenido?NavigationTarget=navurl://0f268f64417e616927ae619b3bea7a8a>

- Kaku, M. (2011). La física del futuro: Cómo la ciencia determinará el destino de la humanidad y nuestra vida cotidiana en el siglo XXII. <https://www.overdrive.com/search?q=BDBA045D-F7A7-41EC-9F85-D6BF07FE0590>
- KEOHANE, R. O. (1984). *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy*. Princeton University Press; JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt7sq9s>
- Koster, S. (2004). Spin-off firms and individual start-ups. Are they really different? ERSA conference papers.
- LA INTERNACIONALIZACIÓN, E. (2021). AS REDES DE CONOCIMIENTO.
- Landau, R. (1991). How competitiveness can be achieved: Fostering economic growth and productivity. *Technology and economics*, National Academy Press.
- Larrión, J. (2019). Teoría del actor-red. Síntesis y evaluación de la deriva postsocial de Bruno Latour. *RES. Revista Española de Sociología*, 28(2), 323-341.
- Lee, M. R., & Lan, Y. C. (2007). From Web 2.0 to conversational knowledge management: Towards collaborative intelligence. *Journal of Entrepreneurship Research*, 47-62.
- Lee, Y. H., & Kim, Y. (2016). Analyzing interaction in R&D networks using the Triple Helix method: Evidence from industrial R&D programs in Korean government. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 93-105. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.017>
- Levy, P. (2004). *Inteligencia Colectiva*. Consultado en [http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org/ahub ul Haq El paradigma del desarrollo humano](http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org/ahub%20ul%20Haq%20El%20paradigma%20del%20desarrollo%20humano). Consultado en [http://www.desarrollohumano.cl/pdf/1995/paradigma95\\_2.pdf](http://www.desarrollohumano.cl/pdf/1995/paradigma95_2.pdf).

- Leydesdorff, L. (2012). The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy? *Journal of the Knowledge Economy*, 3(1), 25-35. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0049-4>
- Leydesdorff, L. (2018). Synergy in Knowledge-Based Innovation Systems at National and Regional Levels: The Triple-Helix Model and the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(2), 2. <https://doi.org/10.3390/joitmc4020002>
- Leydesdorff, L., & Ivanova, I. (2016). "Open innovation" and "triple helix" models of innovation: Can synergy in innovation systems be measured? *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40852-016-0039-7>
- Leydesdorff, L., Perevodchikov, E., & Uvarov, A. (2015). Measuring triple-helix synergy in the Russian innovation systems at regional, provincial, and national levels. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(6), 1229-1238. <https://doi.org/10.1002/asi.23258>
- Limaymanta, C. H. (2020). El mapeo científico con VOSviewer: Un ejemplo con datos de WoS. *Otlet. Revista para profesionales de información*, 10.
- Linares, N., & Salamanca, Y. (2003). Determinación de la capacidad de interacción de las empresas en un ambiente competitivo. Caso: empresas biotecnológicas.
- López, J. A. R., & Torres, D. (2020). Propuestas del Foco de Ciencias Básicas y del Espacio.
- López, J. L. B. (2016). La cooperación: El núcleo de la evolución institucional y organizacional. 18.
- Lopez, O., Blanco, M., & Guerra, S. (2017). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. *Innovaciones de negocios*, 5(10).

- Luo, J. (2018). Architecture and evolvability of innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 132-144.
- Maldonado, C. E. (2014). ¿ Qué es un sistema complejo? *Revista colombiana de filosofía de la ciencia*, 14(29).
- Maldonado, C. E., & Gómez Cruz, N. A. (2011). *El mundo de las ciencias de la complejidad: Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades* (1. ed). Editorial Universidad del Rosario.
- Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels. White Paper, April, 6(1995), 1995.
- Mars, K. (2015, febrero 11). Johnson Space Center Home [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/centers/johnson/home/index.html>
- Marsan, G. A., & Maguire, K. (2011). Categorisation of OECD regions using innovation-related variables.
- Martinez, C. (2019). *Caracterización del Clúster Aeronáutico del Valle del Cauca*. Escuela de Posgrados De La Fuerza Aérea Colombiana; Universidad de los Andes.
- May, S. (2018, marzo 13). STEM Engagement at NASA [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/stem/about.html>
- Mazzucato, M. (2014). *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al sector privado*. Barcelona: RBA.
- Mazzucato, M. (2015). *The Entrepreneurial State*.
- Mazzucato, M., & Robinson, D. K. R. (2018). Co-creating and directing Innovation Ecosystems? NASA's changing approach to public-private partnerships in low-earth orbit. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 166-177. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.034>

Mezo, P. L. (2018). Sistemas complejos y mereología.

Miller, M., Mroczkowski, T., & Healy, A. (2014). Poland's innovation strategy: How smart is «smart specialisation»? *International Journal of Transitions and Innovation Systems*, 3(3), 225.  
<https://doi.org/10.1504/IJTIS.2014.065697>

Minciencias. (2021a). Centros / Institutos de Investigación. Minciencias.  
[https://minciencias.gov.co/portafolio/reconocimiento\\_de\\_actores/centros-institutos-investigacion](https://minciencias.gov.co/portafolio/reconocimiento_de_actores/centros-institutos-investigacion)

Minciencias. (2021b). Oficinas de transferencia de resultados de investigación—OTRIS. Minciencias.  
[https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion\\_transferencia/transferencia-conocimiento/oficinas-otris](https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/transferencia-conocimiento/oficinas-otris)

Ministerio de Defensa de Colombia. (2011). Visión compartida del futuro en ciencia, tecnología e innovación. Antropos Ltda.

Ministerio de Defensa Nacional. (2013). Directiva Permanente 008 Política de Ciencia Tecnología e Innovación del Sector Defensa y Seguridad de Colombia.

Ministerio de Industria y Comercio. (2020). Colombia Productiva—Colombia Productiva.  
<https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/manufactura/industrias-del-movimiento>

Miranda, D. (2020). 2020 NASA Technology Taxonomy.

Mochinski, R. (2015, abril 15). Office of the Chief Scientist [Text]. NASA.  
[http://www.nasa.gov/offices/ocs/about\\_us.html](http://www.nasa.gov/offices/ocs/about_us.html)

Mora, M. C. (2014). El modelo de la triple hélice en la comprensión y desarrollo de proyectos sociales complejos en Costa Rica. *Revista Nacional de Administración*, 5(1), 115-130.

- Morante, D. (2015). Tecnología e Innovación en el diseño de un Modelo de Gestión para el Desarrollo del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca (Col). Universidad Autónoma de Querétaro.
- Morante, D. (2018). Tecnología e Innovación en el diseño de un Modelo de Gestión para el Desarrollo del Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca. (Escuela Militar de Aviación «marco Fidel Suarez»).
- Mora-Pisco, L. L., Duran-Vasco, M. E., & Zambrano-Loor, J. G. (2016). Consideraciones actuales sobre gestión empresarial. *Dominio de las Ciencias*, 2(4), 511-520.
- Morgan, G. (1996). *Imágenes de la organización*. Alfaomega México.
- Moya, E. D. S. (2014). Desarrollo tecnológico y Brecha tecnológica entre países de América Latina. *Ánfora*, 21(36), Article 36.
- Munnecke, M., & van der Lugt, R. (2006). Bottom-up strategies in consumer-led markets. Paper presented.
- MUÑOZ, V. P. R. (2009). APLICACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO TOP DOWN Y BOTTOM UP.
- Murcia, O. (2014). Diagnóstico de la Industria Aeronáutica Colombia, evolución e impacto en el desarrollo nacional.
- Murray, F., & Budden, P. (2017). A systematic MIT approach for assessing 'innovation-driven entrepreneurship' in ecosystems (iEcosystems).
- Murti, M. (2020). A Comparison of Defence Sector Innovation Ecosystems in China and India. *Strategic Analysis*, 44(1), 45-53. <https://doi.org/10.1080/09700161.2020.1700001>
- NASA. (2019). NASA Advisory Council. [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nac\\_charter\\_10-17-19.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nac_charter_10-17-19.pdf)

NASA. (2020). Nasa strategy STEM ENGAGEMENT for Science, Technology, Engineering and Math 2020-2023. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa-strategy-for-stem-2020-23-508.pdf>

NASA. (2021a). NASA Organizational Chart. [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa\\_organizational\\_chart\\_feb\\_2021.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_organizational_chart_feb_2021.pdf)

NASA. (2021b). Glenn Research Center | NASA. <https://www.nasa.gov/centers/glenn/home/index.html>

NASA. (2021c). Michoud Assembly Facility | NASA. <https://www.nasa.gov/centers/marshall/michoud/index.html>

NASA. (2021d). Office of Small Business Programs. Brian Dunbar. <https://osbp.nasa.gov/vision.html>

NASA. (2021e). Science Mission Directorate. <https://science.nasa.gov/>

NASA. (2021f). Space Technology Mission Directorate. <https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/home/index.html>

NATO. (2020). NATO Science and Technology Organization COLLABORATIVE PROGRAMME OF WORK AND BUDGET FOR YEAR 2021. [https://www.sto.nato.int/publications/Management%20Reports/NATO\\_STO\\_CPoW\\_2021.pdf](https://www.sto.nato.int/publications/Management%20Reports/NATO_STO_CPoW_2021.pdf)

NATO. (2021a). NATO Framework Industry Engagement.

NATO. (2021b). Science for Peace and Security (SPS) Programme. NATO Emerging Security Challenges Division.

- NATO. (2021c). Collaboration Support Office (CSO). <https://www.sto.nato.int/Pages/collaboration-support-office.aspx>
- NATO. (2021d). STO Technical Panels. <https://www.sto.nato.int/Pages/sto-panels.aspx>
- NATO. (2022). What is NATO? What is NATO? <https://www.nato.int/nato-welcome/index.html>
- Neira, L., & Vargas, L. (2020). Sector privado invierte 4% de ventas en innovación, 1,3 puntos porcentuales más que en 2017. Diario La República. <https://www.larepublica.co/especiales/campana-por-mi-empresa-yo/sector-privado-invierte-4-de-ventas-en-innovacion-1-3-puntos-porcentuales-mas-que-en-2017-3075567>
- Newton, L. (2021, febrero 22). Armstrong Flight Research Center [Text]. NASA. <http://www.nasa.gov/centers/armstrong/home/index.html>
- Norabuena Mendoza, C., Huamán Osorio, A., & Ramirez Asis, E. (2021). Modelo de ecuaciones estructurales (con estimación PLS). Basado en calidad de servicio y lealtad del cliente de las cajas rurales peruanas. *Ciencias administrativas*, 18, 3-14.
- Norma, U. (2006). 166006 EX. Gestión de la I+ D+ i: Sistema de vigilancia tecnológica.
- Nowak, M. A., & Coakley, S. (Eds.). (2013). *Evolution, games, and God: The principle of cooperation*. Harvard University Press.
- Nowak, M. A., & Highfield, R. (2012). *Supercooperadores*. Ediciones B.
- Nuchera, A. H. (1999). La gestión de la tecnología como factor estratégico. *Economía industrial*, 330.
- Núñez, Á. A. (2015). La cooperación y la educación como estrategias de supervivencia colectiva con recursos limitados: Un análisis de los mecanismos adaptativos desarrollados por los refugiados saharauis. *Universidad de Malaga*, 398.

- Obra, A. R. del Á., Meléndez, A. P., Martín, E. F., & Lockett, N. (2017). Universidad emprendedora. El caso de las spin-offs universitarias. ¿Nuevas teorías para los mismos obstáculos? *Economía industrial*, 404, 31-39.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología. (2020). Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombia 2019. <https://ocyt.org.co/Informeindicadores2019/indicadores-2019.pdf>
- OCDE. (2021). Main Science and Technology Indicators. [https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=MSTI\\_PUB&lang=en](https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=MSTI_PUB&lang=en)
- Odremán, J. G. (2014). Gestión tecnológica: Estrategias de innovación y transferencia de tecnología en la industria. *Universidad, ciencia y tecnología*, 18(73), 181-191.
- OECD. (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development.
- OECD. (2019). The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy. OECD. <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>
- OECD & Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). Informe de la UNESCO sobre la ciencia, hacia 2030: Resumen ejecutivo. (p. 45). [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa)
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2017). Capital intangible en las cadenas globales de valor.

- Ortiz, M. S., Fernández-Pera, M., Ortiz, M. S., & Fernández-Pera, M. (2018). Modelo de Ecuaciones Estructurales: Una guía para ciencias médicas y ciencias de la salud. *Terapia psicológica*, 36(1), 51-57. <https://doi.org/10.4067/s0718-48082017000300047>
- Pansera, M. (2010). *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, William Brian Arthur Free Press, Nueva York (2009), 237 pp (Vol. 6). [https://doi.org/10.1016/s1698-6989\(10\)70080-1](https://doi.org/10.1016/s1698-6989(10)70080-1)
- Parra Moreno, C., & Liz, A. (2009). La estructura organizacional y el diseño organizacional, una revisión bibliográfica. *Gestión y Sociedad*, 2(1), 97-108.
- PCTCAN. (2015). Definición de Parque Científico y Tecnológico. PCTCAN. <https://www.pctcan.es/que-es-pctcan/definicion-parque-cientifico-tecnologico/>
- Peled, D. (2001). Defense R&D and economic growth in Israel: A research agenda. *Science*.
- Perea Gómez, S. (2012). La influencia de la industria militar de Brasil en el desarrollo de su política exterior con el fin de posicionarse como potencia regional. Período 2003-2010.
- Pérez, G. S., Duarte, L., & Blanco, M. (2013). El conocimiento en la economía global y colombiana. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 21(2), 97-114.
- Pérez Jiménez, L. (2013). Estrategia de mercadotecnia para el servicio Biofábrica del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) hacia Latinoamérica y el Caribe.
- Pérez Lindo, A. (2017). La formación de la inteligencia colectiva y la Universidad. *Revista de educación superior del sur global*, 4, 99-110. <https://doi.org/10.25087/resur4a6>
- Pianta, M. (1992). Industrial and technological aspects of a strategy for converting military industry. *Most-most Economic Policy in Transitional Economies*, 2(2), 5-24.

- Pineda, D. M. M. (2016). Startup y Spinoff: Definiciones, diferencias y potencialidades en el marco de la economía del comportamiento. *Contexto*, 5, 141-152.
- Pinto, H. (2017). Connecting the Triple Helix space: Actor-network creation and institutionalisation of knowledge transfer offices. *Triple Helix*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40604-017-0045-1>
- 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.
- Pique, J. M., Berbegal-Mirabent, J., & Etzkowitz, H. (2018). Triple Helix and the evolution of ecosystems of innovation: The case of Silicon Valley. *Triple Helix*, 5(1), 1-21.
- Prabha, T. (2015). Innovation Strategy to Sustain a Technological Edge for National Security & Global Leadership. Massachusetts Institute Of Technology.
- Prada Madrid, E. (2005). Las redes de conocimiento y las organizaciones. *Revista Bibliotecas y tecnologías de la información*, 2(4), 16-25.
- Decreto N° 9.2831 Regulamenta a Lei da Inovação (Lei 10.973/2004), (2018). [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm).
- Quintero, S., & Forero, M. (2018). Los Libros Blancos de Defensa de Perú y Brasil: Aspectos geopolíticos, seguridad regional e incidencia para Colombia. En *Hacia una gran estrategia en Colombia: Construcción de política pública en seguridad y defensa. Volumen 1: La “Gran Estrategia”*: Instrumento para una política integral en seguridad y defensa (Vol. 3, pp. 89-118). ESMIC.
- Quirós, G., Baca, E., Lara, B., Mira, R., Quintanilla, I., & Saberón, L. (2015a). Inteligencia colaborativa: Clave para superar los crecientes retos de nuestro tiempo. 13.

- Quirós, G., Baca, E., Lara, B., Mira, R., Quintanilla, I., & Saberón, L. (2015b). Inteligencia colaborativa: Clave para superar los crecientes retos de nuestro tiempo. 13.
- Ramírez, P. E., Mariano, A. M., & Salazar, E. A. (2014). Propuesta Metodológica para aplicar modelos de ecuaciones estructurales con PLS: El caso del uso de las bases de datos científicas en estudiantes universitarios. *Revista ADMpg*, 7(2).
- Ranga, M., & Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix systems: An analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society. *Industry and higher education*, 27(4), 237-262.
- Rao, S. S., Banik, A., Khanna, A., & Philip, D. (2019). Key Factors of Disruptive Innovation in Aerospace and Defence. *Global Business Review*, 097215091986833. <https://doi.org/10.1177/0972150919868338>
- Rastogi, P. N. (2009). *Management of technology and innovation: Competing through technological excellence* (2nd ed). Response.
- Reding, D. F., & Eaton, J. (2020). *Science and Technology Trends 2020 2040: Exploring the S and T Edge*. NATO S and T Organization.
- Rey, A. (2017). El funnel de innovación, explicado con sencillez. Amalio Rey | Blog de innovación con una mirada humanista. <https://www.amaliorey.com/2017/08/19/el-funnel-de-innovacion-explicado-con-sencillez-post-546/>
- Ribeiro, A. T. V. B., Uechi, J. N., & Plonski, G. A. (2018). Building builders: Entrepreneurship education from an ecosystem perspective at MIT. *Triple Helix*, 5(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40604-018-0051-y>
- Ríos, M. F., & Sánchez, J. C. (2001). Procesos estratégicos y estructura organizacional: Implicaciones para el rendimiento. 13, 12.

- Ritala, P., & Almpantopoulou, A. (2017). In defense of 'eco' in innovation ecosystem. *Technovation*, 60-61, 39-42. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.01.004>
- Rivadeneira Molina, S., Vilanova, G., Miranda, M., & Cruz, D. (2013). El modelado de requerimientos en las metodologías ágiles. XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27196>
- Rodrigues, C., & Melo, A. (2012). The Triple Helix Model as an Instrument of Local Response to the Economic Crisis. *European Planning Studies*, 20(9), 1483-1496. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.709063>
- Rodríguez, C., Rubio, M., & Morales, C. (2018). Brasil, su gran estrategia. En *Hacia una gran estrategia en Colombia: Construcción de política pública en seguridad y defensa. Volumen 1: La "Gran Estrategia": Instrumento para una política integral en seguridad y defensa (Vol. 3, pp. 51-70)*. ESMIC.
- Rodríguez, Y. P., & Pérez, M. C. (2009). Redes de conocimiento. *Ciencias de la Información*, 40(1), 3-20.
- Romero, R., & Babativa, G. (2016). Modelo de Lealtad a partir de un Análisis de Ecuaciones Estructurales. *Comunicaciones en Estadística*, 9(2), 165. <https://doi.org/10.15332/s2027-3355.2016.0002.01>
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International marketing review*.
- Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). Metodología de la investigación cualitativa. <http://www.digitaliapublishing.com/a/15155/>

- Salazar, M. del P. R., & Valderrama, M. G. (2013). La Alianza Universidad-Empresa-Estado: Una estrategia para promover innovación. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 68, 112-133.
- Saldaña, J. (2021). The coding manual for qualitative researchers. *The coding manual for qualitative researchers*, 1-440.
- Santacruz Rueda, J. (2020). Diseño e implementación del plan de gestión tecnológica en la institución educativa Santa María Goretti de la ciudad de Mocoa–Putumayo.
- Saumeth, E. (2016). Las empresas del GSED cierran 2015 con ingresos de 970 millones de dólares. [www.indumil.gov.co](http://www.indumil.gov.co). <https://www.indumil.gov.co/noticia/las-empresas-del-gsed-cierran-2015-con-ingresos-de-970-millones-de-dolares/>
- Sauter, G. O. (1993). Número 1-Estado y Educación Enero-Abril 1993.
- SBIR. (2020). The SBIR and STTR Programs. [sbir.gov](http://www.sbir.gov). <https://www.sbir.gov/about>
- Schot, J. (2003). The contested rise of a modernist technology politics. *Modernity and technology*, 257-278.
- Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.
- Schwab, K. (2017). *The Global Competitiveness Report 2017* \* 2018.
- Schwab, K., & Zahidi, S. (2019). *The Global Competitiveness Report*. World Economic Forum, 393.
- SECAD. (2019). Plan de Certificación Anual FAC DEMANDA Y OFERTA DE PRODUCTOS AERONAUTICOS PARA LA AVIACION DE ESTADO COLOMBIANA. Fuerza Aérea Colombiana. <https://www.fac.mil.co/plan-de-certificaci%C3%B3n-anual-fac>
- SECAD. (2021). Fuerza Aérea Colombiana. <https://www.fac.mil.co/secad>

SIC. (2020). Estadísticas de Propiedad Industrial de Colombia—SIC - movil. Tableau Software.

[https://public.tableau.com/views/EstadsticadePropiedadIndustrialdeColombia-SIC-movil/Estadisticas\\_Pi?:embed=y&:display\\_count=yes&:showVizHome=no](https://public.tableau.com/views/EstadsticadePropiedadIndustrialdeColombia-SIC-movil/Estadisticas_Pi?:embed=y&:display_count=yes&:showVizHome=no)

Silicon Valley Defense Working Group. (2019). Department of Defense Emerging Technology

Strategy: A Venture Capital Perspective. SVDG.

<https://www.siliconvalleydefense.org/initiatives/dod-emerging-technology-strategy-venture-capital-perspective>

Silva, M. V. G. da, Olavo-Quandt, C., Silva, M. V. G. da, & Olavo-Quandt, C. (2019). Defense

System, Industry and Academy: The Conceptual Model of Innovation of the Brazilian Army.

Journal of technology management & innovation, 14(1), 53-62.

<https://doi.org/10.4067/S0718-27242019000100053>

Simon, L. (2015). Offset strategy: ¿hacia un nuevo paradigma de defensa en EEUU? Real

Instituto Elcano.

[http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano\\_es/contenido?WCM\\_GLOBAL\\_CO](http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CO)

NTEXT=/elcano/elcano\_es/zonas\_es/defensa+y+seguridad/ari14-2015-simon-offset-

strategy-hacia-un-nuevo-paradigma-de-defensa-en-eeuu

SIPRI. (2019). The SIPRI Top 100 arms producing and military services companies in the world.

<https://www.sipri.org/databases/armsindustry>

Smorodinskaya, N., Russell, M., Katukov, D., & Still, K. (2017). Innovation ecosystems vs.

Innovation systems in terms of collaboration and co-creation of value. Proceedings of the

50th Hawaii international conference on system sciences.

Space Foundation. (2020). CENTER FOR INNOVATION AND EDUCATION Driving Workforce

Development and Economic Opportunity.

- Stead, G. B. (2001). Planning, reporting & designing research. Pearson South Africa.
- Steinmueller, W. E. (2010). Economics of Technology Policy (Vol. 2, pp. 1181-1218). Elsevier.  
[https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:haechp:v2\\_1181](https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:haechp:v2_1181)
- Stellman, A., & Greene, J. (2014). Learning Agile (First edition). O'Reilly.
- STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE. (2019). SIPRI YEARBOOK 2019: Armaments, Disarmament and International Security. Oxford University Press.
- Tarride, M. (1995). Complejidad y sistemas complejos. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 2(1), 46-66. <https://doi.org/10.1590/S0104-59701995000200004>
- Thompson, V., Hardash, J. A., Decker, B., & Summers, R. O. (2012). NASA (In) novation Ecosystem: Taking technology innovation from buzz to reality. 1-9.
- Toca Torres, C. E. (2014). Inteligencia colectiva: Enfoque para el análisis de redes. *Estudios Gerenciales*, 30(132), 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.01.014>
- Tokatlian, J. (1994). Componentes políticos de la integración. *Integración, desarrollo económico y competitividad*.
- Tovar, R., & Arturo, L. (2002). NUEVAS FORMAS DE ORGANIZACIÓN. *Estudios Gerenciales*, 18(82), 13-45.
- Trott, P. (2017). Innovation management and new product development (Sixth Edition). Pearson.
- United States. Department of Defense. (2020). Military and Security Developments Involving the People's Republic of China: A Report to Congress Pursuant to the National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2020. Office of the Secretary of Defense.

<https://media.defense.gov/2020/Sep/01/2002488689/-1/-1/1/2020-DOD-CHINA-MILITARY-POWER-REPORT-FINAL.PDF>

Universidad de Cornell, OMPI, & INSEAD. (2021). ÍNDICE MUNDIAL DE INNOVACIÓN 2020. [globalinnovationindex.org](http://globalinnovationindex.org)

Universidad Panamericana, Terán Bustamante, A., Dávila Aragón, G., Universidad Panamericana, Castañón Ibarra, R., & Universidad Nacional Autónoma de México. (2019). Gestión de la tecnología e innovación: Un Modelo de Redes Bayesianas. *Economía Teoría y Práctica*, 50. <https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/502019/Teran>

US Code Commerce and Trade, Title 15 847 (2018). <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2018-title15/pdf/USCODE-2018-title15-chap14A-sec638.pdf>

U.S., O. of T. A. (2018). Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2018 (p. 145). Departamento de Defensa de Estados Unidos. <https://media.defense.gov/2018/Aug/16/2001955282/-1/-1/1/2018-CHINA-MILITARY-POWER-REPORT.PDF>

USAF. (2013). United States Air Force Global Science and Technology vision. <http://www.af.mil/>

USAF. (2019). Science and Technology Strategy for 2030 and Beyond. <https://www.af.mil/Portals/1/documents/2019%20SAF%20story%20attachments/Air%20Force%20Science%20and%20Technology%20Strategy.pdf>

USAF. (2021a). AFWERX. <https://www.afwerx.af.mil/>

USAF. (2021b). Air Force Technology Transfer and Transition. <https://www.aft3.af.mil/>

- Valkokari, K. (2015). Business, innovation, and knowledge ecosystems: How they differ and how to survive and thrive within them. *Technology Innovation Management Review*, 5(8).  
<https://doi.org/10.22215/timreview/919>
- Vargas Pulido, W., & Godoy Estrella, E. (2013). Impacto del gasto de la defensa en el crecimiento económico de Colombia en los últimos veinte años. *Revista Científica General José María Córdova*, 11(11), 227. <https://doi.org/10.21830/19006586.212>
- Vázquez González, E. R. (2017). Transferencia del conocimiento y tecnología en universidades. Iztapalapa. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 83, 75-95.  
<https://doi.org/10.28928/revistaiztapalapa/832017/atc3/vazquezgonzalez>
- Velasco, E., Zamanillo, I., & Gurutze, M. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación. Comunicación en el XX congreso anual AEDEM: “Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa”, España: Palma de Mallorca.
- Velázquez Juárez, J., Valencia-Pérez, L. R., & Peña-Aguilar, J. M. (2016). El papel del modelo de la triple hélice como sistema de innovación para aumentar la rentabilidad en una Pyme comercializadora (The Role of the Triple Helix Model as an Innovation System to Increase Profitability in a SME). *Revista CEA*, 2(3).
- Viana, H., & Cervilla, M. (1992). El papel de la ciencia en la innovación tecnológica. *Revista Espacios*, 13(1), 1992.
- Villa, D. (2016). Avianca inauguró su propia «clínica» de aviones. *El Tiempo*.  
<https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/avianca-inaugura-centro-de-mantenimiento-tecnico-36362>
- VP, A. (2019). Venture Capital Firm | Florida | Execution Stage Investors | Ohio | California | Michigan | Arsenal Venture Partners. <http://arsenalgrowth.com/>

- Waissbluth, M. (2008). *Sistemas complejos y gestión pública*. Magister en Gestión y Políticas Públicas. Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Chile, Santiago.
- Wells, B. (2019). *NATO 2019 Highlights Science and Technology Organization (NATO STO): Empowering the Alliance's Technological Edge*. NATO Science and Technology Organization Brussels Belgium.
- Wicks, D. (2017). *The coding manual for qualitative researchers*. *Qualitative research in organizations and management: an international journal*.
- WIPO. (2020). *World Intellectual Property Indicators 2019*.  
[https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_941\\_2019.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf)
- Wonglimpiyarat, J., & Khaemasunun, P. (2015). China's innovation financing system: Triple Helix policy perspectives. *Triple Helix*, 2(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0013-y>
- Yuan, C., Liu, S., Yang, Y., & Shen, Y. (2016). On the contribution of defense innovation to China's economic growth. *Defence and Peace Economics*, 27(6), 820-837.  
<https://doi.org/10.1080/10242694.2014.901644>
- Zagal, C. F. (2007). Impacto de las compensaciones industriales sobre las capacidades de las Fuerzas Armadas de Chile. *Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública*, 7, 199-225.
- Zheng-hong, C. (2007). Study on the Logos of Medium-to Long-Term Program of Science and Technology Since the PRC Set Up [J]. *Studies in Dialectics of Nature*, 8.
- Zouain, D. M., & Plonski, G. A. (2015). Science and Technology Parks: Laboratories of innovation for urban development - an approach from Brazil. *Triple Helix*, 2(1), 7.  
<https://doi.org/10.1186/s40604-015-0018-1>

## ANEXO A Análisis de Indicadores de Investigación, desarrollo e Innovación (I+D+i)

Con los indicadores relacionados a continuación se busca dar a conocer el estado actual del país en temas relacionados con la I+D+i, tomando como puntos de referencia países de nivel regional y los primeros en cada una de estas mediciones estadística, los indicadores estudiados fueron tomados de las Indicadores de tecnología para medir la presencia global de un país para tratar explicar y entender la internacionalización de la tecnología y la innovación en Colombia, a nivel global y regional, aludiendo las capacidades científicas con el indicador del Gasto en investigación y desarrollo en relación al PIB, Total de personal de I+D, Solicitudes de patentes, Gasto en I+D+ de Defensa (por la relación con la tesis), exportaciones de alta tecnología e indicadores compuestos como el Índice Global de Innovación y el Índice Global de Competitividad (I. Alvarez et al., 2019).

### *Gasto en Investigación y Desarrollo en Relación al PIB (% Anual)*

Este indicador muestra los gastos en investigación y desarrollo son gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo, realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones. El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental (Banco Mundial, 2019b). Este indicador permite evidenciar la capacidad de inversión de las naciones en la generación de conocimiento a través de la I+D.

**Tabla 45** *Gasto en I+D como % del PIB.*

<b>PAISES LIDERES</b>	<b>Gasto de I+D como % del PIB 2018</b>	<b>PAISES LATINOAMERICA</b>	<b>Gasto de I+D como % del PIB 2017</b>
Corea del Sur	4,3	Brasil	1,26
Israel	4,2	Argentina	0,24
Japón	3,4	Uruguay	0,48
Finlandia	3,2	Cuba	0,43
Suiza	3,2	Costa Rica	0,42

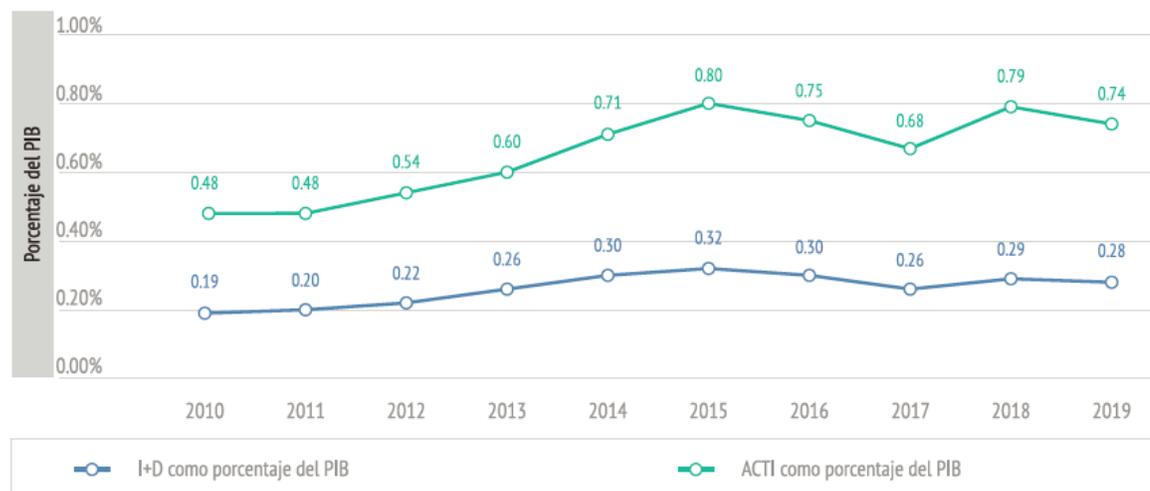
Austria	3,1	Chile	0,36
Suecia	3,1	México	0,33
Dinamarca	2,9	Colombia	0,24
Alemania	2,9	El Salvador	0,18
Estados Unidos	2,7	Panamá	0,15

Fuente: Banco Mundial

La iniciativa privada soporta mayoritariamente el gasto de I+D en los países desarrollados que lideran el indicador el promedio está por encima del 31%, mientras que en Latinoamérica está alrededor del 0,34% y es en su mayoría soportado por el sector gubernamental, las universidades y entidades sin ánimo de lucro.

Es preciso tenerlo en cuenta para desarrollar estrategias a largo plazo, aplicar los conocimientos para la evaluación de la situación actual y establecer las perspectivas en relación al desarrollo sostenible y el fortalecimiento de las economías del conocimiento en países desarrollados. Este indicador insta a los gobiernos a promover la industrialización y la innovación sostenibles, mediante el rápido incremento del gasto en I+D y el aumento del número de investigadores (UNESCO, 2016).

**Figura 62** Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) como Porcentaje del PIB de Colombia, 2010 - 2019.



Fuente: Tomado de (Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología, 2020)

En la década anterior, Colombia no alcanzaba al 0,5%, sin embargo a partir del año 2011 se generó una dinámica importante acercándose a cifras del 0.8% con respecto al PIB para el desarrollo de

Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación (ACTI); sin embargo, estos valores están lejos del 1.5% propuesto como meta para 2022. El promedio de la tasa de crecimiento anual de la inversión en ACTI es de 8.7% para los últimos diez años por encima del crecimiento del PIB para este periodo (Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología, 2020). Los departamentos que más invierten en la financiación de ACTI son Bogotá D.C. Antioquia, Santander y Valle del Cauca. Sin embargo, la inversión pública y privada de Colombia en I+D con respecto al PIB es de las más bajas del mundo ubicándose al lado de países como Kuwait o Kazajistán.

### ***Personal dedicado a la I+D***

De Acuerdo al Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura ( UNESCO ), este indicador mide la cantidad de investigadores por millón de habitantes en un país tomando las personas dedicadas a la investigación y desarrollo, considerando a los profesionales que se dedican al diseño o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos o sistemas, a la gestión de los proyectos de ciencia, tecnología e innovación y los estudiantes de doctorados dedicados a investigación y desarrollo.

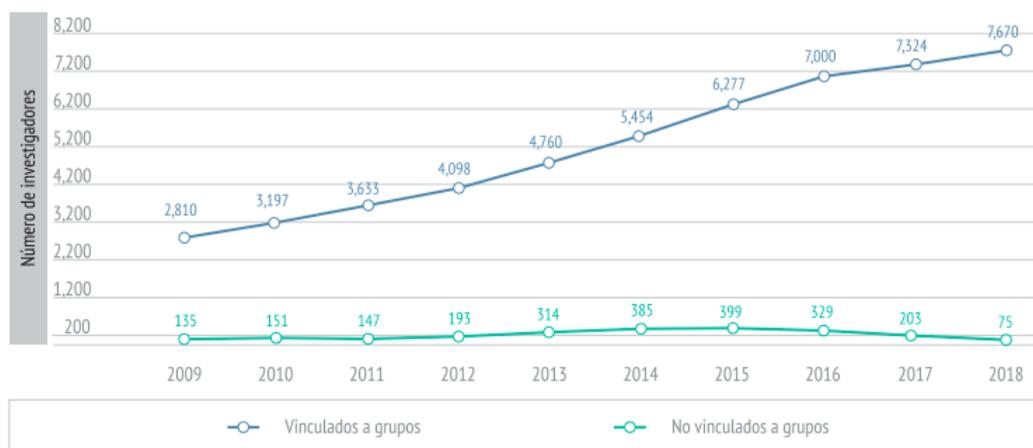
**Tabla 46** *Investigadores por Millón de Habitantes.*

<b>Top 10 países líderes 2018</b>	<b>Número de Investigadores por Millón de habitantes 2019</b>	<b>Top 10 países Latinoamericanos 2014</b>	<b>Número de Investigadores por Millón de habitantes 2014</b>
Dinamarca	8.066	Argentina	1.207
Corea del Sur	7.980	Brasil	888
Suecia	7.536	Uruguay	643
Finlandia	6.861	Costa Rica	586
Noruega	5,573	Chile	427
Australia	5,468	Ecuador	399
Holanda	5,239	México	260
Japón	4,748	Venezuela	273
Irlanda	4,663	Paraguay	152
Alemania	4,627	Colombia	58

Fuente: Stat Nano y Banco Mundial<sup>8</sup>

Este indicador muestra a Colombia en una posición relegada en el talento humano necesario para el desarrollo de actividades de investigación y desarrollo, presentando diferencias significativas con el primero de la región de 1149 que es argentina y 8.008 con el primero de la lista a nivel mundial convirtiéndose en un reto importante para el país generar las estrategias necesarias para el fortalecimiento de este indicador. De acuerdo a las estadísticas de la Unesco de 2014 los países que más tienen investigadores en la región son Brasil (138.636) Argentina (51.685), México (43.592), situación crítica para Colombia que para el año 2018 alcanzo apenas a 7.745.

**Figura 63** Investigadores activos en Colombia, 2009 - 2018.

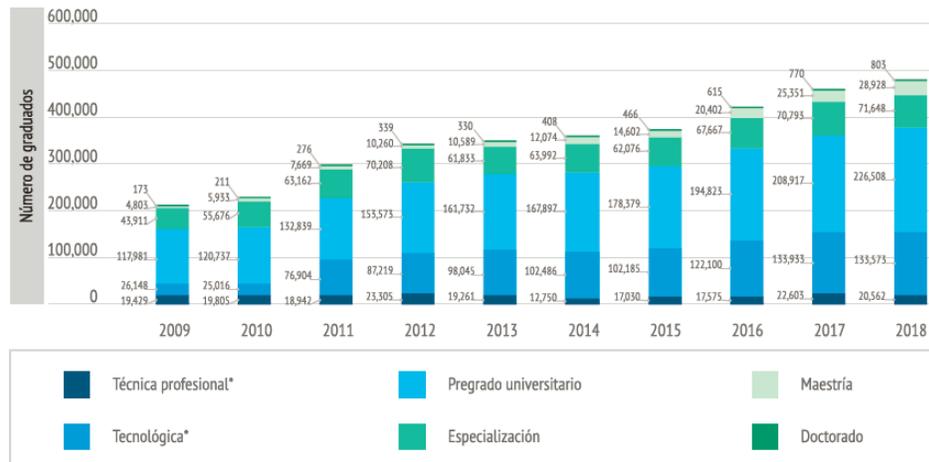


Fuente: Tomado de (Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología, 2020)

En la información reportada por el Ministerio de Educación y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el total de graduados de programas nacionales de los últimos diez años presenta un aumento continuo en todos los niveles de formación, siendo relevante el crecimiento del 83% y del 80% en los programas de nivel de maestría y en la formación tecnológica, respectivamente (Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología, 2020).

**Figura 64** Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas por nivel.

<sup>8</sup> Se toman los datos de Latinoamérica del año 2014 porque es el único año en el que coinciden todos los países en reportar este indicador.



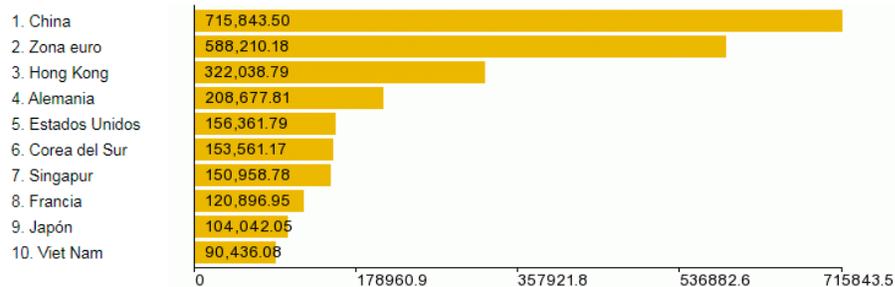
Fuente: Tomado de (Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología, 2020)

Asimismo, se resalta el incremento en el número de graduados a nivel de formación doctoral del (78%); sin embargo, de acuerdo a la clasificación de los programas que plantea la OCDE para el 2018 a nivel de maestría el 10,49% son de áreas de ingeniería y tecnología con 367 programas abiertos, y el 3,9% en ciencias naturales y exactas con 161 programas abiertos; en cuanto al nivel de doctorado si presenta un cambio significativo con 25,40% de áreas de ingeniería y tecnología con 67 programas abiertos, y el 20,42% en ciencias naturales y exactas con 68 programas abiertos (Observatorio Colombiano de Ciencia y & Tecnología, 2020).

**Exportaciones de Productos de Alta Tecnología (Millones de USD).**

Este indicador toma las exportaciones de productos de alta tecnología, que se consideran de esta categoría por ser altamente intensivos en investigación y desarrollo, como son los productos de las *industrias aeroespacial*, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica (Banco Mundial, 2019).

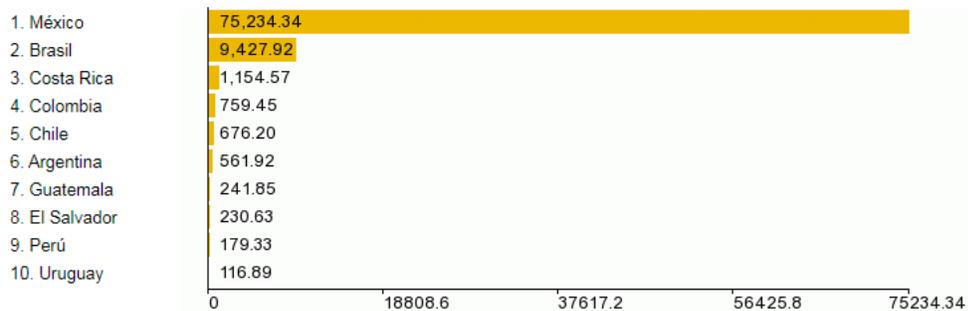
**Figura 65** Exportaciones de alta tecnología Top 10 mundial en Millones de USD - 2019.



Fuente: The Global Economy (*Exportaciones de Alta Tecnología in Latinoamérica*, 2020)

En este indicador el liderazgo lo ha tomado China con el fortalecimiento de su economía como el mayor exportador de alta tecnología del mundo, según el banco mundial para el 2018 este mercado representaba 2927 billones de USD, En la Región se destaca la labor de México siendo el mayor exportador de alta tecnología con un alto desarrollo de su industria aeronáutica y automotriz, Colombia por su parte las exportaciones de alta tecnología son 99 veces menos del país de referencia en la región generando una gran brecha en la generación de productos que reflejen en la economía el uso intensivo de conocimiento en investigación y desarrollo.

**Figura 66** Exportaciones de alta tecnología Top 10 Latinoamérica en Millones de USD - 2019



Fuente: The Global Economy (*Exportaciones de Alta Tecnología in Latinoamérica*, 2020)

***Producción de Patentes (Número de Solicitudes de Patentes residentes)***

Este indicador de la OMPI mide las solicitudes presentadas por residentes en una oficina del Estado o una oficina que opera en nombre del Estado en que reside el solicitante mencionado. Estas solicitudes incluyen las presentadas a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes por los derechos exclusivos sobre un invento (WIPO, 2020).

**Tabla 47** Numero Solicitudes de Patentes Residente 2018.

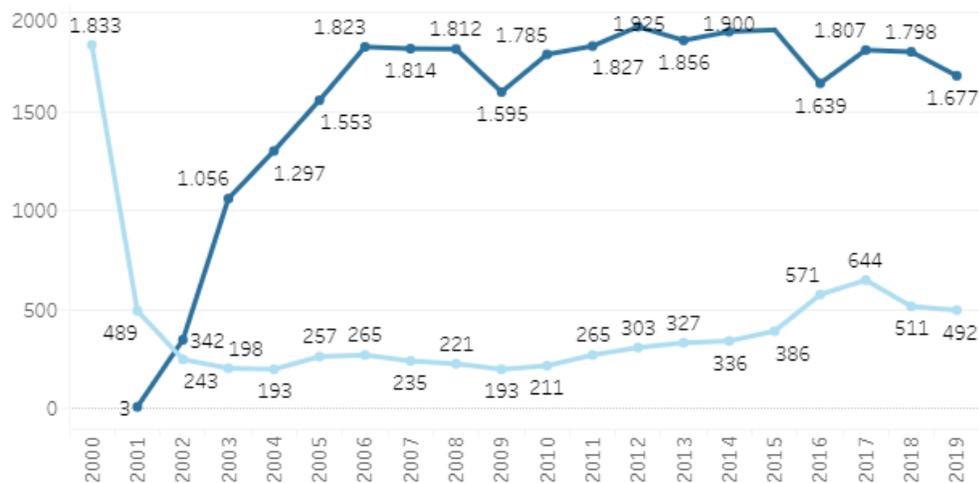
Top 10 Países Líderes en Solicitudes de Patentes Residente 2018	No de Solicitudes	Top 10 Países Latinoamericanos en Solicitudes de Patentes Residente 2018	No de Solicitudes
China	1.393.815	Brasil	4.980
U.S.	285.095	México	1.555
Japón	253.630	Argentina	425
República de Corea	162.561	Colombia	415

Oficina Europea de Patentes	81.565	Chile	406
Alemania	46.617	Panamá	135
India	16.289	Perú	86
Rusia	24.926	Ecuador	34
Brasil	4.980	Cuba	29
Canadá	4.349	Rep. Dominicana	17

Fuente: Elaboración Propia Información Extraído de la Organización Mundial de Propiedad intelectual (WIPO, 2020)

En este aspecto el país de referencia es China, EEUU y Japón muestran una capacidad importante de producción de conocimiento con sus residentes, sin embargo, China se destaca por la capacidad de su población multiplicando los resultados de los otros dos países de referencia. En la región Brasil domina de forma importante el indicador, presentándose como referente global en esta medición, generando casi 11 veces más patentes que Colombia.

**Figura 67** Histórico Solicitudes de Patentes de Colombia por Vía de Presentación 2000 al 2019.



Fuente: Tomado de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (SIC, 2020)

En la presentación de patentes de invención el país se encuentra en un proceso de retardó que no le ha permitido aumentar su producción significativamente, este indicador que se puede mostrar como resultado de los procesos de innovación radical, en 2019 se solicitaron un total de 2,169, de las cuales 511 (26%) se presentaron vía nacional y 1,677 (74%) mediante el Tratado de Cooperación de Patentes. Las áreas de conocimiento donde más se conceden patentes es en la química, seguido de la ingeniería mecánica y posterior de la electricidad y electrónica.

En Colombia para el año 2018, a las Universidades se concedieron un total de 113 patentes, de las cuales 107 (95%) se otorgaron a solicitudes vía nacional y 6 (5%) vía PCT, lo que muestra un comportamiento tendiente a sostener procesos de certificación académica, ante el Ministerio de Educación y no al desarrollo de productos de impacto internacional, que permitan estimular de la economía nacional.

***Gasto Militar en Millones de Dólares***

Son todos los gastos corrientes y de capital relativos a las fuerzas armadas, incluidas las fuerzas de mantenimiento de la paz; los ministerios de defensa y demás organismos de Gobierno que participan en proyectos de defensa; las fuerzas paramilitares, si se considera que están entrenadas y equipadas para operaciones militares; y las actividades en el área militar (Fernández, 2017).

Dichos gastos incluyen el personal militar y civil, incluidas las pensiones de retiro del personal militar y servicios sociales para el personal, operación y mantenimiento, compras, investigación y desarrollo militares, y ayuda militar (en los gastos militares del país donante). No incluye la defensa civil y los gastos corrientes de actividades militares previas, como los beneficios para veteranos, desmovilización, conversión y destrucción de armas (Stockholm International Peace Research Institute, 2019).

**Tabla 48** *Gasto Militar en Millones de USD.*

<b>Top 10 Países Líderes en Gasto Militar a nivel Mundial 2019</b>	<b>Gasto Militar en Billones de USD</b>	<b>Top 10 Países Líderes en Gasto Militar en Latinoamérica 2019</b>	<b>Gasto Militar en Billones de USD</b>
Estados Unidos	649	Brasil	26.9
China*	250	Colombia	10
India	67,6	México	6.5
Rusia	66,5	Chile	5,1
Arabia Saudita*	63,8	Argentina	3,1
Francia	61,4	Perú	2.7
Alemania	50	Ecuador	2.4

Reino Unido	49,5	Venezuela	1.6
Japón	46,6	Uruguay	1.1
Corea del Sur	43,1	República Dominicana	0.621

Fuente: Elaboración Propia extraído de (OCDE, 2021)

Estados Unidos triplica el gasto del segundo país que es China, ha generado su mayor aumento en el año 2019 alcanza gastos superiores a los generados en la Guerra Fría. Adicionalmente, regiones como el Medio Oriente y el Asia Central han generado tensiones y rivalidades como la de India, China, Pakistán, Japón, Corea del Sur y Corea del Norte, además del crecimiento de amenazas transnacionales que afectan la seguridad y defensa internacional; sin embargo, debido a la pandemia el gasto militar se tendrá que reconsiderar frente a sectores como los de la salud y la educación (Infodefensa, 2020).

En Latinoamérica Colombia es el segundo país en el gasto militar después de Brasil, sostiene en relación con respecto a su PIB como el más alto con un promedio del 3% anual. A pesar de que se firmó un Acuerdo de Paz con el que se suponía bajaría la intensidad del conflicto, sin embargo, se ha fortalecido el desarrollo de grupos al margen de la ley creando un nuevo fenómeno con la creación de nuevos grupos destinados a delitos transnacionales como el narcotráfico y la minería ilegal como fuente de lavado de activos (Editorial La República, 2020).

***Presupuesto de Defensa en I+D como porcentaje del total del GBARD (Government Budget Allocations for R&D)***

El GBARD es una estadística utilizada por la Oficina de Estadísticas de la Comunidad Europea, Eurostat, y la OCDE que permite identificar el presupuesto público destinado a Investigación y Desarrollo (I+D), con el objetivo de determinar el potencial financiero destinado a I+D por la administración pública (OECD, 2015).

El objetivo de este indicador es medir el total del gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) en defensa financiado por el Estado, el cual desde la perspectiva de los financiadores, analiza el gasto realizado por el Estado y las acciones políticas por objetivos socioeconómicos y sector ejecutor (OECD, 2015).

**Tabla 49** *Presupuesto de Defensa en I+D como porcentaje del total del GBARD.*

Top 10 Países de la OCDE Presupuestos de Defensa en I+D	Porcentaje para el año 2017	Países Latinoamericanos en la OCDE que miden este Indicador - 2017	Porcentaje para el año 2017
--	--------------------------------	--	--------------------------------

como porcentaje del total de la GBARD			
Estados Unidos	46.66%	Colombia	1.74%
Turquía	18.72%	México	0.15%
Reino Unido	15.16%	Chile	0.02%
Corea del Sur	15.00%		
Polonia	9.24%		
Francia	8.16%		
China Taipéi	6.44%		
Australia	6.73%		
Alemania	3.83%		

Fuente: Elaboración propia extraído de (OCDE, 2021)

El promedio de este indicador en los países de la OCDE es de 20,62%, liderado por Estados Unidos con un 46.66% (0, 285% de su PIB) que demuestra su capacidad de inversión en I+D en defensa generando el 81,2 de este gasto de los países de la OCDE, invirtiendo 16 veces más que el siguiente en el ranking (Congressional Research Service, 2020), este gasto en Latinoamérica el más representativo es el de Colombia, aunque no se mide en Brasil la economía más fuerte de la región y el caso de Argentina donde su última medición reportada es del año 2012 (OCDE, 2021).

### ***Índice de Competitividad Global (ICG).***

Éste índice mide cómo utiliza un país los recursos que dispone y su capacidad para proveer a sus habitantes de un alto nivel de prosperidad. Para clasificar los países según su competitividad analiza (04) cuatro Subíndices y (12) doce pilares, en el cual se miden 56 variables cuantitativas, que corresponden a datos e indicadores estadísticos tomados de fuentes nacionales o multilaterales, tales como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional (FMI) u organizaciones del sistema de Naciones Unidas; y 47 variables cualitativas (de percepción), obtenidas con base en la encuesta de Opinión Ejecutiva que aplica el Foro Económico Mundial en coordinación con el grupo de instituciones pares que tiene alrededor del mundo. (Schwab & Zahidi, 2019).

**Tabla 50** *Subíndices y Pilares de Medición del Índice de Competitividad Global.*

<b>Entorno habilitante</b>	<b>Capital Humano</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituciones</li> <li>• Infraestructuras</li> <li>• Entorno macroeconómico</li> <li>• Adopción de TICs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud</li> <li>• Educación y Aptitudes</li> </ul>
<b>Mercados</b>	<b>Ecosistema de innovación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia del mercado de bienes</li> <li>• Eficiencia del mercado laboral</li> <li>• Desarrollo del mercado financiero</li> <li>• Tamaño del mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamismo Empresarial</li> <li>• Capacidad de Innovación</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia información tomada de (DNP, 2020b)

De acuerdo al índice global de competitividad del 2019, Colombia paso del 2018 al 2019 del puesto 60 al puesto 57 destacándose la estabilidad macroeconómica, el mercado laboral y la salud, con un puntaje de 62,7, donde los cinco primeros puestos fueron para Singapur (84,8), Estados Unidos (83,7), Hong Kong (83,1), Holanda (82,40) y Suiza (82,3) respectivamente. En Latinoamérica el más alto fue Chile (71), Seguido de México (65) y Uruguay (64) que se encuentran por encima de Colombia.

**Tabla 51** *Índice Global de Competitividad 2018-2019.*

Top 10 Global		Top 10 Latinoamérica	
Índice Global de Competitividad 2018-2019	Ranking Global	Índice Global de Competitividad 2018-2019	Ranking Global
Singapur	1	Chile	33
Estados Unidos	2	México	48
Hong Kong	3	Uruguay	54
Holanda	4	Colombia	57
Suiza	5	Costa Rica	62
Japón	6	Perú	65
Alemania	7	Panamá	66
Suecia	8	Brasil	71

Reino Unido	9	República Dominicana	78
Dinamarca	10	Argentina	83

Fuente: Elaboración propia con información de (Schwab & Zahidi, 2019).

En el subíndice de ecosistemas de innovación que impulsa el desarrollo de esta investigación, muestra la deficiencia que tiene el país en las variable de Crecimiento de las empresas innovadoras en el puesto 87, Gasto en I+D en el puesto 88, Colaboración entre múltiples partes interesadas puesto 70, solicitudes de patentes puesto 72, esto muestra una carencia de estrategias que fomenten la generación de capacidades de innovación, la articulación de actores, recursos financieros, infraestructura y personal, que se reflejen en el desarrollo de una economía basada en el conocimiento (DNP, 2020b).

### ***Índice Global de Innovación (GII)***

El Índice Global de Innovación (GII, por sus siglas en inglés) es un indicador que permite determinar las capacidades y los resultados en materia de innovación de 133 economías del mundo. El índice evalúa dos grupos de indicadores: indicadores de entrada (insumos) e indicadores de salida (resultados). El primer grupo evalúa las instituciones, el capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y sofisticación de negocios. El segundo grupo, analiza resultados en términos de producción de conocimiento, tecnología, y producción creativa. La relación entre estos dos grupos se denomina razón de eficiencia, la cual expresa qué tan eficiente es un país en la generación de innovación (Universidad de Cornell et al., 2021).

De acuerdo al índice global de innovación de 2020, Colombia se encuentra en la clasificación de países con ingresos medio altos, en consonancia a las expectativas correspondientes al nivel de desarrollo con países latinoamericanos como Brasil, México y Perú, con penetración de capital de riesgo por encima de la de Chile, Perú, Argentina y México, sin embargo por la baja atracción de la región apenas llega a un 0,5% de inversiones de capital riesgo con respecto a su PIB, a diferencia de países desarrollados como China, Singapur e Israel que esta entre el 1,8% y el 2,7% y quienes lideran este componente (Universidad de Cornell et al., 2021).

**Tabla 52** *Contraste Índice Global de Innovación (GII).*

<b>Primeros Puesto Países a Nivel Global</b>	<b>Primero Puesto Países Latinoamericanos</b>
--	---

Suiza (1) puntaje de 66.08	Chile (54) puntaje de 33.9
Suecia(2) puntaje de 62.47	México (55) puntaje de 33.6
Estados Unidos(3) puntaje de 60.56	Costa Rica (56) puntaje de 33.5
Reino Unido (4) puntaje de 59.78	Brasil (62) puntaje de 31.9
Países Bajos (5) puntaje de 58.76	Colombia (68) puntaje de 30.8

Fuente: Elaboración propia extraído (Universidad de Cornell et al., 2021)

Este Índice es liderado por Suiza, Suecia, Estados Unidos, Reino Unido y Países Bajos en los 80 componentes que evalúa este indicador, sin embargo, Colombia alcanzo un puntaje global de 30,8 lo que lo ubicó en la posición 68 dentro de los países más innovadores del mundo, en el que se evaluaron a 131 naciones. En Latinoamérica ocupó el quinto lugar después de Chile, México, Costa Rica y Brasil, con un aspecto preocupante y es que el primer país latinoamericano aparece después del puesto 50.

## ANEXO B Justificación Selección Modelo de la Triple Hélice

La selección de la triple hélice como uno de los ejes y no los conceptos de las cuádruple o quíntuples hélices planteadas por Carayannis y Campbell se justifica por los siguientes aspectos:

- El planteamiento de la cuádruple y de la quíntuple hélice acepta la no linealidad de innovación al igual que la triple hélice,
- El planteamiento de la cuádruple y de la quíntuple hélice parten de conceptos de ecosistemas de innovación bajo preceptos diseñados en países desarrollados en contextos como el estadounidense o el europeo, utilizando un concepto denominado, el modo 3 que son sistemas multinodo, multimodal, multilaterales y multinivel que gestionan el flujo y los valores del conocimiento, basados en la conformación de sistemas teóricos para el direccionamiento de economías y sociedades del conocimiento (Carayannis & Campbell, 2009), que no se presenta en contextos de países en vía de desarrollo.
- Al ser unos modelos teóricos carecen de mucha evidencia científica de la presencia de las relaciones de los actores como el medio ambiente y la sociedad (como actores productores de conocimiento e innovación de forma activa), consigo que conciben la construcción sistemática de relaciones, sin definir claramente cómo se generan las relaciones entre los elementos más básicos del sistema, al incluir la sociedad y el medio ambiente.
- En el caso de la cuádruple hélice manifiesta actores como la cultura, los valores, el estilo de vida, la clase creativa; que no son sujetos jurídicos o naturales que puedan asumir un rol responsable dentro del proceso de innovación, se presentan como conceptos efímeros y no como actores, olvidando que la innovación es llevada a su realización por personas y/o organizaciones. Adicionalmente hay actores como los medios o las industrias creativas que ya tenían su representación dentro del concepto de la triple hélice y quieren separarlos.
- La cuádruple y la quíntuple hélice integran los conceptos de sistemas nacionales de innovación, redes de innovación, clústeres de conocimiento y ciclos de vida tecnológico, los asumen como los elementos constitutivos de un ecosistemas de innovación, concepto que en la actualidad no cuenta con una definición aceptada por la comunidad científica y presenta muchas presentaciones y variantes(Carayannis & Campbell, 2009).
- El modo 3 de ecosistemas de innovación sobre el cual basa el desarrollo los modelos de la cuádruple y la quíntuple hélice no concibe como un actor generador de conocimiento al estado a través de procesos de I+D (básica, experimental y aplicada) y transferencia de tecnología que permita fortalecer el desarrollo económico y social (Carayannis & Campbell,

2009), desconociendo la participación de entidades gubernamentales como las fuerzas militares, las cuales, han sido grandes generadoras de conocimiento y de transformaciones socio-técnicas, que han aportado significativamente al desarrollo de la humanidad en el último siglo.

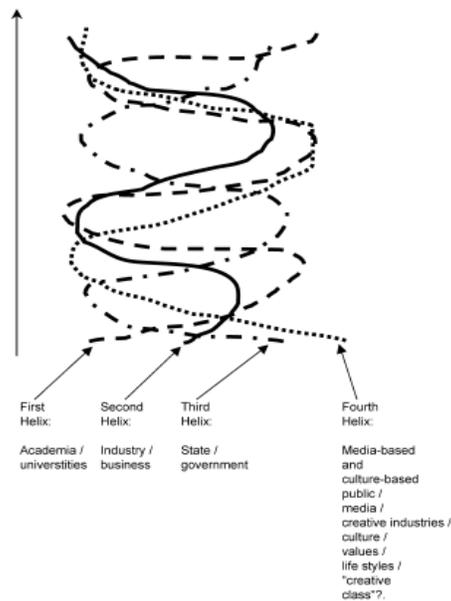
- Sin embargo, es importante rescatar del concepto del Modo 3 planteado por Carayannis & Campbel la búsqueda de la coevolución, basado e impulsado por el conocimiento en búsqueda de economías y sociedades de alcance global y local.
- Los modelos de cuádruple y la quintuple hélice al exigir una mayor participación con la apertura y el acceso a la información por parte de la sociedad y en la búsqueda del desarrollo sostenible; entra en conflicto con un elemento que se presenta en la gran mayoría de los proyectos de defensa de alto impacto y es la exigencia de confidencialidad y seguridad con la información para evitar afectaciones a la defensa de los intereses de una nación.
- En la actualidad los países en vía de desarrollo luchan constantemente en consolidar y articular sus diferentes sistemas sociales (educación, ciencia y tecnología, políticos, innovación, económicos etc.), y no se tienen los mecanismos adecuados y adaptados a las condiciones de cada uno de estos países, para impulsar la convergencia de sus intereses y relaciones para evolucionar de acuerdo a sus condiciones económicas, sociales, culturales y políticas. Donde no hay sistemas en su mayoría y fácilmente identificables de alcance transnacional, nacional o subnacional, con lleva a que modelos como la cuádruple y la quintuple hélice no tengan un gran impacto en países que están empezando a evolucionar (Carayannis & Campbell, 2009, p. 3)
- Un modelo teórico pierde fuerza cuando todos los factores demandan igual relevancia que es lo que sugieren los modelos de la cuádruple y la quintuple hélice (Leydesdorff, 2012), generando pérdida de propiedades creativas, debido a que las diadas tienden a la divergencia o la convergencia, acuerdo u oposición; mientras que las triadas incluyen un mediador potencial, dando un tercer elemento mayor libertad de acción para nuevas propiedades emergentes (Etzkowitz & Zhou, 2018)
- Para garantizar la sostenibilidad con el medio ambiente y la sociedad, Etzowith y Zhou, con el fin de no romper con el principio trádico plantea un modelo triple Hélice en el cual se presenta una relación Publico-gobierno-universidad, quienes buscan solucionar las controversias generadas sobre la innovación tecnológica generando un ciclo virtuoso de cooperación y compromiso para asegurar el desarrollo sostenible global con una

financiación y promoción continua que requiere cooperación multinivel, esto hace que el actor de la industria sea regulado y también impulsado para el desarrollo de una producción sostenible, la capacidad económica y la responsabilidad social para afrontar el consumo de energía, el cambio climático, la pobreza, el manejo de los recursos naturales, la biodiversidad y el uso de la tierra, con incentivos como la reducción de impuestos, la asignación de inversión pública, la generación de políticas de mejoramiento de la educación, apoyar la protección de la salud y la cohesión social (Etzkowitz & Zhou, 2018).

- Etzkowitz y Leydesdorff plantearon el modelo de la Triple Hélice de relaciones para explicar los desarrollos estructurales en las economías basadas en el conocimiento. El modelo TH mejora este modelo de “sistemas (nacionales) de innovación” porque ya no requiere el supuesto de conceptos como los de sistemas “nacionales” o “regionales” para la integración. Las hélices operan como mecanismos de selección asimétricamente entre sí, pero las selecciones mutuas pueden dar forma a una trayectoria de coevolución (Leydesdorff, 2012).
- De acuerdo al El modelo de Luhmann las organizaciones son la trama y la base del desarrollo social, que contienen dinámicas autoorganizadas, haciendo posible la comunicación social en un sistema estratificado que opera en términos de relaciones (Leydesdorff, 2012). Es por esto que para garantizar que realmente se presente un modelo funcional en la cuádruple y la quíntuple hélice es importante clarificar las organizaciones que componen esas hélices adicionales y las que plantea Carayannis y Campbell son extensiones del modelo de triple hélice expuestas por Etzkowitz y Leydesdorff y perfeccionado por otros autores como Chuyan Zhou y Marina Ranga.
- Etzkowitz y Leydesdorff sostienen que las hélices representan especialización y codificación en sistemas funcionales que evolucionan dentro de la sociedad civil. Así mismo, una sociedad pluriforme ya no está coordinada por una instancia central, sino que funciona en términos de interacciones entre comunicaciones codificadas de diversas formas; las interacciones pueden ser fuentes de variación (como en las comunicaciones cara a cara) y estructuradas en términos de los diferentes medios de comunicación, siendo relevante para los agentes e instituciones que interactúen para generar una relación social fundamental en un proceso de innovación (Leydesdorff, 2012). Factor que no se presenta en elementos como la sociedad y el medio ambiente presentes en la cuádruple y la quíntuple hélice.

- La sociedad civil no puede ser una cuarta hélice debido a que es la base de una configuración óptima de triple hélice o un esfuerzo de abajo hacia arriba para crear una base democrática de la sociedad. La sociedad civil es un formato social democrático basado en ciudadanos con derechos de libertad de expresión y asociación, derechos que pueden ejercer como mejor les parezca. Es una dimensión subyacente a las esferas funcionales, un espacio libre cuya presencia puede ser pública, amplia y omnipresente o limitada, oculta y constreñida (Etzkowitz & Zhou, 2018b).

**Figura 68** *Conceptualización de la Cuádruple Hélice.*



Fuente: Tomado de (Carayannis & Campbell, 2009).

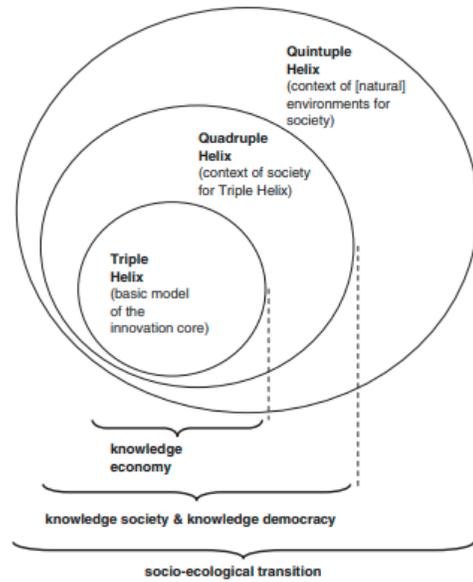
**Tabla 53** *Componentes de la Quíntuple Hélice.*

Hélice	Sistema	Capital	Componentes
1	Educativo	Humano	Integrado por: la academia, las universidades, los sistemas de educación superior; capital humano que está siendo formado en los ámbitos de investigación y difusión del conocimiento: estudiantes, profesores, científicos / investigadores, etc.

2	Económico	Económico	Se refiere a los sectores productivos; al capital económico existente en las industrias, empresas, servicios y bancos. Esta hélice incluye el espíritu empresarial, productos, tecnología, dinero, etc.
3	Entorno Natural	Natural	Se refiere a los recursos, las plantas, la variedad de animales, etc. Permite la supervivencia de las personas y es decisivo para un desarrollo sostenible.
4	Social	Social y de la información	Integra y combina por un lado el "capital social", compuesto por: la tradición, los valores, la cultura etc. y por otro lado, el "capital de la información" o los medios de comunicación: televisión, Internet, periódicos, etc.
5	Político	Político y Legal	Representado por las entidades gubernamentales, aporta ideas, leyes, planes, políticos, etc. así como la "voluntad", de hacia dónde se dirige el (Estado-nación); además de la definición, organización y administración de las condiciones generales del estado (estado-nación).

Fuente: Tomado de (Jácome García et al., 2018)

**Figura 69** Producción de Conocimiento Innovación.



Fuente: Tomado de (Carayannis et al., 2012)

## ANEXO C Población y muestreo entidades del estado, empresas y universidades

### **Población**

#### **Estado**

Para efectos de la investigación se tomó la población completa de las dependencias del estado colombiano relacionadas con el sector Aeroespacial de defensa con el área de gestión tecnológica:

- Ministerio de Defensa Nacional (05) funcionarios
  - Fuerza Aérea Colombiana
    - Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación (10) funcionarios
      - Subdirección de Gestión Tecnológica (5) funcionarios
      - Centros de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales CITAE (02) funcionarios
      - Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa CETAD (03) funcionarios

#### **Empresas**

- Clúster Aeroespacial Colombiano CAESCOL
  - Nediari S.A.S
  - Optimoldes S.A.S
  - Industrias FAACA
  - ORIONTECH S.A.S
  - MAQUINAMOS
  - SETEIN S.A.S
  - SETIMEC S.A.S
  - MPL AVIATION S.A.S
  - DEPROIN CF S.A.S
  - GUEST LAND S.A.S
  - GRUPO PROYME
  - CORONA
  - GAMMA
  - Cardona hermanos
  - PRIMAP

- CASAI
- Industrias CADI
- CETAD
  
- Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales ACOPAER
  - Antares
  - Aeroturbo
  - IES
  - PALCORTECH
  - CIAC
  - ISOTEC
  - C.I.M.A.
  - FLY LOGISTIC
  - AEROCLEAN
  - SOLUCIONES Y GESTION
  - C.GOOD
  - D´MARCO AEREO
  - FERROTERMICOS
  - GULF COAST AVIONICS
  - TRIMCO
  - KPM
  - 3CHEM
  - CALDAS AERONAUTICA
  
- Clúster Aeroespacial del Pacifico
  - Aeroccidente SAS.
  - Aviation Language Class SAS
  - Caldas Aeronáutica
  - DM Company
  - Eco Integra
  - Headhunter
  - Marka Aérea
  - Mesa Desarrolladora de Negocios BDB Pegaso SAS
  - Región Air

- Structural Sinergy SAS
- Urinsa Group (ABH ing. Mancilin Ltda)
- Clúster de la Cámara de Comercio de Dosquebradas
  - Met Group S.A.S
  - Intralum S.A.S
  - NORMARH S.A.S
  - INTEGRANDO
  - METALGAS S.A
  - HERRAGRO S.A.
  - INGENIAR INOX S.A.S
  - SOLOCAUCHOS S.A.S
  - SOLOMOFLEX
  - AB INFLATABLES (AB MARINE GROUP)
  - TECNOLOGIA CYT ASESORES LTDA
- Centro Red Tecnológico Metalmecánico Del Pacífico
  - TECNIKA SARAY
  - TECNOX LTDA
  - COLAMINAS
  - AERODYNOS DE COLOMBIA S.A.
  - IBIS AIRCRAFT S.A.
  - CALDAS AERONAUTICA
  - GRUPO LONI S.A.S
  - MVM LTDA
  - CABLES DE ENERGIA Y DE TELECOMUNICACIONES S A
  - INMAGRAF INGENIERIA
  - CORTEMETAL S.A.S
  - EPI CALI
  - INDUSTRIAS METALICAS CASTILLO S.A.S
- Aeroclúster de Boyacá
- Federación Colombiana de la Industria Aeronáutica

**Figura 70** Muestreo con el nivel de confianza 95% margen de error del 5%.

Tamaño de la población ⓘ	Nivel de confianza (%) ⓘ	Margen de error (%) ⓘ
80	95 ▼	5
Tamaño de la muestra		
<b>67</b>		

## Universidades

- Se tomarán las 10 mejores universidades del país en las áreas afines de áreas STEM
- Las universidades que en la actualidad tienen convenios con la Fuerza Aérea Colombiana para el desarrollo de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fuente Banco de convenios de educación y CTeI de la FAC).
  - Universidad San Buenaventura – sede Bogotá
  - Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá
  - Universidad Los Libertadores - sede Bogotá

## Muestreo Universidades

Se aplico un muestreo por conveniencia a las universidades tomando como base el ranking de Sapiens en el año 2018 que enfatiza en los indicadores de investigación, y es la única reconocida ante IREG Observatory on Academic Ranking and Excellence en el cual se evaluaron 350 universidades de Colombia y se rankieron solo 101.

**Tabla 54** Top 10 Mejores Universidades de Colombia

Ranking	Universidad	Ciudad
1	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
2	Universidad de Antioquia	Medellín
3	Universidad del Valle	Cali
4	Universidad de los Andes	Bogotá
5	Universidad Javeriana	Bogotá

6	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
7	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
8	Universidad del Norte	Barranquilla
9	Universidad Pontificie Bolivariana	Medellín
10	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja	Tunja

Fuente: Elaboración propia

### Mejores universidades en Ingeniería

Este ranking se toma de los resultados de las pruebas saber pro realizadas por el ICFES en el año 2018

**Tabla 55** Top 10 Mejores Universidades en Ingeniería

<b>Ranking</b>	<b>Universidad</b>	<b>Ciudad</b>
1	Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia	Medellín
2	Universidad de los Andes	Bogotá
3	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
4	Universidad del Norte	Barranquilla
5	Universidad ICESI	Cali
6	Universidad Javeriana	Bogotá
6	Universidad Javeriana	Cali

7	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
8	Universidad de la Sabana	Chía
9	Universidad EAFIT	Medellín
10	Universidad del Valle	Cali

Fuente: Elaboración propia

**Mejores universidades en Ciencias Naturales y Exactas (donde se incluyen Física y Matemáticas)**

**Tabla 56 Top 10 Mejores universidades en Ciencias Naturales y Exactas**

<b>Ranking</b>	<b>Universidad</b>	<b>Ciudad</b>
1	Universidad de los Andes	Bogotá
2	Universidad del Norte	Barranquilla
3	Universidad EAFIT	Medellín
4	Universidad Javeriana	Bogotá
5	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Bogotá
6	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
7	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
8	Universidad ICESI	Cali
9	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
9	Universidad Konrad Lorenz	Bogotá
9	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga

10	Universidad del Valle	Cali
----	-----------------------	------

Fuente: Elaboración propia

### Mejores Doctorados en Ciencias Naturales y Exactas

Para esta clasificación se utilizó la de Sapiens en el año 2018 para doctorados y maestrías relacionados con Ciencias Naturales y Exactas que pueden utilizarse para la Industria Aeroespacial (básicamente se excluye las biología, agrarias, animales, biomédicas, económicas, administrativas, sociales y a fines), por tal motivo se tomaron la clasificación de estos que estaban en categoría AAA y AA de los primeros 100 puestos

**Tabla 57** Mejores Doctorados en Ciencias Naturales y Exactas.

Clasi	Universidad	Ciudad	Q	Nombre de las maestrías y Posgrados
AAA	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá	Q1	Doctorado en ciencias-matemáticas Maestría en ciencias - estadística
AAA	Universidad del Valle	Cali	Q1	Doctorado en ciencias físicas Doctorado en ciencias químicas Maestría en ciencias- física Maestría en ciencias- matemáticas Maestría en ciencias- química
AAA	Universidad de los Andes	Bogotá	Q1	Maestría en ciencias- física
AAA	Universidad Antioquia	Medellín	Q1	Maestría en ciencias químicas
AAA	Universidad Nacional de Colombia	Medellín	Q2	Maestría en ciencias - estadística

Clasi	Universidad	Ciudad	Q	Nombre de las maestrías y Posgrados
AA	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá	Q1	Maestría en ciencias - bioestadística Maestría en ciencias - física Maestría en ciencias - matemáticas Maestría en ciencias - química
AA	Universidad de Cartagena	Cartagena	Q2	Doctorado en ciencias Maestría en ciencias físicas
AA	Universidad de los Andes	Bogotá	Q1	Doctorado en ciencias - física Doctorado en ciencias -química- Doctorado en ciencias matemáticas
AA	Universidad Antioquia	Medellín	Q1	Doctorado en ciencias químicas
AA	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga	Q2	Doctorado en ciencias naturales físicas
AA	Universidad del Cauca	Popayán	Q2	Doctorado en ciencias de la electrónica

Fuente: Elaboración propia

### Mejores Doctorados y Maestrías en Ingeniería

Para esta clasificación se utilizó la de Sapiens en el año 2018 para doctorados y maestrías relacionados con ingeniería que pueden utilizarse para la Industria Aeroespacial (básicamente se excluye la ingeniería civil, geotecnia, ambiental, recursos hidráulicos), por tal motivo se tomaron la clasificación de estos que estaban en categoría AAA y AA de los primeros 100 puestos

**Tabla 58** Mejores Doctorados y Maestrías en Ingeniería

<b>Clasi</b>	<b>Universidad</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Cantidad de Maestrías y Posgrados</b>	<b>Q</b>	<b>Nombre de las maestrías y Posgrados</b>
AAA	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá		Q1	Doctorado en ingeniería - ingeniería eléctrica Doctorado en ingeniería - ingeniería química Maestría en ingeniería - estructuras Maestría en ingeniería - ingeniería química
AAA	Universidad del Valle	Cali		Q1	Doctorado en Ingeniería Maestría en ingeniería
AAA	Universidad de los Andes	Bogotá		Q1	Maestría en ingeniería de sistemas y computación Maestría en ingeniería mecánica
AAA	Universidad del Norte	Barranquilla		Q2	Maestría en ingeniería industrial Maestría en Ingeniería Mecánica

AAA	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira		Q2	Maestría en ingeniería eléctrica
AAA	Universidad Nacional de Colombia	Medellín		Q2	Doctorado en ingeniería - sistemas
AAA	Universidad Javeriana	Bogotá		Q2	Maestría en ingeniería electrónica
AAA	Universidad EAFIT	Medellín		Q3	Maestría en ingeniería

<b>Clasi</b>	<b>Universidad</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Cantidad de Maestrías y Posgrados</b>	<b>Q</b>	<b>Nombre de las maestrías y Posgrados</b>
AA	Universidad del Norte	Barranquilla		Q2	Doctorado en ingeniería de sistemas y computación Doctorado en ingeniería industrial Doctorado en ingeniería mecánica Maestría en ingeniería de sistemas y computación

					<p>Maestría en ingeniería eléctrica</p> <p>Maestría en ingeniería electrónica</p>
AA	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira		Q2	<p>Doctorado en Ingeniería</p> <p>Maestría en ingeniería de sistemas y computación</p> <p>Maestría en ingeniería mecánica</p>
AA	Universidad Nacional de Colombia	Medellín		Q2	<p>Maestría en ingeniería - ingeniería eléctrica</p> <p>Maestría en ingeniería - sistemas energéticos</p> <p>Maestría en ingeniería industrial</p>
AA	Universidad Javeriana	Bogotá		Q2	<p>Maestría en ingeniería de sistemas y computación</p> <p>Maestría en ingeniería industrial</p>
AA	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga		Q2	<p>Maestría en ingeniería de materiales</p>

					<p>Maestría en ingeniería de sistemas e informática</p> <p>Maestría en ingeniería de telecomunicaciones</p> <p>Maestría en ingeniería eléctrica</p> <p>Maestría en ingeniería electrónica</p> <p>Maestría en ingeniería estructural</p> <p>Maestría en ingeniería industrial</p> <p>Maestría en ingeniería mecánica</p> <p>Maestría en ingeniería química</p>
AA	Universidad Pontificie Bolivariana	Medellín		Q2	Maestría en ingeniería
AA	Universidad del Cauca	Popayán			<p>Maestría en ingeniería física</p> <p>Maestría en ingeniería telemática</p>

AA	Universidad de Medellín	Medellín		Q3	Doctorado en ingeniería Maestría en ingeniería de software
AA	Universidad de Caldas	Manizales		Q3	Maestría en ingeniería computacional
AA	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá		Q3	Doctorado en ingeniería
AA	Universidad EAFIT	Medellín		Q3	Doctorado en ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Bajo los anteriores criterios las siguientes universidades que cuentan con programas de posgrado y doctorado, de clasificación AAA y AA, que se encuentran ubicadas dentro de las mejores Universidades del país en las áreas de ingeniería, ciencias naturales y exactas, y son fuertes en investigación son:

- Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá
- Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín
- Universidad de Antioquia – sede Medellín
- Universidad del Valle – sede Cali
- Universidad de los Andes – sede Bogotá
- Universidad del Norte – sede Barranquilla

- Universidad Industrial de Santander – sede Bucaramanga
- Universidad Javeriana – sede Bogotá y Cali
- Universidad Tecnológica de Pereira – sede Pereira
- Universidad del Cauca – sede Popayán
- Universidad del Cartagena – sede Cartagena
- Universidad de Caldas – sede Manizales
- Universidad ICESI – sede Cali
- Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín
- Universidad EAFIT – Sede Medellín
- Universidad de Medellín – sede Medellín

Del listado anterior se proyecta trabajar con las 10 primeras universidades que aparezcan dentro de las mejores universidades de acuerdo a lo establecido al ranking **“QS Latin América Ranking 2019”**, el cual mide, la reputación académica, reputación del empleador, Proporción de profesores por alumno, Personal con doctorado, Red internacional de investigación y Citas por publicación, con el fin de garantizar capacidades de infraestructura y recursos que garanticen la generación de conocimiento y la transferencia del mismo en beneficio de los actores de la triada y las universidades que en la actualidad han desarrollado proyectos para el desarrollo de la Industria Aeroespacial.

- 1.* Universidad de los Andes
- 2.* Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá
- 3.* Universidad de Antioquia
- 4.* Universidad Javeriana
- 5.* Universidad del Valle
- 6.* Universidad EAFIT
- 7.* Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín
- 8.* Universidad Industrial de Santander
- 9.* Universidad del Norte
- 10.* Universidad ICESI
- 11.* Universidad San Buenaventura – sede Bogotá

*12. Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá*

*13. Universidad Los Libertadores - sede Bogotá*

## ANEXO D Cuestionario Academia

Esta encuesta como objetivo proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para adelantar Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, por lo que pedimos su colaboración respondiendo las siguientes preguntas. Sus datos serán tratados de manera confidencial con fines académicos en cumplimiento de las disposiciones de la ley 1581 de octubre de 2012 “Por el cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” investigación que vienen adelantando el señor Mayor Guillermo Alfonso Giraldo Martínez

Nombre

Correo electrónico

Dirección

Ciudad

Celular

Tipo de sociedad

<b>Tipo</b>	<b>Descripción Sociedad</b>
1	Personas Naturales
2	Establecimientos de Comercio
3	Soc. Limitada
4	Soc. S. A.
5	Soc. Colectivas
6	Soc. Comandita Simple
7	Soc. Comandita por Acciones
8	Soc. Extranjeras
9	Soc. de Hecho
10	Soc. Civiles
11	Reseña Ppal, Suc, Agencia
12	Sucursal
13	Agencia

14	Emp Asociativas de Trabajo E.A.T
15	Entidades Sin Ánimo de Lucro E.S.A.L.
16	Empresas Unipersonales E.U.
17	Otro ¿Cuál?

Marca con una (X) Tamaño de su organización según el tamaño de personas empleadas

Micro (Menos de 10 empleados)	Pequeña (11 a 50 empleados)	Mediana (51 a 200 empleados)	Grande ( más de 200 empleados)
-------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--------------------------------

#### 2.5 Inversión en I+D+i

	No invierte en I+D	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en su organización.					

#### 2.7 Inversión en Capacitación

	No invierte en capacitación	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para capacitación posgradual y complementaria en su organización					

#### 1.1 Espacios de Interacción

Marque con una (X) la frecuencia con la que su organización participa en los siguientes espacios de interacción con la industria, la academia y entidades del estado, en los últimos tres años:

	Nunca	Casi nunca	Ocasionalmente	Usualmente	Casi siempre
<b>Su organización participa en espacios de generación de conocimiento</b> (espacios enfocados en la colaboración entre diferentes actores para mejorar las condiciones locales para las actividades de I+D+i que generen mayor competitividad en la región).					
<b>Su organización participa en espacios de innovación</b> (espacios donde se trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial)					
<b>Su organización participa en espacios de consenso</b> (espacios para analizar problemas, generar y ganar aceptabilidad y apoyo de nuevas ideas, para promover el desarrollo económico y social)					

1.2 Componentes de las Relaciones,

4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado

2.6 Transferencia de Tecnología

1.4 Universidades Emprendedoras

2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial

Marque con una (X) la frecuencia en los últimos tres años, con la que su organización realiza los tipos de acuerdo y actividades que se presenta a continuación:

	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente No
Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures -Inversiones extranjeras directas					

recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento					
Acuerdo o contratos con actores del sector aeroespacial					
Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)					
Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos e instituciones empresariales.					

1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas

1.4 Universidades Emprendedoras

1.5 Empresas de base de conocimiento

2.6 Transferencia de Tecnología

4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado

Transferencia de Tecnología

2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

	<b>0</b>	<b>1-3</b>	<b>4-6</b>	<b>7-10</b>	<b>Mas de 10</b>
¿Cuántas Spin off, start up tiene conocimiento que se han generado en su universidad por docente o					

estudiante en áreas STEM y/o con la industria aeroespacial y/o de defensa en los últimos 5 años?					
--	--	--	--	--	--

	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente si	Definitivamente No
La institución cuenta con una estrategia eficiente que impulse la interacción con la industria y su fortalecimiento, con proyectos de I+D+i con sus programas en áreas STEM.					
La institución cuenta con laboratorio y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial					
La institución cuenta incubadoras empresariales o hace parte de una, para apoyar el emprendimiento de sus profesores y estudiantes en áreas STEM o relacionados con el sector aeroespacial					
La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).					
La organización tiene o hace parte de un parque científico o tecnológico					

### 1.5 Empresas de base de conocimiento

### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

### 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

<b>Componente</b>	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente si	Definitivamente No
-------------------	--------------------	------------------	----------	------------------	--------------------

Su organización ha recibido capital semilla de entidades públicas.					
Su organización ha utilizado espacios para emprendedores o conoce de la existencia de los mismos para apoyar el crecimiento del sector aeroespacial o en áreas STEM (edificios de emprendimiento, oficinas industriales, parques empresariales o científicos o tecnológicos etc.)					

## 1.6 Capital de Riesgo

La presente escala busca establecer su percepción con respecto a diferentes parámetros del capital de riesgo de acuerdo a las siguientes afirmaciones, por favor evalúe de acuerdo a su apreciación.

<b>Parámetro</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
Los proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales son recíprocos de acuerdo al capital de riesgo solicitado					
La calidad de las relaciones entre los inversionistas de riesgo (Corporaciones, fundaciones, Comunidades y Ángeles Inversionistas) permite el surgimiento de nuevas spin off y start ups sistemáticamente, producto de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
La inversión de riesgo es importante para el desarrollo del sector aeroespacial colombiano o empresas en áreas STEM					

## 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

## 2.9 Redes de Conocimiento

<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
La organización cuenta con un sistema de gestión documental y documentación de procedimiento y manuales.					
La organización cuenta con cuerpos colegiados para la toma de decisiones, consenso colectivo y moderación de conflictos					
Dentro de la organización tienen actividades y mecanismos para fomentar el pensamiento creativo individual y organizacional					
La organización cuenta con mecanismos de aseguramiento de la calidad de sus productos					

## 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
Considera que la Misión, Visión, Grupo de Poder (sindicados, directivos etc.), productos o servicios y políticas de su organización permitirían trabajar con el sector defensa y aeroespacial colombiano en proyectos de I+D+i.					

## 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La organización cuenta con certificaciones nacionales o internacionales que le permitan o aporten al desarrollo de productos en el sector Aeroespacial o de buenas prácticas en Investigación y desarrollo					

## 2.4 Activos de propiedad intelectual

Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si
La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor.					

## 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial

### 2.9 Redes de Conocimiento

### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de contractuales, acuerdos o convenios de cooperación para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI)(de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991

<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf> )?

Entidad	Marque con una (X)	Entidad	Marque con una (X)
Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.		Universidad de los Andes	
Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC		Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá	
FUERZA AEREA COLOMBIANA		Universidad de Antioquia	
MINCIENCIAS		Universidad Javeriana	
Clúster Aeroespacial Colombiano – CAESCOL		Universidad del Valle	
La Asociación Colombiana de Productores		Universidad EAFIT	

Aeroespaciales – ACOPAER			
La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE		Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín	
Clúster Aeroespacial del Pacífico – AEROSPACIFIC		Universidad Industrial de Santander	
Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca – CVA		Universidad del Norte	
Aerocluster de Boyacá		Universidad ICESI	
La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC		Universidad San Buenaventura – sede Bogotá	
Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez” - EMAVI		Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá	
Escuela de Suboficiales “Capitán Andrés M. Díaz”- ESUFA		¿Otras CUALES?	

Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si
<p>Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alianzas estratégicas</b></li> <li>• <b>Comunidades de práctica profesional.</b></li> <li>• <b>Redes de experto.</b></li> <li>• <b>Redes de información:</b> (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son</li> </ul>					

abiertas y ordenada por contenido temático). <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redes de conocimiento formales</b> (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)</li> </ul>					
---	--	--	--	--	--

### 3.1 Características Modelos de gestión tecnológica e innovación de Colombia

#### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

##### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La innovación es su organización es generada por procesos de I+D					
La innovación en su organización es direccionada por necesidades del mercado o internas					
En el desarrollo de productos integra a sus proveedores y clientes finales.					
En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.					
Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyé la toma de decisiones y evalué la competencia.					
La organización cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología eficiente, que permita focalizar el uso de los recursos.					

La organización tiene formalizado (guía, instructivo, procedimiento manual etc.) un proceso de I+D+i, que permita la retroalimentación y la implementación de productos.					
--	--	--	--	--	--

#### 4.1 Cultura de la Innovación

<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
Su organización tiene una cultura tecnocentrista (es decir que busca en el desarrollo de tecnología como la primera opción para solucionar sus problemas y/o necesidades), con una orientación hacia las soluciones prácticas con objetivos alcanzables y funcionales.					

## ANEXO E Cuestionario Estado

Esta encuesta como objetivo proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para adelantar Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, por lo que pedimos su colaboración respondiendo las siguientes preguntas. Sus datos serán tratados de manera confidencial con fines académicos en cumplimiento de las disposiciones de la ley 1581 de octubre de 2012 “Por el cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” investigación que vienen adelantando el señor Mayor Guillermo Alfonso Giraldo Martínez

Nombre

Correo electrónico

Dirección

Ciudad

Celular

Marca con una (X) Tamaño de su organización, según el tamaño de personas empleadas

Micro (Menos de 10 empleados)	Pequeña (11 a 50 empleados)	Mediana (51 a 200 empleados)	Grande (más de 200 empleados)
-------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------

### 2.5 Inversión en I+D+i

	No invierte en I+D	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en su organización.					

### 2.7 Inversión en Capacitación

	No invierte en capacitación	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para					

entidades públicas) que porcentaje asignan para capacitación posgradual y complementaria en su organización					
---	--	--	--	--	--

### 1.1 Espacios de Interacción

Marque con una (X) la frecuencia con la que su organización participa en los siguientes espacios de interacción con la industria, la academia y entidades del estado, en los últimos tres años:

	Nunca	Casi nunca	Ocasionalmente	Usualmente	Casi siempre
<b>Su organización participa en espacios de generación de conocimiento</b> (espacios enfocados en la colaboración entre diferentes actores para mejorar las condiciones locales para las actividades de I+D+i que generen mayor competitividad en la región).					
<b>Su organización participa en espacios de innovación</b> (espacios donde se trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial)					
<b>Su organización participa en espacios de consenso</b> (espacios para analizar problemas, generar y ganar aceptabilidad y apoyo de nuevas ideas, para promover el desarrollo económico y social)					

### 1.2 Componentes de las Relaciones,

#### 2.6 Transferencia de Tecnología

#### 4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado

#### Transferencia de Tecnología

#### 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial

Marque con una (X) la frecuencia en los últimos tres años, con la que su organización realiza los tipos de acuerdo y actividades que se presenta a continuación:

	Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy Frecuentemente
Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como.					

- Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures -Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento					
Acuerdo o contratos con actores del sector aeroespacial					
Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)					
Acuerdos de Cooperación de I+D+i con empresas e instituciones educativas.					

1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas

1.4 Universidades Emprendedoras

1.5 Empresas de base de conocimiento

2.6 Transferencia de Tecnología

4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado

2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

	Totalmente desacuerdo	<b>Desacuerdo</b>	Es Indiferente	Acuerdo	Totalmente de acuerdo
La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el					

desarrollo del sector aeroespacial colombiano					
La institución cuenta con laboratorio y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial					
La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).					
La organización tiene o hace parte de un parque científico o tecnológico					

### 1.6 Capital de Riesgo

La presente escala busca establecer su percepción con respecto a diferentes parámetros del capital de riesgo de acuerdo a las siguientes afirmaciones, por favor evalúe de acuerdo a su apreciación.

Parámetro	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de Acuerdo
Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
Los proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales son recíprocos de acuerdo al capital de riesgo solicitado					
La calidad de las relaciones entre los inversionistas de riesgo (Corporaciones, fundaciones, Comunidades y Ángeles Inversionistas) permite el surgimiento de nuevas spin off y start ups sistemáticamente, producto de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
La inversión de riesgo es importante para el desarrollo del sector aeroespacial colombiano o empresas en áreas STEM					

### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

### 2.9 Redes de Conocimiento

<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
La organización cuenta con un sistema de gestión documental y documentación de procedimiento y manuales.					
La organización cuenta con cuerpos colegiados para la toma de decisiones, consenso colectivo y moderación de conflictos					
Dentro de la organización tienen actividades y mecanismos para fomentar el pensamiento creativo individual y organizacional					
La organización cuenta con mecanismos de aseguramiento de la calidad de sus productos					

## 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
Considera que la Misión, Visión, Grupo de Poder (sindicados, directivos etc.), productos o servicios y políticas de su organización permitirían trabajar con el sector defensa y aeroespacial colombiano en proyectos de I+D+i.					

## 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La organización cuenta con certificaciones nacionales o internacionales que le permitan o aporten al desarrollo de productos en el sector Aeroespacial o de buenas prácticas en Investigación y desarrollo					

## 2.4 Activos de propiedad intelectual

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor.					

## 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial

### 2.9 Redes de Conocimiento

## 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de contractuales, acuerdos o convenios de cooperación para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI)(de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991

<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf> )?

<b>Entidad</b>	<b>Marque con una (X)</b>	<b>Entidad</b>	<b>Marque con una (X)</b>
Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.		Universidad de los Andes	
Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC		Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá	
FUERZA AEREA COLOMBIANA		Universidad de Antioquia	
MINCIENCIAS		Universidad Javeriana	
Clúster Aeroespacial Colombiano – CAESCOL		Universidad del Valle	
La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales – ACOPAER		Universidad EAFIT	

La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE		Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín	
Clúster Aeroespacial del Pacífico – AEROSPACIFIC		Universidad Industrial de Santander	
Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca – CVA		Universidad del Norte	
Aerocluster de Boyacá		Universidad ICESI	
La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC		Universidad San Buenaventura – sede Bogotá	
Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez” - EMAVI		Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá	
Escuela de Suboficiales “Capitán Andrés M. Diaz”- ESUFA		¿Otras CUALES?	

Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si
<p>Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alianzas estratégicas</b></li> <li>• <b>Comunidades de práctica profesional.</b></li> <li>• <b>Redes de experto.</b></li> <li>• <b>Redes de información:</b> (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son abiertas y ordenada por contenido temático).</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redes de conocimiento formales</b> (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)</li> </ul>					
---	--	--	--	--	--

### 3.1 Características Modelos de gestión tecnológica e innovación de Colombia

#### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

##### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La innovación es su organización es generada por procesos de I+D					
La innovación en su organización es direccionada por necesidades del mercado o internas					
En el desarrollo de productos integra a sus proveedores y clientes finales.					
En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.					
Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyé la toma de decisiones y evalué la competencia.					
La organización cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología eficiente, que permita focalizar el uso de los recursos.					
La organización tiene formalizado (guía,					

instructivo, procedimiento manual etc.) un proceso de I+D+i, que permita la retroalimentación y la implementación de productos.					
---	--	--	--	--	--

#### 4.1 Cultura de la Innovación

<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
Su organización tiene una cultura tecnocentrista (es decir que busca en el desarrollo de tecnología como la primera opción para solucionar sus problemas y/o necesidades), con una orientación hacia las soluciones prácticas con objetivos alcanzables y funcionales.					

## ANEXO F Cuestionario Industria

Esta encuesta como objetivo proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para adelantar Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, por lo que pedimos su colaboración respondiendo las siguientes preguntas. Sus datos serán tratados de manera confidencial con fines académicos en cumplimiento de las disposiciones de la ley 1581 de octubre de 2012 “Por el cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” investigación que vienen adelantando el señor Mayor Guillermo Alfonso Giraldo Martínez

Nombre

Correo electrónico

Dirección

Ciudad

Celular

Tipo de sociedad

<b>Tipo</b>	<b>Descripción Sociedad</b>
1	Personas Naturales
2	Establecimientos de Comercio
3	Soc. Limitada
4	Soc. S. A.
5	Soc. Colectivas
6	Soc. Comandita Simple
7	Soc. Comandita por Acciones
8	Soc. Extranjeras
9	Soc. de Hecho
10	Soc. Civiles
11	Reseña Ppal, Suc, Agencia
12	Sucursal
13	Agencia

14	Emp Asociativas de Trabajo E.A.T
15	Entidades Sin Ánimo de Lucro E.S.A.L.
16	Empresas Unipersonales E.U.
17	Otro ¿Cuál?

¿Actividades que desempeña de acuerdo a la clasificación CIIU?

<https://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/>

Marca con una (X) Tamaño de su organización según el tamaño de personas empleadas

Micro (Menos de 10 empleados)	Pequeña (11 a 50 empleados)	Mediana (51 a 200 empleados)	Grande ( más de 200 empleados)
-------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--------------------------------

#### 2.5 Inversión en I+D+i

	No invierte en I+D	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en su organización.					

#### 2.7 Inversión en Capacitación

	No invierte en capacitación	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para capacitación posgradual y complementaria en su organización					

### 1.1 Espacios de Interacción

1. Marque con una (X) la frecuencia con la que su organización participa en los siguientes espacios de interacción con la industria, la academia y entidades del estado, en los últimos tres años:

	Nunca	Casi nunca	Ocasionalmente	Usualmente	Casi siempre
<b>Su organización participa en espacios de generación de conocimiento</b> (espacios enfocados en la colaboración entre diferentes actores para mejorar las condiciones locales para las actividades de I+D+i que generen mayor competitividad en la región).					
<b>Su organización participa en espacios de innovación</b> (espacios donde se trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial)					
<b>Su organización participa en espacios de consenso</b> (espacios para analizar problemas, generar y ganar aceptabilidad y apoyo de nuevas ideas, para promover el desarrollo económico y social)					

### 1.2 Componentes de las Relaciones,

#### 2.6 Transferencia de Tecnología

#### 4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado

#### 1.4 Universidades Emprendedoras

#### 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial

Marque con una (X) la frecuencia en los últimos tres años, con la que su organización realiza los tipos de acuerdo y actividades que se presenta a continuación:

	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente si	Definitivamente No
Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como. - Licencias de propiedad intelectual - Joint Ventures					

-Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización - Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento					
Acuerdo o contratos con otros actores del sector aeroespacial					
Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)					
Acuerdos de Cooperación de I+D+i con gobiernos e instituciones educativas.					

1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas

1.4 Universidades Emprendedoras

1.5 Empresas de base de conocimiento

2.6 Transferencia de Tecnología

1.2 Componentes de las Relaciones,

4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado

2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente si	Definitivamente No
La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el					

desarrollo del sector aeroespacial colombiano					
La institución cuenta con laboratorio y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial					
La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).					

### 1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas

### 1.5 Empresas de base de conocimiento

### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

### 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

<b>Componente</b>	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente si	Definitivamente No
Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para labores de investigación y desarrollo de productos					
Su organización tiene Grupos de I+D+ o Departamentos de I+D					
Su organización fue conformada por docentes o investigadores que vengan de Universidades.					
Su organización recibió capital semilla de entidades públicas					
Su organización ha utilizado espacios para emprendedores o conoce					

de la existencia de los mismos para apoyar el crecimiento del sector aeroespacial o en áreas STEM (edificios de emprendimiento, oficinas industriales, parques empresariales o científicos o tecnológicos etc.)					
Su Organización ha sido parte de Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro					

### 1.6 Capital de Riesgo

La presente escala busca establecer su percepción con respecto a diferentes parámetros del capital de riesgo de acuerdo a las siguientes afirmaciones, por favor evalúe de acuerdo a su apreciación.

<b>Parámetro</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
Los proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales son recíprocos de acuerdo al capital de riesgo solicitado					
La calidad de las relaciones entre los inversionistas de riesgo (Corporaciones, fundaciones, Comunidades y Ángeles Inversionistas) permite el surgimiento de nuevas spin off y start ups sistemáticamente, producto de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
La inversión de riesgo es importante para el desarrollo del sector aeroespacial colombiano o empresas en áreas STEM					
Existe una tradición emprendedora en el sector aeroespacial colombiano					

### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

## 2.9 Redes de Conocimiento

<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
La organización cuenta con un sistema de gestión documental y documentación de procedimiento y manuales.					
La organización cuenta con cuerpos colegiados para la toma de decisiones, consenso colectivo y moderación de conflictos					
Dentro de la organización tienen actividades y mecanismos para fomentar el pensamiento creativo individual y organizacional					
La organización cuenta con mecanismos de aseguramiento de la calidad de sus productos					

## 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
Considera que la Misión, Visión, Grupo de Poder (sindicados, directivos etc.), productos o servicios y políticas de su organización permitirían trabajar con el sector defensa y aeroespacial colombiano en proyectos de I+D+i.					

## 2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La organización cuenta con certificaciones nacionales o internacionales que le permitan o aporten al desarrollo de productos en el sector Aeroespacial o de buenas prácticas en Investigación y desarrollo					

## 2.4 Activos de propiedad intelectual

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor.					

## 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial

### 2.9 Redes de Conocimiento

### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de contractuales, acuerdos o convenios de cooperación para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI)(de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991

<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf> )?

<b>Entidad</b>	<b>Marque con una (X)</b>	<b>Entidad</b>	<b>Marque con una (X)</b>
Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.		Universidad de los Andes	
Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC		Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá	
FUERZA AEREA COLOMBIANA		Universidad de Antioquia	
MINCIENCIAS		Universidad Javeriana	
Clúster Aeroespacial Colombiano – CAESCOL		Universidad del Valle	
La Asociación Colombiana de Productores		Universidad EAFIT	

Aeroespaciales – ACOPAER			
La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE		Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín	
Clúster Aeroespacial del Pacífico – AEROSPACIFIC		Universidad Industrial de Santander	
Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca – CVA		Universidad del Norte	
Aerocluster de Boyacá		Universidad ICESI	
La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC		Universidad San Buenaventura – sede Bogotá	
Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez” - EMAVI		Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá	
Escuela de Suboficiales “Capitán Andrés M. Díaz”- ESUFA		¿Otras CUALES?	

Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si
<p>Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alianzas estratégicas</b></li> <li>• <b>Comunidades de práctica profesional.</b></li> <li>• <b>Redes de experto.</b></li> <li>• <b>Redes de información:</b> (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son</li> </ul>					

abiertas y ordenada por contenido temático). <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redes de conocimiento formales</b> (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)</li> </ul>					
---	--	--	--	--	--

### 3.1 Características Modelos de gestión tecnológica e innovación de Colombia

#### 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)

##### 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa

<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
La innovación es su organización es generada por procesos de I+D					
La innovación en su organización es direccionada por necesidades del mercado o internas					
En el desarrollo de productos integra a sus proveedores y clientes finales.					
En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.					
Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyé la toma de decisiones y evalué la competencia.					
La organización cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología eficiente, que permita focalizar el uso de los recursos.					

La organización tiene formalizado (guía, instructivo, procedimiento manual etc.) un proceso de I+D+i, que permita la retroalimentación y la implementación de productos.					
--	--	--	--	--	--

#### 4.1 Cultura de la Innovación

<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
Su organización tiene una cultura tecnocentrista (es decir que busca en el desarrollo de tecnología como la primera opción para solucionar sus problemas y/o necesidades), con una orientación hacia las soluciones prácticas con objetivos alcanzables y funcionales.					

## ANEXO G Cuadro Metodológico

**Tema de Tesis:**

**Integración de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa**

**Línea de Investigación:**

- Gestión Tecnológica e Innovación
- Decisiones Estratégicas en Tecnología

**Desglose de conceptos:**

### 1. Triple Hélice

El Modelo de la Triple Hélice fue inicialmente en el año 1993 y busca explicar el conjunto de interacciones que deben existir entre el gobierno, las Empresas y la Universidad para fomentar el desarrollo económico y social de las regiones, bajo un enfoque que busca de innovación, para favorecer la capacidad competitiva de cada agente que lo compone, buscando la creación de economías y sociedades basadas en el conocimiento.

Etzkowitz 2002, Chang 2010, Rivera, Ocampo y Arredondo 2015 (citado Por Herrera, Salas, Domínguez, Torres, 2010) proponen que la Triple Hélice es un modelo de innovación en espiral que capta las múltiples y recíprocas interacciones entre la universidad como primera hélice, las empresas e industrias como segunda hélice y las administraciones o gobierno como tercera hélice; en diferentes puntos del proceso de capitalización del conocimiento. (Herrera, 2015, pág. 120)

### 2. Modelo de Gestión

Un modelo de gestión es un esquema o marco de referencia para la administración de una entidad. Los modelos de gestión pueden ser aplicados tanto en las empresas y negocios privados como en la administración pública.

El modelo de gestión que utilizan las organizaciones públicas es diferente al modelo de gestión del ámbito privado. Mientras el segundo se basa en la obtención de ganancias económicas, el primero pone en juego otras cuestiones, como el bienestar social de la población.

### 3. Proyecto

Es el plan que se establece para transformar una realidad, consumiendo un conjunto de recursos ya existentes, con el fin de crear una fuente de la que se deriva una corriente de bienes y/o servicios. (Francisco Javier Morales Martín, Universidad Politécnica de Madrid).

La idea del proyecto surge ante la dificultad de satisfacer unas determinadas necesidades sentidas por un grupo de personas en un momento dado y en un lugar físicamente definido; por lo que cabe calificar a dicha realidad existente como problemática dada su incapacidad para producir los bienes y/o servicios que se precisan, debiendo ser superada por medio del proyecto. (Francisco Javier Morales Martín, Universidad Politécnica de Madrid).

#### 4. I+D+i

Investigación y Desarrollo (I+D) son dos actividades científicas y tecnológicas de gran valor porque implican la creación de nuevo conocimiento, elemento clave para el progreso general de la sociedad. Si a ellas se le añade la aplicación práctica de los progresos, a través de la Innovación (i) tendremos el ciclo completo de un sistema de investigación (Universidad Autónoma de Barcelona).

En la Sociedad del Conocimiento el ciclo de I+D+I ocupa una posición estratégica, ya que potencia el crecimiento económico y la competitividad empresarial en un entorno internacional marcadamente dinámico. Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de medir, analizar y evaluar un sistema de I+D+I con la finalidad de determinar su posición relativa en un panorama muy competitivo, y así potenciar el funcionamiento eficaz, detectar los puntos fuertes y débiles, tomar decisiones y cambios de orientación en la política científica, etc. (Universidad Autónoma de Barcelona).

#### 5. Investigación

Una investigación es un proceso sistemático, organizado y objetivo, cuyo propósito es responder a una pregunta o hipótesis y así aumentar el conocimiento y la información sobre algo desconocido. La investigación se puede definir también como la acción y el efecto de realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia y teniendo como fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica. (Dra. Sindy Cheesman de Rueda).

#### 6. Desarrollo

Uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos (CONACYT)

#### 7. Innovación

Introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. (Manual De Oslo)

## 8. Sociedades del Conocimiento

Es la sociedad que considera el conocimiento como activo fundamental para el progreso y que centra sus esfuerzos en facilitar que todas las personas puedan potenciarlo, difundirlo e intercambiarlo.

Otra definición sería como aquella en que los ciudadanos disponen de un acceso prácticamente ilimitado e inmediato a la información, y en la que ésta, su procesamiento y transmisión actúan como factores decisivos en toda la actividad de los individuos, desde sus relaciones económicas hasta el ocio y la vida pública.

De acuerdo con Kruger,2006; Tunnermann y de Souza.2003 (citado por Bailey, Rodriguez, Flores y Gonzalez , 2016) Una de las características de las SC es el papel rector que tiene el conocimiento en los procesos productivos, esto se refiere a un modelo económico de producción en el cual lo más importante es el uso del conocimiento y la información y no la disponibilidad de capital, mano de obra, materias prima o energía. (Bailey, 2016, pág. 32)

## 9. Economías del Conocimiento

Según Dahlman y Anderson (2000) una economía basada en el conocimiento es una donde el conocimiento (codificado y tácito), es creado, adquirido, transmitido y utilizado más efectivamente por empresas, organizaciones, individuos y comunidades para un mayor desarrollo económico y social.

Heng la define como el estudio de los procesos de creación, apropiación, transformación y difusión de habilidades y destrezas que permitan la solución de problemas económicos. Una economía basada en el conocimiento es una economía e la cual la creación, distribución y uso del conocimiento es el mayor propulsor de crecimiento, riqueza y empleo.

## 10. Aeroespacial

Es el esfuerzo humano en ciencia, ingeniería y empresarial de volar en la atmósfera de la Tierra (aeronautics) y espacio circundante (astronautics).

## 11. Gestión de la Innovación

Aborda el proceso de organizar y dirigir los **recursos** de la organización (humanos, materiales, económicos) con la finalidad de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar **ideas** que permitan desarrollar **nuevos productos, procesos y servicios** o mejorar los ya existentes, y transferir ese conocimiento a todas las áreas de actividad de la organización.

## 12. Gestión Tecnológica

De acuerdo con MacKenzie (1885) gestionar la tecnología es llevar a cabo la integración del objeto físico desde su producción, replicación, funcionamiento, desarrollo del conocimiento hasta el significado asociado al objeto físico

### 13. Apropiación Tecnológica

Para Thompson (1998) la apropiación de la tecnología es el proceso en el cual se busca hacer propiedad de uno algo que es novedoso mediante una reconstrucción cognitiva y una estructuración discursiva puesta en común con otros sujetos.

### 14. Brecha Tecnológica

La brecha tecnológica es un término que hace referencia a la diferencia socioeconómica que existe entre aquellas comunidades que tienen Internet y aquellas que no, se refiere también a las desigualdades que se reflejan en todas las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tales como el computador personal, la tecnología móvil, la banda ancha y otros dispositivos. Entre estas diferencias también encontramos la existente entre grupos según su capacidad para utilizar las TIC de manera eficaz, debido a los distintos niveles de alfabetización y capacidad tecnológica, también se utiliza para indicar las diferencias entre aquellos grupos que tienen acceso a contenidos digitales de calidad y aquellos que no. Las brechas tecnológicas son divididas en procesos, tecnológicas y, de gestión de la información. En estas se analiza el diseño, producción, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización, la cual revisa aspectos tales como redes externas, grupo gestor, logística, normatividad, equipos de cargue, equipos, estandarización, etc. (ICESI, 2008).

### 15. Integración

La integración es un proceso más abarcador que la asociación y la cooperación, al igual que en las anteriores tienen participación actores estatales y no estatales que persiguen objetivos comunes ya sean políticos, sociales o económicos con el fin de buscar mayor competitividad, mercados comunes donde operar y mejorar la calidad de vida de las poblaciones (Franco y Robles, 1995).

Justificación: (Porqué es importante el tema)

La desarticulación de la Triple Hélice para el desarrollo de productos de I+D+i para la industria aeroespacial colombiana no permite el crecimiento hacia mercados internacionales, por la falta de capacidades y ventajas competitivas. De igual forma, dentro de la doctrina básica del poder aéreo la tecnología es transversal a todos sus componentes (moral, físico y conceptual), la falta de capacidades tecnológicas que permitan una independencia tecnológica, tampoco le permite al país generar una ventaja militar con capacidades disuasivas reales, permanentes y sostenibles, que garanticen el cumplimiento de los fines del estado y la protección de la soberanía y los intereses nacionales. Por lo que generar un modelo de gestión tecnológica e innovación integrador de los actores de la TH puede direccionar la toma de decisiones para potencializar un cambio positivo para el sector aeroespacial colombiano que lo convierta en un referente regional, impulsado con proyectos de alto impacto para

la seguridad y defensa nacional, estimulen el desarrollo económico y social del país con productos y servicios de alto valor agregado.

El proyecto de investigación es factible de ejecutarse, porque está alineado con las políticas estratégicas de la Presidencia de la República de Colombia. El Ministerio de Defensa Nacional y la Fuerza Aérea Colombiana, las políticas de transformación productiva del país liderado por el Ministerio de Industria y Comercio, las diferentes agremiaciones empresariales ligadas al sector aeroespacial colombiana, en el cual se busca estimular el crecimiento de una economía basada en el conocimiento. Por lo tanto, esta iniciativa puede convertirse en un motor de cambio y desarrollo social y económico para varias regiones del país apoyando la industria nacional, mejorando y enfocando los procesos de toma de decisiones de los actores y optimizando el direccionamiento desde el punto de vista científico y tecnológico del sector.

Por lo tanto, la investigación tendrá una función a futuro en el mejoramiento de las capacidades militares de defensa de Colombia, y paralelamente se verá beneficiada la industria y las universidades al concientizarse sobre el trabajo en redes que permitan llevar a cabo el crecimiento de los tres actores conjuntamente con generación de proyectos y capacidades nacionales innovadores de defensa con aplicación dual.

Objetivo General: (Qué, Cómo y el Paraqué)

Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para adelantar Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.

Objetivos Específicos:

1	2	3	4	5	6
Diagnosticar la estructura actual que componen los actores que adelantan proyectos aeroespaciales de I+D+i en Colombia	Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.	Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.			

Método:

Cuantitativo	Cualitativo	Mixto	
		X	
Hipótesis*:			
Hi:		Ho:	
Se puede proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano, que integre los constructos teóricos del modelo de la triple hélice, ecosistemas de innovación y las practicas comunes en proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa de países referentes		No se puede proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano, que integre los constructos teóricos del modelo de la triple hélice, ecosistemas de innovación y las practicas comunes en proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa de países referentes.	
Ha			
<p>Ha1: Los conceptos teóricos del Modelo de la Triple Hélice tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p> <p>Ha2: La inteligencia colaborativa de los ecosistemas de innovación tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p> <p>Ha3: la inteligencia colectiva de los ecosistemas de innovación tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p> <p>Ha4: la competitividad de los ecosistemas de innovación tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p> <p>Ha5: los procesos de Cooperación con otras organizaciones de los ecosistemas de innovación tienen efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p> <p>Ha6: los procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad de los ecosistemas de innovación tienen efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p> <p>Ha7: las prácticas y mecanismos para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales tiene efecto en la construcción de un Modelo de gestión tecnológica e innovación para el sector aeroespacial de defensa colombiano.</p>			
Preguntas de investigación*:			
OG ¿Qué modelo de gestión Tecnológica e innovación se debe proponer para integrar a los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de	O1 ¿Cómo está compuesta la estructura actual de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales?	O2 ¿Cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para integrar a los actores de la triple hélice en un ecosistema de innovación y sistematizar la producción de generación de proyectos de I+D+i	O3 ¿Qué modelo de gestión tecnológica e innovación, se debe proponer que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para adelantar Proyectos de I+D+i

innovación para la generación de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia?		aeroespaciales de defensa para Colombia?	aeroespaciales de defensa para Colombia?
<b>Dimensiones</b>			
Ecosistemas de innovación.	Triple hélice.	Modelos de gestión Tecnológica y de innovación.	Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa
Variable Dependientes: ( $X = ay + b$ )			
<b>Modelo de gestión tecnológica e innovación para integrar los actores de la Triple Hélice</b>			
Variables Independientes: ( $X = ay + b$ )			
<b>Eje Triple Hélice</b>	<b>Eje Ecosistema de Innovación</b>	<b>Eje Modelos de Gestión</b>	<b>Eje proyectos de I+D+i aeroespaciales de Defensa</b>
X1. Integración Triple Hélice	X2: Inteligencia colaborativa (Cocreación)	X7. Características del Modelo	X8. Prácticas y Mecanismos para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales
	X3: Inteligencia Colectiva (Coevolución)		
	X4. Competitividad		
	X5. Procesos de Cooperación con		

	otras organizaciones			
	X6. Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad			
<b>Indicadores:</b>				
<b>Eje Triple Hélice</b>	<b>Eje Ecosistemas De Innovación</b>	<b>Eje Temático Modelos De Gestión Tecnológica e Innovación</b>	<b>Eje Temático Proyectos de I+D+I Aeroespaciales de Defensa</b>	
6.4 Espacios de interacción	2.1 Factores críticos			
6.5 Componentes de las Relaciones	coeficiente de inteligencia colaborativa	3.1 Modelos de gestión tecnológica e innovación	4.1 Cultura de la Innovación	
6.6 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas	2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)		4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria desde la Academia y el estado	
6.7 Universidades Emprendedoras			4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria.	
6.8 Empresas de base de conocimiento			4.4 Créditos Offset	
1.6 Capital de riesgo	2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales		4.5 Programas de apoyo áreas STEM	
	2.4 Activos de propiedad intelectual			
	2.5 Inversión en I+D+i			

	2.6 Transferencia de Tecnología (1.2 y 4.2)			
	2.7 Inversión en Capacitación			
	2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial			
	2.9 Redes de Conocimiento			

ANEXO H Operacionalización de Variables

Objetivo General: Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para adelantar Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia				
DIMENSIONES	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	ITEM
Variable Dependiente	Integración de actores de la Triple Hélice en un Ecosistema de Innovación (X)	Esta variable plantea el objeto principal de la investigación de integrar todos los actores de la Triple Hélice para generar proyectos aeroespaciales de alto valor agregado que contribuyan al desarrollo de una economía basada en el conocimiento en Colombia.	$X = a (X1 * X2 * X3 * X4 * X5) + b(X6) + c(X7 * X8) + d(X9)$	X1: Inteligencia colaborativa X2: Inteligencia Colectiva X3. Competitividad X4. Procesos de Cooperación con otras organizaciones X5. Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad X6. Integración Triple Hélice X7. Capacidades y Competencias en I+D+i de los actores de la TH X8. Características del Modelo X9. Prácticas y Mecanismos para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales
Variables Independientes				
Triple Hélice	Proceso de Integración Triple Hélice	Identificación de espacios y componentes con los que pueden integrarse	Espacios de interacción	Conocimiento Innovación Consenso

	(X1)	de diferentes actores de la que plantea el concepto de la triple hélice y medir si existe algún tipo de sinergia significativo	<p>1.2 Relaciones entre los componentes.</p> <p>1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas.</p>	<p>(Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a; Ranga &amp; Etzkowitz, 2013; Etzkowitz, 2003; Etzkowitz, 1993).</p> <p>Transferencia de Tecnología</p> <p>Colaboración y Moderación de Conflictos</p> <p>Liderazgo Colaborativo</p> <p>Networking</p> <p>(Etzkowitz &amp; Leydesdorff, 1995; Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a; Rodrigues &amp; Melo, 2012, Obra et al., 2017).</p> <p><b>Infraestructura para la interacción</b></p> <p>Centros de I+D+i</p> <p>Parques Científicos</p> <p>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</p> <p>Incubadoras</p> <p>Capital de Riesgo</p> <p>Universidades emprendedoras</p> <p><b>Entidades Híbridas</b></p> <p><b>Incubadoras</b></p> <p><b>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</b></p> <p>Start-ups, Spin Off y Spin Out</p> <p>(Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a; Pinto, 2017) .  (Vázquez González, 2017) (Salazar &amp; Valderrama, 2013). (Obra et al., 2017).  (Minciencias, 2021b) pruebas (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a). (Silva et al., 2019). (Minciencias, 2021a) (Gobierno de Colombia, 2019a; J. A. R.</p>
--	------	--	---	--

			<p>1.4 Universidades Emprendedoras.</p> <p>1.5 Empresas de base de conocimiento.</p>	<p>López &amp; Torres, 2020) (Bottazzi et al., 2016). (Bellavitis et al., 2017).</p> <p>Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico</p> <p>Incubadoras</p> <p>Spin off creadas</p> <p>Acuerdos con la industria de I+D+i</p> <p>(Schot &amp; Steinmueller, 2018), (Ribeiro et al., 2018), (Salazar &amp; Valderrama, 2013), (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a). (Wonglimpiyarat &amp; Khaemasunun, 2015), (Dezhina &amp; Etzkowitz, 2016), (Etzkowitz &amp; Leydesdorff, 1995), (Etzkowitz, 2004, 2017)</p> <p>Factores Humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Científicos e ingenieros trabajando para las empresas (STEM)</li> <li>•Grupos de I+D+ o Departamentos de I+D.</li> <li>•Docentes o investigadores que vengan de las Universidades y hayan montado una empresa en el sector. (1.3)</li> </ul> <p>Factores Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Capital semilla para el sector</li> <li>•Espacios para emprendedores (edificios emprendimiento oficinas industriales parques empresariales o científicos etc.)</li> </ul> <p>Factores Organizacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro (1.3)</li> </ul>
--	--	--	---	--

			1.6 Capital de riesgo	<p>•Dentro de programas universitarios de formación empresariales para STEM se impulsa la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad (1.3)</p> <p>(Pianta, 1992), (Kaku, 2011), (Dávila, 2008). (Chinta &amp; Sussan, 2018), (Schot &amp; Steinmueller, 2018), (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018b), (Chesbrough, 2003), (Ribeiro et al., 2018), (Salazar &amp; Valderrama, 2013), (Wonglimpiyarat &amp; Khaemasunun, 2015), (Dezhina &amp; Etzkowitz, 2016)</p> <p>Capital Social Capital Económico Capital Cultural</p> <p>(Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a), (Bottazzi et al., 2016), (Bellavitis et al., 2017).</p>
Ecosistemas de Innovación	Inteligencia colaborativa (X2) (cocreación)	Identificación si se puede presentar procesos de vínculo social, es el proceso de crear comunidades inteligentes y realizar al máximo la diversidad de habilidades humanas inteligencia colectiva y colaborativa	2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa	<p>Formación de una suficiente memoria documentada de grupo o base de conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de Gestión documental,</li> <li>• Procedimientos</li> <li>• Manuales</li> </ul> <p>Fuerte consenso de grupo, interacciones y comentarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpos colegiados para toma de decisiones y conceso colectivo</li> <li>• Identificar Forma de tomar decisiones. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Relevantes</li> <li>○ Importantes</li> <li>○ urgentes</li> </ul> </li> </ul> <p>Promoción de pensamiento creativo e ilimitado</p>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• existen actividades dentro de la empresa que fomenten el pensamiento creativo cuáles?</li> </ul> <p>Establecimiento de un mecanismo grupales de moderación facilitación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• esquema de solución de conflictos o problemas organizacionales</li> </ul> <p>Promoción de mecanismos de aseguramiento de la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificar sistema de aseguramiento de la calidad</li> </ul> <p>Uso tecnologías digitales para la innovación (3.1).</p> <p>Redes de cooperación (2.9)</p> <p>(Y. H. Lee &amp; Kim, 2016) (M. R. Lee &amp; Lan, 2007)(Núñez, 2015), (Levy, 2004).</p>
Ecosistemas de Innovación	Inteligencia Colectiva (X3) (Coevolución)	<p>Identificación de elementos que permitan el desarrollo de un vínculo social entre organizaciones para coevolucionar.</p> <p>(Valoración económica y tecnológica, y conexión con el ciberespacio)</p> <p>Alineación de los atractores organizacionales bajo</p>	2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (autoorganización)	<p>Misión, Visión, Grupo de Poder Producto o Servicio Colectiva (alineación atractores y Visión Colectiva).</p> <p>Políticas para integrarse con otras Organizaciones (alineación atractores)</p> <p>Organización (compartir funciones con otras organizaciones para el desarrollo de una actividad) (1.2) (valoración económica).</p> <p>Contratos de Joint Venture y uniones temporales (1.2) (valoración económica)</p>

		el concepto de Complejidad		<p>Infraestructura tecnológica y competencias (1.3 y 1.5) (valoración tecnológica).</p> <p>Uso de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para el desarrollo de comunidades (3.1 y 2.9)</p> <p>(Alfonso Cornejo Alvarez Complejidad y Caos) (Norton y Kaplan – Mapas Estratégicos) (Gareth Morgan -Imágenes De La Organización) (Levy, 2004).</p>
Ecosistemas de Innovación	Competitividad (X4)	Factores de competitividad relacionados con la calidad y la productividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencias</li> </ul> <p>2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales: ((iii) las adecuaciones convenientes en la estructura organizacional; (iv) la gestión eficiente de los flujos de producción;(vii) el diseño, ingeniería y fabricación industrial; (ix) la vital capacidad de generar procesos de Investigación, Desarrollo e innovación)</p> <p>2.4 Activos de propiedad intelectual ((i) la calidad de los productos)</p> <p>2.5 Inversión en I+D+i ((ii) la incorporación de mejoras tecnológicas en los procesos)</p> <p>2.6 Transferencia de Tecnología ((v) la capacidad para desarrollar y mantener relaciones con otras organizaciones; (vi) las buenas relaciones con el sector público y las</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencias</li> </ul> <p>2.3 Identificar competencias en I+D+i</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de I+D+i realizados (1.2,1.3)</li> <li>• Personal idóneo para investigar (1.5).</li> <li>• Grupos de I+D+i (1.5).</li> <li>• Certificaciones</li> <li>• Infraestructura tecnológica (1.3 y 1.5)</li> </ul> <p>2.4 Registros de Propiedad Industrial (marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos etc.) (PI). y Productos de derechos de autor (libros publicados, manuales, publicaciones técnicas, publicaciones científicas) (DA).</p> <p>2.5 Inversión en I+D+i de cada actor.</p>

			<p>universidades y los centros de investigación)</p> <p>2.7. Inversión en Capacitación (viii) la optimización de la capacidad de los trabajadores a través de la capacitación)</p>	<p>2.6, 1.2, 1.3 Mecanismos de transferencia de tecnología utilizados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperación gobiernos e instituciones</li> <li>• Compra-Venta de maquinarias y equipos.</li> <li>• Acuerdos de licencias</li> <li>• Entrenamientos y servicios de formación y capacitación</li> <li>• Joint Ventures</li> <li>• Asistencia técnica</li> <li>• Inversiones extranjeras directas</li> </ul> <p>2.7 Inversión en Capacitación complementaria y de actualización. (ICC) e inversión en Capacitación Posgradual (ICP)</p> <p>(Morante, 2015), (Hitt et al., 2015), (Urquiola, A 2006)</p>
Ecosistemas de Innovación	Procesos de Cooperación con otras organizaciones (X5)	Identificar y analizar los mecanismos de cooperación para actores de la Triple Hélice de acuerdo al contexto de supercooperadores de (Nowak & Highfield, 2012).	2.8 Reciprocidad Directa Reciprocidad y en Red o Espacial	<p>Reciprocidad Directa (1.2)</p> <p>Reciprocidad en Red (2.9)</p> <p>(Nowak &amp; Highfield, 2012), (J. L. B. López, 2016)</p>

Ecosistemas de innovación	Procesos de generación de redes bajo el concepto de Complejidad (X6)	Identificación, de conexiones desarrolladas entre organizaciones que tengan relación con la industria aeroespacial o muestren interés en la misma.	2.9 Redes de Conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes de gestión de conocimiento interno</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Comunidades de práctica profesional</li> <li>• Redes de expertos</li> <li>• Redes de información</li> <li>• Redes de conocimiento formales</li> </ul> <p>(Toca Torres, 2014), (Albornoz &amp; Alfaraz, 2006; Enríquez, 2019; Y. P. Rodríguez &amp; Pérez, 2009), (Castañeda Pérez &amp; Pérez Rodríguez, 2005) (Prada Madrid, 2005), (la internacionalización, 2021).</p>
Modelos de Gestión Tecnológica e Innovación	Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación (X7)	Revisar que características se presentan en los actores para determinar qué factores se pueden utilizar para la construcción del modelo	3.1 Modelos de gestión tecnológica e innovación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos de innovación de primera y quinta generación</li> <li>• Modelo de gestión tecnológica de Temaguide e Hidalgo</li> <li>• Modelo de investigación para el desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa en Colombia.</li> </ul> <p>(Universidad Panamericana et al., 2019), (Gallego, 2005), (Cantú &amp; Zapata, 2006), (Odremán, 2014), (Velasco et al., 2007), (Arellano et al., 2008; Rothwell, 1994), (Lopez et al., 2017), (MUÑOZ, 2009), (Crespi et al., 2008), (Munnecke &amp; van der Lugt, 2006), (Cantú &amp; Zapata, 2006), (Lopez et al., 2017), (du Preez &amp; Louw, 2008), (Trott, 2017), (Amador &amp; Márquez, 2009), (D'Alvano</p>

				<p>&amp; Hidalgo, 2011), (Nuchera, 1999), (Jordán, 2015a), (Rey, 2017), (Rivadeneira Molina et al., 2013; Stellman &amp; Greene, 2014), (Fuerza Aérea Colombiana, 2018c), (Fuerza Aérea Colombiana, 2021), (Mora-Pisco et al., 2016), (Parra Moreno &amp; Liz, 2009), (Mankins, 1995), (Héder, 2017), (Rastogi, 2009), (EPICOS, 2015b).</p>
<p>Proyectos e I+D+I Aeroespaciales</p>	<p>Prácticas y Mecanismos para el Desarrollo de proyectos de I+D+i Aeroespaciales (X8)</p>	<p>Identificación de mejores prácticas y mecanismos exitosos para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales y de defensa</p>	<p>4.1 Cultura de la Innovación</p> <p>4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria</p> <p>4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnocentrismo, Orientación a lo práctico, Intellectualismo Pragmático</li> <li>• Indicadores de innovación del país</li> </ul> <p>(Donatas, 2019; Jordán, 2015a), (Broude et al., 2013), (Amarante &amp; Franko, 2017a), (J. A. R. López &amp; Torres, 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Política pública en Transferencia de tecnología</li> <li>• Tecnologías transferidas</li> </ul> <p>(Pinto, 2017), (Vázquez González, 2017), (Vázquez González, 2017), (Silva et al., 2019), (US Code Commerce and Trade, 2018), (NATO, 2022).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos financiados por el estado que se reflejen en productos en el mercado</li> </ul> <p>(Amarante &amp; Franko, 2017a; Força Aérea Brasileira, 2021a; Gobierno de</p>



## ANEXO I Ficha para la Formalización de Indicadores

### NOMBRE DEL PROCESO O ACTIVIDAD

**Integración de la Triple Hélice en un Ecosistema de Innovación para Proyectos de I+D+i Aeroespaciales de defensa**

### OBJETIVO DEL PROCESO

**Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación.**

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROCESO O ACTIVIDAD

- Objetivo 01: Analizar cuáles podrían ser los mecanismos teóricos para la integración de los actores de la Triple Hélice para el desarrollo de Proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia.**
- Objetivo 02: Diagnosticar el proceso de Investigación y Desarrollo para la generación de tecnologías aeroespaciales de defensa en Colombia.**
- Objetivo 03: Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación sectorial para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia, que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación.**

**Para cumplir los objetivos específicos se realizaron las siguientes actividades:**

INDICADORES	DATOS REQUERIDOS	FUENTE DE INFORMACIÓN	PERIODICIDAD	MÉTODO DE CALCULO	UMBRAL O VALOR A ALCANZAR
-------------	------------------	-----------------------	--------------	-------------------	---------------------------

**EJE TEMATICO TRIPLE HELICE**

<p>1.1 Espacios de interacción</p>	<p>Existencia de espacios de generación de Conocimiento</p> <p>Existencia de espacios de Innovación en el sector</p> <p>Existencia de espacios de consenso en el sector</p> <p>(E(Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a; Ranga &amp; Etzkowitz, 2013; Etzkowitz, 2003; Etzkowitz, 1993).</p>	<p><b>Encuesta</b> Empresas, universidades y estado</p>	<p>Último año</p>	<p>Verificar que existan los espacios y determinar cuáles no hay</p>	<p>Que exista los espacios donde se reúnan los tres actores para Innovar</p> <p>Generar conocimiento</p> <p>Generar consenso sobre la visión del sector</p>
<p>1.2 Componentes de las Relaciones</p>	<p>acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT)</p> <p>acuerdo o Contratos con actores del sector aeroespacial (Colaboración y Moderación de Conflictos)</p>	<p><b>Encuestas</b> empresas, universidades y la FAC</p>	<p>Últimos 5 años</p>	<p>Suma ATT+CO+POE</p>	<p>Mínimo 3 ATT, COE, POE Mayor que 0</p>

	<p>proyectos de I+D+i liderados por la compañía en participación con otras empresas (Liderazgo Colaborativo) (POE)</p> <p>Networking (se abarcar desde complejidad-Redes)</p>				
1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas	<p><b>Existencia Infraestructura para la interacción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros de I+D+i</li> <li>• Parques Científicos</li> <li>• <b>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</b></li> <li>• <b>Incubadoras</b></li> <li>• Capital de Riesgo</li> <li>• Universidades emprendedoras</li> </ul> <p><b>Existencia Entidades Híbridas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Incubadoras</b></li> </ul>	<p><b>encuestas y documentos públicos</b></p> <p>Empresas, universidades y estado</p>	Últimos 5 años	<p>Existen Centros de I+D+i</p> <p>Existen Parques Científicos</p> <p>Existen OTRI-OTT-OTL</p> <p>Existen Entidades de capital de riesgo público y privado</p> <p>Existen incubadoras en las universidades</p> <p>Universidades que han generado spin off, startup en áreas STEM o aeroespaciales</p>	Mínimo uno por cada componente

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</b></li> <li>• Start ups</li> <li>• Spin Off y Spin Out</li> </ul>				
1.4 Universidades Emprendedoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico</li> <li>• Incubadoras</li> <li>• Spin off creadas</li> <li>• Acuerdos con la industria de I+D+i</li> <li>• Acuerdos con el gobierno I+D+i</li> </ul>	<p><b>Encuestas</b> Universidades</p>	Últimos 3 años.	<p>Es información mixta, determinar de estos componentes cuales están alineados a la Industria aeroespacial</p> <p>Que exista una estrategia hacia el desarrollo económico de sus regiones a fines a sectores relacionados con los aeroespaciales</p> <p>empresas relacionadas con industrias aeroespaciales (aéreas STEM por defecto)/ total de empresas que han creado en los últimos 3 años</p> <p>spin off creadas relacionadas con industrias aeroespaciales (aéreas STEM por</p>	<p>Que existan empresas de base tecnológica que puedan contribuir a la industria aeroespacial colombiana</p> <p>Que se presenten acuerdo que muestren una relación estrecha en I+D+i con la industria y el gobierno</p>

				defecto)/ total de Spin off creadas en los últimos tres años	
1.5 Empresas de base de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores Humanos</li> <li>• Factores Materiales</li> <li>• Factores Organizacionales</li> </ul>	<b>Encuestas</b> Empresarios	Últimos 3 años	<p>Factores Humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Científicos e ingenieros trabajando para las empresas (STEM)</li> <li>• Grupos de I+D+ o Departamentos de I+D</li> <li>• Docentes o investigadores que vengan de las Universidades y hayan montado una empresa en el sector.</li> </ul> <p>Factores Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital semilla para el sector</li> <li>• Espacios para emprendedores (edificios emprendimiento oficinas industriales parques</li> </ul>	Que se presente la existencia de estos factores para determinar cuáles puede ser los fortalezas y debilidades y poder ver que se tendría que estimular.

				<p>empresariales o científicos etc.)</p> <p>Factores Organizacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro</li> <li>• Dentro de programas universitarios de formación empresariales para STEM se impulsa la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad</li> </ul>	
1.6 Capital de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital Social</li> <li>• Capital Económico</li> <li>• Capital cultural</li> </ul>	<p><b>Encuestas</b> Empresas, universidades y estado</p>	Últimos tres años	<p><b>Social</b></p> <p>Existencia de Redes de capital de riesgo</p> <p>Percepción de Confianza</p> <p>Percepción de Reciprocidad</p> <p>Percepción de calidad de las Relaciones</p>	<p>Que se presente los tipos de capital de riesgo y que tengan una percepción positiva por los tres actores de la TH</p>

				<p><b>Económico</b></p> <p>Existencia de Capital de riesgo del gobierno en el Sector Aeroespacial</p> <p>Presencia de Capital de riesgo privado (Ángeles inversionistas, fundaciones, fondos de inversión)</p> <p><b>Cultural</b></p> <p>Percepción hacia la inversión del riesgo</p> <p>Percepción Tradición de emprendedora</p> <p>Percepción de la Disposición al riesgo</p>	
<b>EJE ECOSISTEMAS DE INNOVACION</b>					
2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa	<p>Formación de una suficiente memoria documentada de grupo o base de conocimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de Gestión documental,</li> <li>• Procedimientos</li> <li>• Manuales</li> </ul>	<p><b>Encuestas</b></p> <p>Empresas, universidades y estado</p>	Último año	<p>Determinar qué factores existen y cuales hacen falta, y si son importantes</p>	<p>Que existan factores de éxito se presentan para identificar si hay un alto coeficiente de inteligencia colectiva</p>

	<p>Fuerte consenso de grupo, interacciones y comentarios</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cuerpos colegiados para toma de decisiones y conceso colectivo</li></ul> <p>Promoción de pensamiento creativo e ilimitado</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• existen actividades dentro de la empresa que fomenten el pensamiento creativo</li></ul> <p>Establecimiento de un mecanismo grupales de moderación facilitación</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• esquema de solución de conflictos o problemas organizacionales</li></ul> <p>Promoción de mecanismos de aseguramiento de la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• identificar sistema de aseguramiento de la calidad</li></ul>				
--	---	--	--	--	--

	<p>Uso tecnologías digitales para la innovación (3.1).</p> <p>Redes de cooperación (2.9)</p> <p>(Y. H. Lee &amp; Kim, 2016)</p>				
<p>2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y Alineación de Atractores Organizacionales (Autoorganización)</p>	<p>Competencias de cada una de las organizaciones analizadas</p> <p>Que sus misiones, visiones, productos y servicios puedan contribuir al desarrollo del sector aeroespacial</p> <p>Políticas organizacionales para integrarse con otras Organizaciones</p> <p>Organización (compartir funciones con otras organizaciones para el desarrollo de una actividad) Contratos de Joint Venture y uniones</p>	<p><b>Encuestas</b></p> <p>Empresas, universidades y estado</p>	<p>Último año</p>	<p>Determinar si esta información está presente en las organizaciones analizadas</p>	<p>Que las competencias de las organizaciones analizadas permitan el desarrollo aeroespacial en temas de I+D+i</p> <p>Que se tenga una visión colectiva de proyectar el sector aeroespacial a través de la I+D+i</p> <p>Que tengan políticas favorables hacia el trabajo cooperativo con otras organizaciones</p>

	<p>temporales, acuerdo de cooperación</p> <p>Infraestructura tecnológica y competencias (1.3 y 1.5)</p> <p>Uso de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para el desarrollo de comunidades (3.1 y 2.9)</p>				<p>Que haya trabajo previamente en proyectos conjuntos con otras organizaciones</p> <p>Que tengan relación con el sector aeroespacial y que permitan integrarse con otros actores para I+D+i</p>
2.3 Competencias de la organización en temas de I+D+i aeroespaciales	<p>Identificar competencias en I+D+i</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de I+D+i realizados</li> <li>• Personal idóneo para investigar (formación profesional técnica y</li> <li>• Grupos de I+D+i</li> <li>• Certificaciones</li> <li>• Infraestructura tecnológica y competencias (1.3 y 1.5)</li> </ul>	<p><b>Entrevista</b> Estado</p> <p><b>Encuestas</b> Empresas, universidades y estado</p>	Anual	Determinar la existencia de estas competencias en I+D+i	<p>Que hayan realizado proyectos de I+D+i, certificaciones técnicas para trabajos aeroespaciales, que participen en el desarrollo de la cadena productiva del sector aeroespacial</p>
2.4 Activos de propiedad intelectual	Registros de Propiedad Industrial (marcas, patentes, lemas	<b>Encuestas</b>	Últimos 5 años	Información Cuantitativa Valor >1	Que la P.I. sea importante

	<p>industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos etc.) (PI)</p> <p>productos de derechos de autor (libros publicados, manuales, publicaciones técnicas, publicaciones científicas) (DA)</p>	Empresas, universidades y estado			generación de valor en la organización.
2.5 Inversión en I+D+i	Inversión en I+D+i de cada actor (I)	<b>Encuestas</b> Empresas, universidades y estado	Últimos 3 años	Información Cuantitativa Valor >1.5% con respecto a sus ingresos (el 1.5% corresponde a la meta del país al 2030)	Que exista inversión en I+D+i que sea mayor o igual al porcentaje de la inversión en I+D+i de Colombia con relación al PIB
2.6 Transferencia de Tecnología (1.2 y 4.2)	<p>Mecanismos de transferencia de tecnología utilizados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperación gobiernos e instituciones</li> <li>• Compra-Venta de maquinarias y equipos.</li> <li>• Acuerdos de licencias</li> </ul>	<b>Encuestas</b> Empresas, universidades y estado	Últimos 3 años	Información Cuantitativa Valor >1	Determinar que se realice procesos de transferencia

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamientos y servicios de formación y capacitación</li> <li>• Joint Ventures</li> <li>• Asistencia técnica</li> <li>• Inversiones extranjeras directas</li> </ul>				
2.7 Inversión en Capacitación	<p>Inversión en Capacitación complementaria y de actualización. (ICC)</p> <p>inversión en Capacitación Posgradual (ICP)</p>	<p><b>Encuestas</b> Empresas, universidades y estado</p>	Últimos 3 años	<p>Información Cuantitativa Valor &gt;4.5% con respecto a sus ingresos (el 4.5% es la inversión actual en educación de Colombia con respecto al PIB)</p>	<p>Que se invierta en capacitación complementaria y posgradual superior inversión en educación del país</p>
2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial	<p>Reciprocidad Directa</p> <p>Acuerdos contratos, convenios realizados con actores del sector aeroespacial y que tengan por objeto actividades aeroespaciales (1.2)</p> <p>Reciprocidad en Red (2.9)</p>	<p><b>Encuesta</b> Empresas, universidades y estado</p>	Últimos 2 años	<p>Existencia de acuerdos contratos y convenios realizados por la compañía.</p>	<p>Que existan acuerdos con actores del sector aeroespacial Mínimo dos en los últimos dos años</p>
2.9 Redes de Conocimiento	<p>Redes de gestión de conocimiento interno</p>	<p><b>Encuestas</b></p>	Últimos tres años	<p>Información cualitativa para extraer información de las redes de</p>	<p>Determinar si hacen parte de redes de conocimiento</p>

	<p>Alianzas estratégicas</p> <p>Comunidades de práctica profesional</p> <p>Redes de expertos</p> <p>Redes de información</p> <p>Redes de conocimiento formales.</p>	<p>Empresas, universidades y estado</p>		<p>conocimiento que están conformando</p>	
<b>EJE TEMATICO MODELOS DE GESTION TECNOLOGICA E INNOVACION</b>					
<p>3.1 Característica Modelos de gestión tecnológica e innovación</p>	<p><b>Modelo desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa Colombia.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La I+D+i en defensa</li> <li>• Proceso de selección ideas proyectos</li> <li>• Proyectos de ciencia tecnología e innovación</li> <li>• Infraestructura organizacional para I+D+i</li> <li>• Capital para investigación</li> <li>• Niveles de desarrollo tecnológico (TRL)</li> <li>• Absorción tecnológica</li> <li>• Escalamiento Industrial y Transferencia de tecnología</li> </ul>	<p><b>Encuestas y Focus Group</b></p> <p>Empresas, universidades y estado</p>	<p>Últimos 5 años</p>	<p>Información cualitativa encuesta de múltiple respuesta</p>	<p>Determinar qué elementos de modelos de gestión tecnológica e innovación existen en los actores de la TH estudiados</p>

	<p><b>Primera Generación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Top-Down</li><li>• Technology Push (la innovación es generada por la I+D que direcciona la generación de productos)</li><li>• Demand Pull (la innovación la genera la necesidad del mercado)</li></ul> <p><b>Quinta Generación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Integración de los proveedores y clientes finales en las actividades de desarrollo de productos.</li><li>• Uso de herramientas electrónicas y digitales para el desarrollo del proceso de innovación</li><li>• Desarrollo de proyectos con la participación otros actores internos y externos</li><li>• Alianzas estratégicas en el desarrollo de proyectos.</li></ul>				
--	--	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mecanismos de acumulación de conocimiento</li></ul> <p><b>MODELOS GESTIÓN TECNOLÓGICA</b></p> <p><b>Modelo Temaguide</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar</li><li>• Focalizar</li><li>• Capacitarse</li><li>• Implantar</li><li>• Aprender (retroalimentación)</li></ul> <p><b>Modelo Hidalgo</b></p> <p>Funciones Activas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• estrategia tecnológica</li><li>• evaluación de la competencia</li><li>• incremento patrimonio tecnológico</li><li>• implantación del producto</li></ul> <p>Funciones de Apoyo</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilancia tecnológica</li><li>• Protección de la P.I.</li></ul>				
--	--	--	--	--	--

EJE TEMATICO PROYECTOS DE I+D+I AEROESPACIALES DE DEFENSA

<p>4.1 Cultura de la Innovación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnocentrismo</li> <li>• Orientación a lo práctico</li> <li>• Intelectualismo Pragmático</li> <li>• Indicadores de innovación del país</li> </ul>	<p><b>Entrevista</b> <b>FAC</b> <b>Encuesta</b> Empresas, universidades y estado</p>	<p>Percepción actual</p>	<p>Información cualitativa que permita identificar los componentes necesarios para una cultura en innovación pragmática</p>	<p>Determinar si existe una cultura orientada hacia la innovación en temas de defensa</p> <p>Determinar si el modelo de investigación y desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa</p>
<p>4.2 Transferencia de Tecnología del estado a la industria</p>	<p>Política pública en Transferencia de tecnología</p> <p>Tecnologías transferidas</p>	<p><b>Revisión Documental</b></p> <p><b>Encuesta</b> Empresas, universidades y estado</p>	<p>Últimos tres años</p>	<p>Información cualitativa Identificar que política pública (CONPES) se ha realizado con referencia al sector aeroespacial que estimulen la transferencia de tecnología.</p> <p>Información Cuantitativa Valor &gt;1 (evidenciar Contratos y/o Convenios de transferencia de tecnología desarrollada por las IES, en áreas</p>	<p>Que la Política pública que estimule transferencia de tecnología o conocimiento para fortalecimiento de la industria</p> <p>Que exista capacidad de transferencia tecnológica en temas aeroespaciales</p>

				<p>STEM o aeroespacial o de defensa. evidenciar Contratos y/o Convenios de transferencia de tecnología desarrollada por el MDN – DTT en áreas STEM o aeroespacial o de defensa. evidenciar el uso de infraestructura de Transferencia de Tecnología )</p>	
<p>4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria.</p>	<p>Proyectos financiados por el estado que se reflejen en productos en el mercado</p>	<p><b>Encuesta</b> Empresas, universidades y estado</p>	<p>Últimos 5 años</p>	<p>Información Cuantitativa Valor &gt;1 (No de proyectos de I+D relacionados con temas aeroespaciales de defensa financiados por el MDN-FAC que beneficien la industria)  No de proyectos de I+D relacionados con temas aeroespaciales de defensa financiados por el MINCIENCIAS.</p>	<p>Se esperaría que mínimo un proyecto anual financiado por cada una de estas dependencias</p>

<p>4.4 Créditos Offset</p>	<p>Participación en proyectos con Crédito Offset de actores de la TH</p> <p>Offset destinados para proyectos de I+D Aeroespaciales</p> <p>Verificación estrategia offset</p>	<p><b>Encuesta</b> Empresas, universidades y estado</p>	<p>Últimos 5 años</p>	<p>Información Cuantitativa Valor &gt;2</p> <p>(No de proyectos Offset en los que han participado y beneficiado actores de la TH diferentes al MDN, De los proyectos de créditos offset que se han desarrollado los últimos 5 años cuantos han sido relacionados con proyectos de Investigación y desarrollo aeroespaciales, Determinar si existe una estrategia institucional para el empleo de los créditos OFFSET)</p>	<p>Que en los proyectos aeroespaciales de offset se hayan integrado varios actores de la TH.</p> <p>Determinar si existe una estrategia offset orientada a generar una capacidad nacional en I+D.</p>
<p>4.5 Programas de apoyo áreas STEM</p>	<p>Determinar si en la FAC y las universidades existen programas para fortalecer áreas STEM</p>	<p><b>Revisión documental</b></p>	<p>Últimos 3 años</p>	<p>Programas de la entidad para el desarrollo de las áreas STEM o aeroespaciales.</p>	<p>Determinar si existen mecanismos para fortalecer desarrollo de áreas STEM en la FAC y en las Universidades</p>

### ANEXO J Relación Indicadores y preguntas para cuestionarios

Indicador	Características	Preguntas Instrumentos					
X1. 1.1 Espacios de interacción	Existencia de espacios de generación de Conocimiento	Objetivo 2 R2 y Objetivo 3 Estado, Universidades, Empresas					
	Existencia de espacios de Innovación en el sector		Nunca	Casi nunca	Ocasionalmente	Usualmente	Casi siempre
	Existencia de espacios de consenso en el sector  (Etzkowitz & Zhou, 2018a; Ranga & Etzkowitz, 2013; Etzkowitz, 2003; Etzkowitz, 1993).	<b>Su organización participa en espacios de generación de conocimiento con la industria, la academia y entidades del estado</b>  (espacios enfocados en la colaboración entre diferentes actores para mejorar las condiciones locales para las actividades de I+D+i que generen mayor competitividad en la región).					
		<b>*Su organización participa en espacios de innovación con la industria, la academia y entidades del estado</b>  (espacios donde se trabaja en establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado, al igual, que conocimiento técnico y conocimiento empresarial)					
		<b>Su organización participa en espacios de consenso con la industria, la academia y entidades del estado</b>  espacios para analizar problemas, generar y ganar aceptabilidad y apoyo de nuevas ideas, para promover el desarrollo económico y social					
		*aporta a indicador 1.6					

<p>X1. 1.2 Componentes de las Relaciones</p>	<p>Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT)</p> <p>Acuerdo o Contratos con actores del sector aeroespacial (Colaboración y Moderación de Conflictos)</p> <p>Proyectos de I+D+i liderados por la compañía en participación con otros actores (Liderazgo Colaborativo)</p> <p>Networking (2.9) (Etzkowitz &amp; Leydesdorff, 1995; Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a; Rodrigues &amp; Melo, 2012, Obra et al., 2017).</p>	<p>Objetivo 2 R2 y Objetivo 3</p> <p>Estado, Universidades, Empresas</p> <p>Marque con una (X) la frecuencia en los últimos tres años, con la que su organización realiza los tipos de acuerdo y actividades que se presenta a continuación:</p>					
			Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy Frecuentemente
		<p>*Acuerdos de Transferencia de Tecnología (ATT) tales como.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Licencias de propiedad intelectual</li> <li>- Joint Ventures</li> <li>-Inversiones extranjeras directas recibidas por la organización</li> <li>- Acuerdo de Asistencia técnica que generen un proceso de transferencia de conocimiento</li> </ul>					
		<p>**Acuerdo o contratos con actores del sector aeroespacial</p>					
		<p>***Proyectos de I+D+i liderados por la organización en participación con otras organizaciones (Liderazgo Colaborativo)</p>					
		<p>****Acuerdos de Cooperación de I+D+i con</p>					

		gobiernos e instituciones educativas / industria.						
		<p>*aporta a indicadores 2.2., 2.6, 3.1 y 4.2</p> <p>**aporta a indicador 2.8</p> <p>***aporta a indicadores 2.2, 2.3,3.1</p> <p>****aporta a indicador 1.4, 3.1</p>						
<p>X1. 1.3 Infraestructura para la interacción y entidades Híbridas</p>	<p><b>Existencia Infraestructura para la interacción</b> Centros de I+D+i Parques Científicos</p> <p><b>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</b></p> <p><b>Incubadoras</b> Capital de Riesgo (1.6) Universidades emprendedoras (1.4)</p> <p><b>Existencia Entidades Híbridas</b></p> <p><b>Incubadoras</b></p> <p><b>Oficinas de Transferencia OTRI-OTT-OTL</b> Start-ups, Spin Off y Spin Out (1.5) (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a; Pinto, 2017) . (Vázquez González, 2017) (Salazar &amp; Valderrama, 2013). (Obra et al., 2017). (Minciencias, 2021b) pruebas (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a). (Silva et al.,</p>	<p>Objetivo 2 R2 y Objetivo 3</p> <p>Universidades</p>						
		<p>*¿Cuántas Spin off, start up tiene conocimiento que se han generado en su universidad por docente o estudiante en áreas STEM y/o con la industria aeroespacial y/o de defensa en los últimos 5 años?</p>	0	1-3	4-6	7-10	Mas de 10	
		<p>Estado, Universidades, Empresas</p>						
			Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente si	Definitivamente No	
		<p>**La institución cuenta con una estrategia eficiente que apoya el desarrollo del sector aeroespacial colombiano ESTADO -INDUSTRIA / La</p>						

	2019). (Minciencias, 2021a) (Gobierno de Colombia, 2019a; J. A. R. López & Torres, 2020) (Bottazzi et al., 2016). (Bellavitis et al., 2017).	institución cuenta con una estrategia eficiente que impulse la interacción con la industria y su fortalecimiento con proyectos de I+D+i con sus programas en áreas STEM. UNIVERSIDADES					
		***La institución cuenta incubadoras empresariales para apoyar el emprendimiento de sus estudiantes y docentes en áreas STEM o relacionados con el sector aeroespacial					
		****La organización tiene o hace parte o ha utilizado los servicios de Oficinas de Transferencia de tecnología o resultados de investigación o licencias de propiedad intelectual. (OTRI-OTT-OTL).					
		*****La institución cuenta con laboratorio y/o centros de investigación y/o talleres en áreas STEM que puedan ser utilizados para el desarrollo de proyectos de I+D+i con enfoque aeroespacial					
		La organización tiene o hace parte de un parque científico o tecnológico					
		<p><b>*Aporta indicadores 1.4 y 1.5</b></p> <p><b>** Aporta indicadores 1.4,1.5, 3.1,4.5</b></p>					

		<p>***Aporta indicadores 1.4, 1.5, 2.2, 2.3</p> <p>****Aporta indicadores 1.2, 2.2, 2.3, 2.6, 4.2</p> <p>***** Aporta indicador 2.2, 2.3</p>												
<p>X1. 1.4 Universidades Emprendedoras</p>	<p>Estrategia de emprendimiento o desarrollo económico (1.3)</p> <p>Incubadoras (1.3)</p> <p>Spin off creadas (1.3)</p> <p>Acuerdos de I+D+i con la industria (1.2)</p> <p>(Schot &amp; Steinmueller, 2018), (Ribeiro et al., 2018), (Salazar &amp; Valderrama, 2013), (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a). (Wonglimpiyarat &amp; Khaemasunun, 2015), (Dezhina &amp; Etzkowitz, 2016), (Etzkowitz &amp; Leydesdorff, 1995), (Etzkowitz, 2004, 2017)</p>	<p>Objetivo 2 R2 y Objetivo 3</p> <p>Universidad</p> <p>Se desarrolla con preguntas del indicador 1.3 y 1.2</p>												
<p>X1. 1.5 Empresas de base de conocimiento</p>	<p>Factores Humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Científicos e ingenieros trabajando para las empresas (STEM)</li> <li>•Grupos de I+D+ o Departamentos de I+D</li> <li>•Docentes o investigadores que vengan de las Universidades y hayan</li> </ul>	<p>Objetivo 2 R2 y Objetivo 3</p> <p>Universidades, Empresa</p> <p>Factores materiales y humanos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Definitivamente No</th> <th>Probablemente No</th> <th>Indeciso</th> <th>Probablemente Si</th> <th>Definitivamente Si</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>*Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si	*Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para					
Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si									
*Su organización incorpora Científicos y/o ingenieros para														

<p>montado una empresa en el sector.</p> <p><b>Factores Materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Capital semilla para el sector</li> <li>•Espacios para emprendedores (edificios emprendimiento oficinas industriales parques empresariales o científicos etc.)</li> </ul> <p><b>Factores Organizacionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro (1.3)</li> <li>•Dentro de programas universitarios de formación empresariales para STEM se impulsa la interacción con la industria dando promociones académicas y direccionamiento por la universidad (1.3) (UNIVERSIDADES)</li> </ul> <p>(Pianta, 1992), (Kaku, 2011), (Dávila, 2008). (Chinta &amp; Sussan, 2018), (Schot &amp; Steinmueller, 2018), (Etzkowitz &amp; Zhou, 2018b), (Chesbrough, 2003), (Ribeiro</p>	<p>labores de investigación y desarrollo de productos / EMPRESAS</p>						
	<p>**Su organización tiene Grupos de I+D+i o Departamentos de I+D+i / EMPRESAS</p>						
	<p>Su organización fue conformada por docentes o investigadores que vengan de Universidades. / EMPRESAS</p>						
	<p>***Su organización recibió capital semilla de entidades públicas / EMPRESAS Y UNIVERSIDADES</p>						
	<p>****Su organización ha utilizado espacios para emprendedores o conoce de la existencia de los mismos para apoyar el crecimiento del sector aeroespacial o en áreas STEM (edificios de emprendimiento, oficinas industriales, parques empresariales o científicos o tecnológicos etc.) EMPRESAS Y UNIVERSIDADES</p>						

	<p>et al., 2018), (Salazar &amp; Valderrama, 2013), (Wonglimpiyarat &amp; Khaemasunun, 2015), (Dezhina &amp; Etzkowitz, 2016)</p>	<p>Su Organización ha sido parte de Incubadoras universitarias o sin ánimo de lucro / EMPRESAS</p>																			
		<p>*Responde parte del indicador 2.3 y 2.2  **Responde parte del indicador 2.3 y 2.2  *** Responde parte del indicador 1.6 y 1.3  **** Responde parte del indicador 1.3</p> <p>Estado</p> <p>Estas preguntas no se aplican al estado por que en revisión documental realizada por el autor se puede evidenciar los indicadores analizados con estas preguntas,</p> <p>Universidades</p>																			
<p>X1. 1.6 Capital de riesgo</p>	<p>Capital Social  Existencia de Redes de capital de riesgo (1.1)  Percepción de Confianza  Percepción de Reciprocidad  Percepción de calidad de las Relaciones    Capital Económico</p>	<p>Objetivo 2 R2 y Objetivo 3</p> <p>Estado, Universidad, Empresa</p> <table border="1" data-bbox="869 1161 2041 1430"> <thead> <tr> <th data-bbox="869 1161 1375 1279">Parámetro</th> <th data-bbox="1375 1161 1520 1279">Muy en desacuerdo</th> <th data-bbox="1520 1161 1667 1279">Desacuerdo</th> <th data-bbox="1667 1161 1782 1279">Indeciso</th> <th data-bbox="1782 1161 1892 1279">De acuerdo</th> <th data-bbox="1892 1161 2041 1279">Totalmente de Acuerdo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="869 1279 1375 1430">*Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales</td> <td data-bbox="1375 1279 1520 1430"></td> <td data-bbox="1520 1279 1667 1430"></td> <td data-bbox="1667 1279 1782 1430"></td> <td data-bbox="1782 1279 1892 1430"></td> <td data-bbox="1892 1279 2041 1430"></td> </tr> </tbody> </table>								Parámetro	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de Acuerdo	*Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales					
Parámetro	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de Acuerdo																
*Hay confianza y disposición al riesgo en su organización para invertir capital de riesgo en el desarrollo de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales																					

	<p>Existencia de Capital de riesgo del gobierno en el Sector Aeroespacial (1.5)</p> <p>Presencia de Capital de riesgo privado (Ángeles inversionistas, fundaciones, fondos de inversión)</p> <p>Capital Cultural</p> <p>Percepción hacia la inversión del riesgo</p> <p>Percepción Tradición de emprendedora</p> <p>Percepción de la Disposición al riesgo</p> <p>(Etzkowitz &amp; Zhou, 2018a), (Bottazzi et al., 2016), (Bellavitis et al., 2017).</p>	<p>*Los proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales son recíprocos de acuerdo al capital de riesgo solicitado</p>					
		<p>*La calidad de las relaciones entre los inversionistas de riesgo (Corporaciones, fundaciones, Comunidades y Ángeles Inversionistas) permite el surgimiento de nuevas spin off y start ups sistemáticamente, producto de proyectos de I+D+i en áreas STEM o aeroespaciales</p>					
		<p>*La inversión de riesgo es importante para el desarrollo del sector aeroespacial colombiano o empresas en áreas STEM</p>					
		<p>*Existe una tradición emprendedora en el sector aeroespacial colombiano /EMPRESAS</p>					
		*Aportan indicador 1.3					
<p>X2. 2.1 Factores críticos coeficiente de inteligencia colaborativa</p>	<p>Formación de una suficiente memoria documentada de grupo o base de conocimiento</p> <p>Sistema de Gestión documental,</p> <p>Procedimientos</p> <p>Manuales</p> <p>Consenso de grupo, interacciones y comentarios</p>	Objetivo 3					
		<p><b>Componente</b></p>	<p><b>Muy en desacuerdo</b></p>	<p><b>Desacuerdo</b></p>	<p><b>Indeciso</b></p>	<p><b>De acuerdo</b></p>	<p><b>Totalmente de Acuerdo</b></p>
		<p>*La organización cuenta con un sistema de gestión documental y documentación de procedimiento y manuales.</p>					
		<p>**La organización cuenta con cuerpos colegiados para la toma de decisiones, consenso colectivo y moderación de conflictos</p>					

	<p>Cuerpos colegiados para toma de decisiones y consenso colectivo</p> <p>Establecimiento de un mecanismo grupales de moderación facilitación esquema de solución de conflictos o problemas</p> <p>Promoción de pensamiento creativo e ilimitado</p> <p>existen actividades dentro de la empresa que fomenten el pensamiento creativo.</p> <p>Promoción de mecanismos de aseguramiento de la calidad</p> <p>identificar sistema de aseguramiento de la calidad</p> <p>Uso tecnologías digitales para la innovación (3.1).</p> <p>Redes de cooperación (2.9)</p> <p>(Y. H. Lee &amp; Kim, 2016) (M. R. Lee &amp; Lan, 2007)(Núñez, 2015), (Levy, 2004).</p>	<p>Dentro de la organización tienen actividades y mecanismos para fomentar el pensamiento creativo individual y organizacional</p>					
		<p>***La organización cuenta con mecanismos de aseguramiento de la calidad de sus productos.</p>					
		<p>*Aporta indicador 2.9</p> <p>**Aporta Indicador 2.9</p> <p>***Aporta indicador 3.1</p>					
<p>X3. 2.2 Dinámica de la inteligencia Colectiva y</p>	<p>Misión, Visión, Grupo de Poder Producto o Servicio</p>	<p>Objetivo 3</p>					

Alineación de Atractores Organizacionales (autoorganización)	<p>Colectiva (alineación de atractores y visión Colectiva)</p> <p>Políticas para integrarse con otras Organizaciones</p> <p>Organización (compartir funciones con otras organizaciones para el desarrollo de una actividad) (1.2)</p> <p>Contratos de Joint Venture y uniones temporales (1.2)</p> <p>Infraestructura tecnológica y competencias (1.3 y 1.5)</p> <p>Uso de herramientas tecnológicas en el ciberespacio para el desarrollo de comunidades (3.1)</p>	<b>Componente</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>	<b>Indeciso</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de Acuerdo</b>
		<p>Considera que la Misión, Visión, Grupo de Poder (sindicados, directivos etc.), productos o servicios y políticas de su organización permitirían trabajar con el sector defensa y aeroespacial colombiano en proyectos de I+D+i.</p>					
X4. 2.3 Competencias de la organización en	Identificar competencias en I+D+i	<b>Objetivo 3</b>					
		<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>

temas de I+D+i aeroespaciales	Proyectos de I+D+i realizados (1.2) Personal idóneo para investigar (1.5). Grupos de I+D+i (1.5). Certificaciones Infraestructura tecnológica y competencias (1.3 y 1.5)	La organización cuenta con certificaciones nacionales o internacionales que le permitan o aporten al desarrollo de productos en el sector Aeroespacial o de buenas prácticas en Investigación y desarrollo																	
X4. 2.4 Activos de propiedad intelectual	Registros de Propiedad Industrial (marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos etc.) (PI).  Productos de derechos de autor (libros publicados, manuales, publicaciones técnicas, publicaciones científicas) (DA).	Objetivo 3																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="867 719 1161 805">Componente</th> <th data-bbox="1161 719 1362 805">Definitivamente No</th> <th data-bbox="1362 719 1547 805">Probablemente No</th> <th data-bbox="1547 719 1663 805">Indeciso</th> <th data-bbox="1663 719 1845 805">Probablemente Si</th> <th data-bbox="1845 719 2039 805">Definitivamente Si</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="867 805 1161 1049">*La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor</td> <td data-bbox="1161 805 1362 1049"></td> <td data-bbox="1362 805 1547 1049"></td> <td data-bbox="1547 805 1663 1049"></td> <td data-bbox="1663 805 1845 1049"></td> <td data-bbox="1845 805 2039 1049"></td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si	*La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor										
Componente	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si														
*La organización cuenta con registros de propiedad intelectual como: marcas, patentes, lemas industriales, registros de diseño Industrial, esquemas de trazado de circuitos, derechos de autor																			
		*Aporta indicador 3.1																	
X4. 2.5 Inversión en I+D+i	Inversión en I+D+i de cada actor	Objetivo 3																	
			No invierte en I+D	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%												
		*En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que																	

		porcentaje asignan para I+D+i en su organización					
		*Aporta indicador 3.1					
X4. 2.6 Transferencia de Tecnología (1.2 y 1.3)	<p>Mecanismos de transferencia de tecnología utilizados</p> <p>Cooperación gobiernos e instituciones</p> <p>Compra-Venta de maquinarias y equipos.</p> <p>Acuerdos de licencias</p> <p>Entrenamientos y servicios de formación y capacitación</p> <p>Joint Ventures</p> <p>Asistencia técnica</p> <p>Inversiones extranjeras directas</p>	<p>Objetivo 3</p> <p>Universidad</p> <p>Empresa</p> <p>Estado</p> <p>Son las mismas preguntas del indicador 1.2 y 1.3</p>					
X4. 2.7 Inversión en Capacitación	<p>Inversión en Capacitación complementaria y de actualización. (ICC)</p> <p>inversión en Capacitación Posgradual (ICP)</p>	<p>Objetivo 3</p>					
			No invierte en capacitación	Menos del 0,5%	0.5% al 0,9%	1 % al 1.4%	Mayor al 1.5%
		*En referencia a sus ingresos brutos (asignación presupuestal para entidades públicas) que porcentaje asignan para					

		capacitación posgradual y complementaria en su organización																								
		*aporta indicador 3.1																								
X5. 2.8 Reciprocidad Directa y en Red o Espacial	<p>Reciprocidad Directa</p> <p>Acuerdos contratos, convenios realizados con actores del sector aeroespacial y que tengan por objeto actividades aeroespaciales (1.2)</p> <p>Reciprocidad en Red (2.9)</p>	<p>Objetivo 2 R1 y 3</p> <p>Este indicador se resuelve parcialmente con las preguntas descritas en los indicadores 1.2 y 2.9 para dar cumplimiento del objetivo 3 y para dar cumplimiento al objetivo 2 R1 se tienen encontrar los nodos y enlaces de la red con la pregunta que se relaciona a continuación.</p> <p>Estado, Universidad, Industria</p> <p>¿Cuáles de las siguientes entidades ha tenido relaciones a través de contractuales, acuerdos o convenios de cooperación para el desarrollo de actividades de Ciencia tecnología e Innovación (ACTI)(de acuerdo a lo descrito en el artículo 2 del Decreto 591 de 1991 <a href="https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf">https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-591-1991.pdf</a>)?</p>																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Entidad</th> <th>Marque con una (X)</th> <th>Entidad</th> <th>Marque con una (X)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.</td> <td></td> <td>Universidad de los Andes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC</td> <td></td> <td>Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FUERZA AEREA COLOMBIANA</td> <td></td> <td>Universidad de Antioquia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MINCIENCIAS</td> <td></td> <td>Universidad Javeriana</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Entidad	Marque con una (X)	Entidad	Marque con una (X)	Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.		Universidad de los Andes		Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC		Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá		FUERZA AEREA COLOMBIANA		Universidad de Antioquia		MINCIENCIAS		Universidad Javeriana					
Entidad	Marque con una (X)	Entidad	Marque con una (X)																							
Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana - CIAC.		Universidad de los Andes																								
Corporación de alta Tecnología para la Defensa - CODALTEC		Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá																								
FUERZA AEREA COLOMBIANA		Universidad de Antioquia																								
MINCIENCIAS		Universidad Javeriana																								

		Clúster Aeroespacial Colombiano – CAESCOL		Universidad del Valle	
		La Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales – ACOPAER		Universidad EAFIT	
		La Cámara de Comercio de Dosquebradas y su Clúster Aeronáutico Región Eje Cafetero - CLARE		Universidad Pontificie Bolivariana -sede Medellín	
		Clúster Aeroespacial del Pacifico – AEROSPACIFIC		Universidad Industrial de Santander	
		Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca – CVA		Universidad del Norte	
		Aerocluster de Boyacá		Universidad ICESI	
		La Federación de la Industria Aeroespacial Colombiana – FEDIAC		Universidad San Buenaventura – sede Bogotá	
		Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez” - EMAVI		Universidad Militar Nueva Granada – sede Bogotá	

		Escuela de Suboficiales "Capitán Andrés M. Díaz"- ESUFA		¿Otras CUALES?			
X6. 2.9 Redes de Conocimiento	Redes de gestión de conocimiento interno (2.1) Alianzas estratégicas Comunidades de práctica profesional Redes de expertos Redes de información Redes de conocimiento formales	Objetivo 3 Estado, Universidad, Industria					
		<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
		*Su organización hace parte de algún tipo de las siguientes redes de conocimiento <b>Alianzas estratégicas</b> <b>Comunidades de práctica profesional.</b> <b>Redes de experto.</b> <b>Redes de información:</b> (acceso a información proporcionada por los miembros de la red, son abiertas y ordenada por contenido temático). <b>Redes de conocimiento formales</b> (reúnen expertos en temáticas específicas y comprometidas con objetivos y programas definidos sujetos a evaluación)					
* Responde parte del indicador 1.2, 2.1 y 2.9							

<p>X7 3.1 Características Modelos de gestión tecnológica e innovación de Colombia</p>	<p>Modelo desarrollo de proyectos aeroespaciales de defensa Colombia</p> <p>La I+D+i en defensa</p> <p>Proceso de selección ideas proyectos</p> <p>Proyectos de ciencia tecnología e innovación</p> <p>Infraestructura organizacional para I+D+i</p> <p>Capital para investigación</p> <p>Niveles de desarrollo tecnológico (TRL)</p> <p>Absorción tecnológica</p> <p>Escalamiento Industrial y Transferencia de tecnología</p> <p>MODELOS GESTION INNOVACIÓN</p>	<p>Objetivo 2 R3</p> <p>Estado*</p> <p>¿Cuál es el objetivo de desarrollar actividades de I+D+i en la Organización?</p> <p>¿Qué características considera usted que se deben tener en cuenta al momento de filtrar y seleccionar ideas para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa?</p> <p>¿Considera usted que estas etapas son las que se deben concebir para generar un producto de ciencia tecnología e innovación de defensa con alta probabilidad de éxito? 1. Idealización y requerimientos de cliente; 2. Investigación (formativa o aplicada); 3. Desarrollo tecnológico; 4. Implementación o integración tecnológica al interior de la organización; 5. Transferencia tecnológica interna (soporte u operación) y/o externa (aplicación dual); 6. Desarrollo de mercado (para productos con aplicación dual).</p> <p>¿Considera que tiene que realizarse modificaciones a la estructura organizacional y los procesos para poder realizar proyectos de I+D+i aeroespaciales de forma eficiente? Y ¿Qué modificaciones cree que deberían realizarse? ¿Por qué?</p> <p>¿Considera usted que hay disponibilidad de recursos de capital de riesgo público y privado para el desarrollo de proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa?</p> <p>¿Considera usted que los procesos de financiación para los proyectos de I+D+i contemplan lo necesario para obtener un producto confiable con nivel de desarrollo superiores a TRL 7?</p> <p>¿Cree usted que existen las normas y políticas necesarias para absorción de los productos que genera los centros de I+D+i para la organización?</p> <p>¿Considera usted que los productos una vez finalizados e implementados, su soporte debe ser transferido a la industria o generar una capacidad dentro de la organización para garantizar la vida útil y su correcto funcionamiento?</p> <p>*¿De los productos de I+D+i que ha generado el centro, conoce si se han presentado casos de transferencia de los resultados al sector productivo para su escalamiento industrial?</p> <p>*Aporta indicador 4.2 y 4.3</p>
---	---	--

<p>Primera Generación</p> <p>Technology Push (la innovación es generada por la I+D que direcciona la generación de productos)</p> <p>Demand Pull (la innovación la genera la necesidad del mercado)</p> <p>Quinta Generación</p> <p>Integración de los proveedores y clientes finales en las actividades de desarrollo de productos.</p> <p>Uso de herramientas electrónicas y digitales para el desarrollo del proceso de innovación</p> <p>Desarrollo de proyectos con la participación otros actores internos y externos (1.2).</p> <p>Alianzas estratégicas en el desarrollo de proyectos (1.2).</p> <p>Mecanismos de acumulación de conocimiento (2.1 y 1.2)</p> <p><b>MODELOS GESTIÓN TECNOLÓGICA</b></p> <p><b>Modelo Temaguide</b></p>	Objetivo 3					
	<b>Componente</b>	<b>Definitivamente No</b>	<b>Probablemente No</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Probablemente Si</b>	<b>Definitivamente Si</b>
	La innovación es su organización es generada por procesos de I+D					
	La innovación en su organización es direccionada por necesidades del mercado					
	En el desarrollo de productos integra a sus proveedores y clientes finales.					
	*En la organización emplea herramientas digitales y electrónicas para estimular los procesos de innovación.					
	Su organización cuenta con un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva que apoyé la toma de decisiones y evalué la competencia.					
	La organización cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología eficiente, que permita focalizar el uso de los recursos.					

	<p>Vigilar Focalizar (1.3) Capacitarse (2.7) Implantar Aprender (retroalimentación) (2.1)</p> <p><b>Modelo Hidalgo</b></p> <p>Funciones Activas Estrategia tecnológica (1.3) Evaluación de la competencia Incremento patrimonio tecnológico (1.2 y 2.5) Implantación del producto</p> <p>Funciones de Apoyo Vigilancia tecnológica Protección de la P.I (2.4)</p>	<p>La organización tiene formalizado (guía, instructivo, procedimiento manual etc.) un proceso de I+D+i, que permita la retroalimentación y la implementación de productos.</p>					
<p>X8. 4.1 Cultura de la Innovación</p>	<p>Tecnocentrismo, Orientación a lo práctico, Intelectualismo Pragmático</p> <p>Indicadores de innovación del país (Anexo A)</p>	<p>Objetivo 3</p>					
		<p><b>Componente</b></p>	<p><b>Muy en desacuerdo</b></p>	<p><b>Desacuerdo</b></p>	<p><b>Indeciso</b></p>	<p><b>De acuerdo</b></p>	<p><b>Totalmente de Acuerdo</b></p>
		<p>Su organización tiene una cultura tecnocentrista (es decir que busca en el desarrollo de tecnología como la primera opción para solucionar sus problemas y/o</p>					

		necesidades), con una orientación hacia las soluciones prácticas con objetivos alcanzables y funcionales.					
X8. 4.2 Transferencia de Tecnología del estado y la academia a la industria	Política pública en Transferencia de tecnología  Tecnologías transferidas (1.2, 1.3 y 3.1 de encuestas del Estado)	Objetivo 3 Son las mismas preguntas de los indicadores 1.2 y 1.3  Adicional revisar si existe una política nacional de transferencia de tecnología, elevar consulta a MINCIENCIAS y revisar la existencia documental de convenios de transferencia de tecnología en entrevistas indicador 3.1.					
X8. 4.3 Proyectos I+D aeroespaciales financiados por el estado que fortalezcan la industria.	Proyectos financiados por el estado que se reflejen en productos en el mercado. (3.1)	Objetivo 3 Esta pregunta se responde con las preguntas de la entrevista que se realiza para dar cumplimiento al indicador 3.1					
X8. 4.4 Créditos Offset	Participación en proyectos con Crédito Offset de actores de la TH  Offset destinados para proyectos de I+D Aeroespaciales.	Objetivo 3 Elevar consulta al Ministerio de Defensa Nacional. Verificar política offset Verificar gasto de créditos offset en temas aeroespaciales					

	Verificación estrategia offset	Verificar que hayan participado, la industria y la academia
X8. 4.5 Programas de apoyo áreas STEM	Determinar si en el MINDEFENSA y las universidades existen programas para fortalecer áreas STEM (1.3, 1.5 y 1.6).	Objetivo 3 Elevar consulta al MINDEFENSA Esta pregunta se responde con las preguntas de indicadores 1.3

### ANEXO K Artículos Modelo Triple Hélice para Analizar

No	Autor	Nombre	DOI
1	Wonglimpiyarat, Jarunee (6507598919)	The innovation incubator, University business incubator and technology transfer strategy: The case of Thailand	(2016) Technology in Society, 46, pp. 18 - 27, Cited 53 times. DOI: 10.1016/j.techsoc.2016.04.002
2	Ivanova, Inga (55856423500)	Quadruple Helix Systems and Symmetry: A Step Towards Helix Innovation System Classification	(2014) Journal of the Knowledge Economy, 5 (2), pp. 357 - 369, Cited 38 times. DOI: 10.1007/s13132-014-0201-z
3	Lindberg, Malin (36613383600); Lindgren, Monica (13907793400); Packendorff, Johann (13908230600)	Quadruple Helix as a Way to Bridge the Gender Gap in Entrepreneurship: The Case of an Innovation System Project in the Baltic Sea Region	(2014) Journal of the Knowledge Economy, 5 (1), pp. 94 - 113, Cited 50 times. DOI: 10.1007/s13132-012-0098-3
4	Benner, Mats (7004138794); Sandström, Ulf (6603201605)	Institutionalizing the triple helix: Research funding and norms in the academic system	(2000) Research Policy, 29 (2), pp. 291 - 301, Cited 225 times. DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00067-0
5	Leydesdorff, Loet (7003954276); Fritsch, Michael (7005829926)	Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of a Triple Helix dynamics	(2006) Research Policy, 35 (10), pp. 1538 - 1553, Cited 150 times. DOI: 10.1016/j.respol.2006.09.027
6	Yoon, Jungwon (56531147200)	The evolution of South Korea's innovation system: moving towards the triple helix model?	(2015) Scientometrics, 104 (1), pp. 265 - 293, Cited 37 times. DOI: 10.1007/s11192-015-1541-6
7	Park, Han Woo (10043514200); Hong, Heung Deug (57208197645); Leydesdorff, Loet (7003954276)	A comparison of the knowledge-based innovation systems in the economies of South Korea and the Netherlands using Triple Helix indicators	(2005) Scientometrics, 65 (1), pp. 3 - 27, Cited 97 times. DOI: 10.1007/s11192-005-0257-4

8	Lee (55980872100); Nam, Yoonjae (35811039200); Lee, Seonmi (54782972100); Son, Hyunjung (56999803700)	Determinants of ICT innovations: A cross-country empirical study	(2016) Technological Forecasting and Social Change, 110, pp. 71 - 77, Cited 59 times.	DOI: 10.1016/j.techfore.2015.11.010
9	Smith, Helen Lawton (7406226060); Bagchi-Sen, Sharmistha (6701357410)	Triple helix and regional development: A perspective from Oxfordshire in the UK	(2010) Technology Analysis and Strategic Management, 22 (7), pp. 805 - 818, Cited 48 times.	DOI: 10.1080/09537325.2010.511143
10	Leydesdorff, Loet (7003954276)	The triple helix: An evolutionary model of innovations	(2000) Research Policy, 29 (2), pp. 243 - 255, Cited 249 times.	DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00063-3
11	Etzkowitz, Henry (57207604497); Webster, Andrew (57209891668); Gebhardt, Christiane (7102570747); Terra, Branca Regina Cantisano (6506148730)	The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm	(2000) Research Policy, 29 (2), pp. 313 - 330, Cited 1474 times.	DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00069-4
12	Etzkowitz, Henry (57207604497); Zhou, Chunyan (34974963200)	Triple Helix twins: Innovation and sustainability	(2006) Science and Public Policy, 33 (1), pp. 77 - 83, Cited 135 times.	DOI: 10.3152/147154306781779154
13	Petersen, Alexander M. (25625762800); Rotolo, Daniele (36164935100); Leydesdorff, Loet (7003954276)	A triple helix model of medical innovation: Supply, demand, and technological capabilities in terms of Medical Subject Headings	(2016) Research Policy, 45 (3), pp. 666 - 681, Cited 52 times.	DOI: 10.1016/j.respol.2015.12.004
14	Li, Yin (57246830300); Arora, Sanjay (55418127000); Youtie, Jan (6603421781); Shapira, Philip (55945577300)	Using web mining to explore Triple Helix influences on growth in small and mid-size firms	(2018) Technovation, 76-77, pp. 3 - 14, Cited 34 times.	DOI: 10.1016/j.technovation.2016.01.002
15	Khan, Gohar Feroz (35731712000); Park, Han Woo (10043514200)	The e-government research domain: A triple helix network analysis of collaboration at the regional, country, and institutional levels	(2013) Government Information Quarterly, 30 (2), pp. 182 - 193, Cited 52 times.	DOI: 10.1016/j.giq.2012.09.003

16	Gunasekara, (7801362826)	Chrys	Reframing the role of Universities in the development of regional innovation systems	(2006) Journal of Technology Transfer, 31 (1), pp. 101 - 113, Cited 208 times.	DOI: 10.1007/s10961-005-5016-4
17	Etzkowitz, (57207604497)	Henry	Innovation in innovation: The Triple Helix of university-industry-government relations	(2003) Social Science Information, 42 (3), pp. 293 - 337, Cited 837 times.	DOI: 10.1177/05390184030423002
18	Zhang, Yi (57193001656); Zhou, Xiao (55794171000); Porter, Alan L. (55418378000); Gomila, Jose M.Vicente (56100326400); Yan, An (56100557100)		Triple Helix innovation in China's dye-sensitized solar cell industry: Hybrid methods with semantic TRIZ and technology roadmapping	(2014) Scientometrics, 99 (1), pp. 55 - 75, Cited 50 times.	DOI: 10.1007/s11192-013-1090-9
19	Flink, Tim (36634018800); Kaldewey, (53563852800)	David	The new production of legitimacy: STI policy discourses beyond the contract metaphor	(2018) Research Policy, 47 (1), pp. 14 - 22, Cited 56 times.	DOI: 10.1016/j.respol.2017.09.008
20	Carayannis, Elias G. (7006225155); Grigoroudis, Grigoroudis, Evangelos (6506717307); Stamati, Dimitra (57194618028); Valvi, Theodora (57209248345)		Social Business Model Innovation: A Quadruple/Quintuple Helix-Based Social Innovation Ecosystem	(2021) IEEE Transactions on Engineering Management, 68 (1), art. no. 8720229, pp. 235 - 248, Cited 37 times.	DOI: 10.1109/TEM.2019.2914408
21	Etzkowitz, (57207604497); Ranga, Marina (26428950300); Benner, Mats (7004138794); Guarany, Lucia (26428735300); Maculan, Anne Marie (26428845700); Kneller, Robert (56040641000)	Henry	Pathways to the entrepreneurial university: Towards a global convergence	(2008) Science and Public Policy, 35 (9), pp. 681 - 695, Cited 120 times.	DOI: 10.3152/030234208X389701
22	Nordberg, (56898801700); Mariussen, Åge (55971020800); Virkkala, Seija (7801645198)	Kenneth	Community-driven social innovation and quadruple helix coordination in rural development.	(2020) Journal of Rural Studies, 79, pp. 157 - 168, Cited 42 times.	DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.001

		Case study on LEADER group Aktion Österbotten		
23	Jia, Rui-Bo (56942176700); Li, Zhao-Rong (57211928697); Wu, Juan (57211915935); Ou, Zhi-Rong (57211914144); Zhu, Qiyuan (57195419461); Sun, Baoguo (7401984209); Lin, Lianzhu (37072736800); Zhao, Mouming (12762371400)	Physicochemical properties of polysaccharide fractions from <i>Sargassum fusiforme</i> and their hypoglycemic and hypolipidemic activities in type 2 diabetic rats	(2020) International Journal of Biological Macromolecules, 147, pp. 428 - 438, Cited 46 times.	DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.12.243
24	Leydesdorff, Loet (7003954276); Meyer, Martin (56575680300)	The Triple Helix of university-industry-government relations	(2003) Scientometrics, 58 (2), pp. 191 - 203, Cited 149 times.	DOI: 10.1023/A:1026276308287
25	Dooley, Lawrence (58460120300); Kirk, David (57225344466)	University-industry collaboration: Grafting the entrepreneurial paradigm onto academic structures	(2007) European Journal of Innovation Management, 10 (3), pp. 316 - 332, Cited 135 times.	DOI: 10.1108/14601060710776734
26	Leydesdorff, Loet (7003954276); Deakin, Mark (57206562504)	The triple-helix model of smart cities: A neo-evolutionary perspective	(2011) Journal of Urban Technology, 18 (2), pp. 53 - 63, Cited 250 times.	DOI: 10.1080/10630732.2011.601111
27	Etzkowitz, Henry (57207604497); De Mello, José Manoel Carvalho (8389358600); Almeida, Mariza (8389358700)	Towards "meta-innovation" in Brazil: The evolution of the incubator and the emergence of a triple helix	(2005) Research Policy, 34 (4), pp. 411 - 424, Cited 194 times.	DOI: 10.1016/j.respol.2005.01.011
28	Cooke, Phil (7201726876)	Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring 'Globalisation 2' - A new model of industry organisation	(2005) Research Policy, 34 (8), pp. 1128 - 1149, Cited 354 times.	DOI: 10.1016/j.respol.2004.12.005
29	Casas, Rosalba (7006795138); De Gortari, Rebeca	The building of knowledge spaces in Mexico: A regional approach to networking	(2000) Research Policy, 29 (2), pp. 225 - 241, Cited 36 times.	DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00062-1

	(6504231568); Santos, Ma. Josefa (7402562430)			
30	Deng, Chao (56372948800); Fu, Haitian (55245849400); Teng, Liping (8233990600); Hu, Zhun (55245849900); Xu, Xiaofei (55706185300); Chen, Jinghua (16686052300); Ren, Tianli (55351062200)	Anti-tumor activity of the regenerated triple-helical polysaccharide from <i>Dictyophora indusiata</i>	(2013) International Journal of Biological Macromolecules, 61, pp. 453 - 458, Cited 65 times.	DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2013.08.007
31	Etzkowitz, Henry (57207604497); Leydesdorff, Loet (7003954276)	The future location of research and technology transfer	(1999) Journal of Technology Transfer, 24 (2-3), pp. 111 - 123, Cited 109 times.	DOI: 10.1023/A:1007807302841
32	Etzkowitz, Henry (57207604497); Dzisah, James (15729369700)	Rethinking development: Circulation in the triple helix	(2008) Technology Analysis and Strategic Management, 20 (6), pp. 653 - 666, Cited 54 times.	DOI: 10.1080/09537320802426309
33	Sarpong, David (37066444200); AbdRazak, Azley (57003497600); Alexander, Elizabeth (36019935300); Meissner, Dirk (55337583500)	Organizing practices of university, industry and government that facilitate (or impede) the transition to a hybrid triple helix model of innovation	(2017) Technological Forecasting and Social Change, 123, pp. 142 - 152, Cited 61 times.	DOI: 10.1016/j.techfore.2015.11.032
34	Cai, Yuzhuo (36442274600)			
35	Etzkowitz, Henry (57207604497)	The new visible hand: An assisted linear model of science and innovation policy	(2006) Science and Public Policy, 33 (5), pp. 310 - 320, Cited 54 times.	DOI: 10.3152/147154306781778911
36	Leydesdorff, Loet (7003954276)	The knowledge-based economy and the triple helix model	(2010) Annual Review of Information Science and Technology, 44, pp. 365 - 417, Cited 90 times.	DOI: 10.1002/aris.2010.1440440116

37	Leydesdorff, Loet (7003954276); Dolfma, Wilfred (55921357300); Van Der Panne, Gerben (6508011052)	Measuring the knowledge base of an economy in terms of triple-helix relations among 'technology, organization, and territory'	(2006) Research Policy, 35 (2), pp. 181 - 199, Cited 126 times.	DOI: 10.1016/j.respol.2005.09.001
38	Guerrero, Maribel (23469313300); Urbano, David (23490718900)	The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations' performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy	(2017) Technological Forecasting and Social Change, 119, pp. 294 - 309, Cited 121 times.	DOI: 10.1016/j.techfore.2016.06.015
39	Svensson, Peter (39862241600); Klofsten, Magnus (6602240755); Etzkowitz, Henry (57207604497)	An Entrepreneurial University Strategy for Renewing a Declining Industrial City: The Norrköping Way	(2012) European Planning Studies, 20 (4), pp. 505 - 525, Cited 61 times.	DOI: 10.1080/09654313.2012.665616
40	Lei, Xiao-Ping (7202627176); Zhao, Zhi-Yun (35172260800); Zhang, Xu (36664089300); Chen, Dar-Zen (57192167279); Huang, Mu-Hsuan (24765951700); Zhao, Yun-Hua (36613918600)	The inventive activities and collaboration pattern of university-industry-government in China based on patent analysis	(2012) Scientometrics, 90 (1), pp. 231 - 251, Cited 51 times.	DOI: 10.1007/s11192-011-0510-y
41	Etzkowitz, Henry (57207604497); Leydesdorff, Loet (7003954276)	The dynamics of innovation: From National Systems and "mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations	(2000) Research Policy, 29 (2), pp. 109 - 123, Cited 4146 times.	DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00055-4
42	Leydesdorff, Loet (7003954276); Etzkowitz, Henry (57207604497)	Triple Helix of innovation: Introduction	(1998) Science and Public Policy, 25 (6), pp. 358 - 364, Cited 83 times.	
43	Unger, Maximilian (57195222731); Polt, Wolfgang (24336000400)	The knowledge triangle between research, education and innovation - A conceptual discussion	(2017) Foresight and STI Governance, 11 (2), pp. 10 - 26, Cited 44 times.	DOI: 10.17323/2500-2597.2017.2.10.26

44	Leydesdorff, Loet (7003954276); Etkowitz, Henry (57207604497)	Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations	(1996) Science and Public Policy, 23 (5), pp. 279 - 286, Cited 568 times	
45	Leydesdorff, Loet (7003954276); Ivanova, Inga (55856423500)	Open innovation and "triple helix" models of innovation: Can synergy in innovation systems be measured?	(2016) Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 2 (3), art. no. 11, Cited 99 times.	DOI: 10.1186/s40852-016-0039-7
46	Ivanova, Inga A. (55856423500); Leydesdorff, Loet (7003954276)	Rotational symmetry and the transformation of innovation systems in a Triple Helix of university-industry-government relations	(2014) Technological Forecasting and Social Change, 86, pp. 143 - 156, Cited 91 times.	DOI: 10.1016/j.techfore.2013.08.022
47	Carayannis, Elias G (7006225155); Campbell, David Fj (8403349000)	Developed democracies versus emerging autocracies: arts, democracy, and innovation in Quadruple Helix innovation systems	(2014) Journal of Innovation and Entrepreneurship, 3 (1), art. no. 12, Cited 91 times.	DOI: 10.1186/s13731-014-0012-2
48	Shin, Jung Cheol (11438894300); Lee, Soo Jeung (53063887200); Kim, Yangson (54415941000)	Knowledge-based innovation and collaboration: A triple-helix approach in Saudi Arabia	(2012) Scientometrics, 90 (1), pp. 311 - 326, Cited 56 times.	DOI: 10.1007/s11192-011-0518-3
49	Leydesdorff, Loet (7003954276)	Synergy in knowledge-based innovation systems at national and regional levels: The Triple-Helix model and the fourth industrial revolution	(2018) Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 4 (2), art. no. 16, Cited 47 times.	DOI: 10.3390/joitmc4020016
50	Carayannis, Elias G. (7006225155); Campbell, David F. J. (8403349000)	Triple helix, Quadruple helix and Quintuple helix and how do Knowledge, Innovation and the Environment relate to Each other? a proposed framework for a trans-	(2010) International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1 (1), pp. 41 - 69, Cited 460 times.	DOI: 10.4018/jsesd.2010010105

		disciplinary analysis of sustainable development and social ecology		
--	--	---	--	--

Fuente: Elaboración Propia

# ANEXO L Requerimiento Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS) y el Ministerio de Defensa Nacional (MINDEFENSA).



A+ A- Alto contraste ENG | FRA | POR | ESP El ministerio Quiénes Somos

## ¡Formulación exitosa!

Número de radicado:  
**20234020189052**

Su solicitud se encuentra en trámite, le recordamos que tan pronta hayamos emitido una respuesta, le informaremos mediante correo electrónico a la dirección reportada por usted

### Resumen de formulación

- Fecha: 2023-04-26-13:22:56
- Condición especial (Grupo):
- Condición especial (Subgrupo):
- Tipo de Documento: Cédula de ciudadanía
- Número de Documento: 94543258
- Nombre: Guillermo Alfonso Giraldo Martínez
- Código de País: CO
- Código de Departamento: 11
- Código de Ciudad: 1
- Correo Electrónico: guillermo.giraldo@fac.mil.co
- Teléfono: 3103019410
- Género: Masculino
- Otro Género:
- Tipo de Tramite: Petición
- Asunto: Solicitud infromacion politica de Transferencia de Tecnologia
- Observaciones: Respetuosamente me permitio solicitar su valioso apoyo con el fin de informar ¿cual es la normatividad vigente relacionada con transferencia de tecnologia.? Adicionalmente, si ¿existe una politica nacional que obligue a las entidades del estado a realizar procesos de transferencia de tecnologia hacia la industria o la academia? en caso de ser afirmativa, facilitar una copia de la politica. Asi mismo, ¿que actividades ha desarrollado el MINCIENCIAS para fomentar los procesos de Tranferencia de tecnologia en los ultimos 3 años?
- Medio de respuesta: Correo electrónico

Radicación existosa de la solicitud No. P20230502015254 



notificacion.sgdea@mindefensa365.onmicrosoft.com

to me ▾

 Spanish ▾ > English ▾ [Translate message](#)

Cordial saludo GUILLERMO ALFONSO GIRALDO MARTINEZ,

Se ha creado correctamente el radicado No:

P20230502015254

Asunto: Creditos OFFSET

Trámite: CONSULTA

Fecha y hora de radicado: 02/05/2023 08:44:42

Código de consulta (solo si es anónimo):

Correo enviado automáticamente. Por favor no responder este correo.

COPYRIGHT © IOIP SAS

Bogotá D.C. 02 de Mayo de 2023

Señores

Ministerio de Defensa Nacional

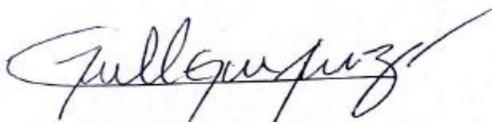
Bogotá D.C.

Asunto: Créditos OFFSET

En atención a que me encuentro desarrollando mi investigación doctoral para obtener el título como PhD en Gestión Tecnológica e Innovación que tiene por objetivo principal *"Proponer un modelo de gestión tecnológica e innovación que integre los actores de la Triple Hélice en un ecosistema de innovación para generar proyectos de I+D+i aeroespaciales de defensa para Colombia"*, respetuosamente me permito solicitar su valioso apoyo con el fin de dar respuesta a las siguientes preguntas relacionadas sobre la utilización de los créditos offset en el MDN:

1. *¿Qué actores de la academia y de la industria (diferentes a las empresas del GSED), en los últimos 5 años, han participado en procesos de transferencia de tecnología financiados con proyectos de créditos offset?*
2. *¿Qué valor de créditos offset se han destinado en los últimos 5 años para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con el sector aeronáutico y espacial en temas de defensa?*
3. *¿El ministerio de defensa cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología que integre la visión a largo plazo de todas las FFMM, que proyecte la sustitución y eliminación de importaciones de equipos y suministros de defensa, soportada en el presupuesto nacional, créditos offset e integrando a la industria (empresas diferentes al GSED) y la academia nacional?*
4. *¿En caso de existir la estrategia que líneas de investigación desarrolla?*
5. *¿El ministerio de Defensa Nacional tiene programas para estimular el desarrollo de conocimiento en áreas STEM (ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas) que transfieran el conocimiento recibido o generado desde las transferencias de tecnología forjadas por créditos offset, a la academia y que permitan generar la masa crítica del conocimiento en el país?*

Cordialmente



Mayor GUILLERMO ALFONSO GIRALDO MARTINEZ

Estudiante Doctorado Gestión Tecnológica e Innovación

## ANEXO M Respuesta MINCIENCIAS y MINDEFENSA



MINISTERIO DE CIENCIA,  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



20230220170201

DTUC

Bogotá D.C., 04-05-2023

Sr(a):

**Guillermo Alfonso Giraldo Martinez**

guillermo.giraldo@fac.mil.co

carrera 69 d No 24 - 15

Bogota, D.C.

### Asunto: Solicitud infromacion política de Transferencia de Tecnologia

Reciba un cordial saludo en nombre del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. El mejoramiento continuo de la calidad y la oportunidad en la atención al ciudadano es un reto importante para la Entidad, por tanto, agradecemos su contribución al trasmitirnos su solicitud.

Atendiendo su solicitud le informamos que actualmente no existe una política nacional que obligue a las entidades del Estado a realizar procesos de transferencia de tecnología hacia la industria o la academia. Aunque la transferencia de tecnología es fundamental para el desarrollo económico y social del país, actualmente no existe una obligatoriedad legal para las entidades estatales de realizar dicha transferencia.

Sin embargo, desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación estamos trabajando constantemente para promover la transferencia de tecnología y conocimiento entre los diferentes actores del sistema de innovación del país, incluyendo a las entidades del Estado. Estamos comprometidos en fomentar el diálogo y la colaboración entre la academia, la industria y el gobierno para lograr una mayor transferencia de tecnología y una mejor aplicación de los resultados de la investigación en el desarrollo económico y social del país.

Ahora bien, el ministerio si desarrollo una Guía para la Transferencia de Tecnología, la cual busca orientar y brindar información general sobre los principales aspectos que son importantes para llevar a cabo una transferencia exitosa de tecnología, presentando casos de éxito que contribuyan a incentivar la creación, identificación, aseguramiento, protección y transferencia de tecnología. Esta guía la podrá encontrar en el siguiente enlace:

[https://minciencias.gov.co/sites/default/files/271022\\_guia\\_para\\_la\\_transferencia\\_de\\_tecnologia.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/271022_guia_para_la_transferencia_de_tecnologia.pdf)

Av. Calle 26 No. 57-41/83 Torre 8 Piso 2/ Bogota, Colombia  
Telefono: (57-1) 625 8480 Fax: (57-1) 625 1788 Bogota D.C. - Colombia  
www.minciencias.gov.co  
<https://minciencias.gov.co/ciudadano/canal-pqrds>

En cuanto a las actividades que ha desarrollado el Ministerio para fomentar los procesos de Transferencia de tecnología, se vienen desarrollando las siguientes instrumentos:

1. Programa de creación y aceleración de Emprendimiento de Base Tecnológica: Es una iniciativa que tiene como objetivo apoyar a emprendedores e investigadores en la creación de empresas de base tecnológica, conocidas como "spin-offs o StarUp". Estas empresas se crean a partir de tecnologías, conocimientos y capacidades desarrollados en universidades, centros de investigación y empresas y buscan llevar al mercado productos y servicios innovadores y con alto valor agregado.
2. Sácale Jugo a tu Patente: Es una iniciativa que busca fomentar la transferencia de tecnología y la protección de la propiedad intelectual en Colombia. El programa está dirigido a investigadores, emprendedores y empresas que cuentan con patentes o invenciones con potencial comercial.

El objetivo del programa es brindar asesoría y capacitación en temas relacionados con la gestión de la propiedad intelectual y la transferencia de tecnología, con el fin de ayudar a los participantes a identificar oportunidades de comercialización de sus patentes y tecnologías.

3. Estrategia Nacional de Propiedad Intelectual: Este programa tiene como objetivo fortalecer la capacidad de las empresas, universidades y centros de investigación para proteger y gestionar su propiedad intelectual. Ofrece servicios de asesoría, capacitación y apoyo financiero para la protección de invenciones, marcas y diseños industriales.

Esperamos que la información brindada sea guía para la solución de sus inquietudes de forma satisfactoria, por ello, desde el Ministerio deseamos reiterar que la razón de ser de nuestra Entidad ha sido, son y siguen siendo, los ciudadanos. Por tanto, estamos atentos a recibir las solicitudes / comentarios de ustedes a través de los canales institucionales dispuestos para atenderlos de manera oportuna.

Agradecemos diligenciar la presente Encuesta de Satisfacción, la cual nos ayudara a mejorar nuestro servicio.

<https://forms.gle/WFU8fHBdREmws8Jv8>.

Cordialmente,

**Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación**



**martes, 16 de mayo de 2023**

 Firmado digitalmente

NO. RS20230516049773



**MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL**

← Al contestar por favor cite este número

Bogotá D.C.,



MINDEFENSA  
Rad No. RS20230516049773  
Anexos: Si Con copia: No  
Fecha: 16/05/2023 09:01:46



Señor

**GUILLERMO ALFONSO GIRALDO MARTINEZ**  
CARRERA 69D NO 24-15 APARTAMENTO 402 BLOQUE 20  
doctoradogestiontecnologica@gmail.com  
Bogota, D.C., Bogota

**Asunto: Respuesta al radicado de entrada # P20230502015254**

Respetado Mayor.

Teniendo en cuenta el derecho de petición radicado vía registro web el día martes 2 de mayo de 2023, bajo el PQR Digital # P20230502015254; en el cual solicita el apoyo del Ministerio de Defensa Nacional, con el fin de dar respuesta a unas preguntas relacionadas con la utilización de los créditos *Offset* en el Sector, con toda atención me permito enviarle las respuestas a sus interrogantes, acuerdo el marco normativo vigente en materia de *Offset* en Colombia.

1. *¿Qué actores de la academia y de la industria (diferentes a las empresas del GSED), en los últimos 5 años, han participado en procesos de transferencia de tecnología financiados con proyectos de créditos offset?*
- R - En los últimos 5 años, ningún actor de la academia o la industria ha participado en los procesos de transferencia de tecnología mediante proyectos realizados con créditos offset. Los esfuerzos en esta materia se han enfocado en otorgar capacidades a la Fuerza Pública y a las empresas del Grupo Social y Empresarial de la Defensa, quienes se

Carrera 54 N.º 26 – 25 CAN  
Bogotá, D.C. Colombia  
PBX (57-601) 315 0111 - Línea gratuita 018000 913022  
Código Postal: 111321  
www.mindefensa.gov.co

Código de verificación: 385bdac2-995e-4631-ab54-b2edb8788f64  
Url: https://wasedeelectronica.azurewebsites.net/Mindefensa.htm?#/verify-document/385bdac2-995e-4631-ab54-b2edb8788f64

**martes, 16 de mayo de 2023**



**MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL**

NO. RS20230516049773

← Al contestar por favor cite este número

constituyen como receptores de cada proyecto, de acuerdo con su misionalidad. Aspectos como una falta de institucionalidad definida, así como ausencia de gobernanza y herramientas en materia de selección de un tercero (diferentes al Sector Defensa), además de las condiciones para su elección por encima de las Fuerzas y el GSED generaron que la línea de *offsets* civiles no se desarrollara por la falta de reglamentación complementaria al CONPES 3522/2008 para su implementación. De hecho, los únicos dos casos se remontan al inicio de la política, no obstante, no se evidencia que en Colombia históricamente este tipo de *offsets* hayan tenido alguna evolución.

2. *¿Qué valor de créditos offset se han destinado en los últimos 5 años para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con el sector aeronáutico y espacial en temas de defensa?*

R -

Identificación del Convenio Derivado	Objeto de la Cooperación Industrial y Social – <i>Offset</i> pactado en el Convenio Derivado	Valor del Convenio en Créditos <i>Offset</i>	Receptor
Convenio Derivado No. 1/18	Transferencia de tecnología para simulación de sistemas de comunicación aire-tierra y red, sistemas transportables y uso de fajas de vuelo electrónica .	\$ 2.758.977,82	COGFM - FAC
Convenio Derivado No. 07/18	Modelado, análisis y optimización de las operaciones aéreas y de mantenimiento de la FAC.	\$ 9.575.000,00	FAC
Convenio Derivado No. 1/19	Centro de instrucción en caída libre e investigación aeronáutica para la Fuerza Aérea Colombiana .	\$ 118.000.000,00	FAC
Convenio Derivado No. 7/18	Asimilación, planeación y capacitación avanzada del sistema ARPIA IV .	\$ 36.500.000,00	FAC
		<b>\$ 166.833.977,82</b>	

**martes, 16 de mayo de 2023**



**MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL**

NO. RS20230516049773



Al contestar por favor cite este número

5. *¿El Ministerio de Defensa Nacional tiene programas para estimular el desarrollo de conocimiento en áreas STEM (ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas) que transfieran el conocimiento recibido o generado desde las transferencias de tecnología forjadas por créditos offset, a la academia y que permitan generar la masa crítica del conocimiento en el país?*

R- En línea con la respuesta emitida en el numeral 1, el Ministerio de Defensa Nacional no tiene categorías específicas (como conocimientos en áreas STEM) para el cumplimiento de la política de Offset, pues busca de manera general la obtención de conocimiento y tecnología en capacidades de todo tipo, de acuerdo con las necesidades del Sector.

Lo anterior alineado con lo dispuesto por el CONPES 3522/2008, así:

“En general, los países han creado políticas en este ámbito, dependiendo de sus intereses, como herramienta para:

1. Equilibrar la balanza comercial. Para muchos países la salida de divisas como consecuencia de una compra de material de defensa a una empresa extranjera puede significarle problemas de balanza comercial. En este caso, se emplean los offsets para mitigar este efecto.
2. Promover inversiones para las cuales no hay incentivos. Los offsets permiten que empresas de un determinado país sean tenidas en cuenta por las empresas extranjeras para el desarrollo de negocios conjuntos. Con el ánimo de honrar una obligación de cooperación industrial y social - offset adquirida, el contratista extranjero podrá buscar socios locales para adelantar empresas conjuntas, lo cual en

**martes, 16 de mayo de 2023**



**MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL**

NO. RS20230516049773



Al contestar por favor cite este número

un escenario sin offsets sería muy poco probable, por falta de incentivos para ello.

3. Recibir transferencia tecnológica. El conocimiento es la base del desarrollo y es, por lo tanto, el bien más solicitado en los acuerdos o convenios de cooperación en el mundo entero. Usualmente, se intenta pactar aquella transferencia tecnológica que no está disponible de ninguna otra forma. Los acuerdos de cooperación son realmente una excelente oportunidad para acceder a conocimiento.

4. Tener acceso a la red internacional de compañías proveedoras de material de defensa. Al llamar la atención de las empresas extranjeras, también se está entrando en los mercados internacionales. Los offsets pueden obligar a las empresas proveedoras a subcontratar a empresas nacionales para proveer mercados extranjeros.”

\*Fuente: CONPES 3522/2008 pág. 5.

Sobre la segunda parte de su pregunta, de si existen programas en áreas STEM que permitan “que (se) transfiera a la academia el conocimiento recibido”, es importante que se tenga en cuenta que en cada proyecto de offset se establecen los aspectos propios a la gestión de la propiedad intelectual e industrial, donde cada empresa proveedora de bienes y/o servicios especializados para el Sector Defensa determina el grado de acceso a su tecnología y/o conocimiento regulándose en los respectivos Convenios de Cooperación Industrial y Social – Offset mediante cláusulas de propiedad intelectual y confidencialidad.

De esta manera, en los casos donde hay transferencia de tecnología y de conocimiento no disponible en el mercado, entran a regir aspectos muy

**martes, 16 de mayo de 2023**



**MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL**

NO. RS20230516049773

← Al contestar por favor cite este número

relevantes relacionados con los activos de propiedad intelectual del transferente. Cabe mencionar que, al ser tecnología no disponible en el mercado, se encuentra protegida mediante patentes, marcas comerciales o incluso están catalogadas como secreto industrial. Es así como mientras mayor o más específico sea el nivel de transferencia tecnológica, más sensible y más protegida se encuentra la información y el conocimiento que el proveedor extranjero acepta transferir, de manera que quien detenta los derechos de PI determina el alcance y las entidades a quien les transfiere, considerando que, no es del interés de los desarrolladores, que se hagan públicos los detalles de su tecnología.

Es así como la transferencia tecnológica que las empresas extranjeras entregan a la Fuerza Pública y el GSED se basa en:

- 1) La vocación de permanencia de las instituciones,
- 2) El control que se ejerce sobre ellas,
- 3) Que los Estados exigen firma de licencias de propiedad intelectual, certificados de uso final, permisos de exportación, y demás mecanismos que les garantizan que esta tecnología no será conocida por actores externos o por otros que puedan usarla para sus propios fines comerciales.

Por lo anterior, es importante que se tenga en cuenta que el MDN no puede disponer de un conocimiento/tecnología protegidos, y que no sea de su titularidad, para transferirlos a otros a fin de generar masa crítica de conocimiento en el país.

**martes, 16 de mayo de 2023**



**MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL**

NO. RS20230516049773



Al contestar por favor cite este número

Finalmente, se adjunta la respuesta emitida por la Dirección de Proyección por Capacidades e Innovación, mediante memorando No. M20230512004878.

Cordialmente,

**Monica Janeth Nariño Segura**  
**Directora De Planeación Y Presupuesto**

**Anexos:** m20230512004878 dpcei enviando a dpp respuesta a los puntos 3 y 4 derecho de petición my-fac.pdf  
**Elaboró:** CC Edward Steer - Oficial Asesor Grupo de Seguimiento a *Offset*  
**Visto Bueno:** PD12 Laura Vanessa Valbuena Oñate - Coordinadora Grupo de Seguimiento a *Offset*  
**Serie:** Circular/ Circular

---

Carrera 54 N.º 26 – 25 CAN  
Bogotá, D.C. Colombia  
PBX (57-601) 315 0111 - Línea gratuita 018000 913022  
Código Postal: 111321  
[www.mindefensa.gov.co](http://www.mindefensa.gov.co)

viernes, 12 de mayo de 2023



MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL

MEMORANDO No. M20230512004878

← Al contestar por favor cite este número

**PARA: MÓNICA JANETH NARIÑO SEGURA**  
**DIRECTORA DE PLANEACIÓN Y PRESUPUESTO**

**DE: JAVIER ALBERTO MODRAGÓN QUIMBAY**  
**DIRECTOR DE PROYECCIÓN DE CAPACIDADES E INNOVACIÓN(E)**

**Asunto:** Respuesta Derecho de Petición P20230502015254-Creditos Offset. Puntos 3 y 4

Estimada Mónica,

Teniendo en cuenta el memorando No. M20230505004582, mediante el cual solicita respuesta a los puntos 3 y 4, del Derecho de Petición No P20230502015254- Créditos Offset, y en atención a las funciones del Grupo de Ciencia, Tecnología e Innovación orgánico de esta Dirección, de manera atenta me permito responder a las preguntas:

*3. ¿El Ministerio de Defensa Nacional cuenta con una estrategia de ciencia y tecnología que integre la visión a largo plazo de todas las FFMM, que proyecte la sustitución y eliminación de importaciones de equipos y suministros de Defensa, soportada en el presupuesto nacional, créditos offset e integrando a la industria (empresas diferentes al GSED) y la academia nacional?*

El Ministerio de Defensa Nacional cuenta con una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector Defensa y Seguridad publicada en 2011, la cual se actualizó y a la fecha se encuentra en proceso de aprobación en el despacho del señor Ministro.

Dentro de la Política de CTel de 2011, en el rol que desempeña la CTel para el sector Defensa de apoyo al cumplimiento de la misión constitucional de la Fuerza Pública, se busca alcanzar la autosuficiencia e independencia estratégica del Sector.

viernes, 12 de mayo de 2023



MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL

MEMORANDO No. M20230512004878

← Al contestar por favor cite este número

"La autosuficiencia como principio rector de esta política busca generar, inicialmente, procesos que permitan al SD y al país acumular y desarrollar una base de conocimiento científico y tecnológico, que llevará como consecuencia a reducir la dependencia del Sector en áreas estratégicas de actores extranjeros. Lo anterior, implica apoyar actividades de CTel, y a su vez, generar las condiciones necesarias para que se logre el aprovechamiento de las capacidades adquiridas a través de estas."<sup>1</sup>

Adicionalmente, en la Política de CTel de 2011 uno de sus lineamientos, específicamente:

**"2.3 Cooperación industrial y social Offset**, menciona a la política de cooperación industrial y social Offset como un mecanismo fundamental para la generación de capacidades y ventajas tecnológicas que contribuyan a la modernización y a la autosuficiencia de las fuerzas Armadas" (CONPES 3522 de 2008).

"En lo que hace a la autosuficiencia en el ciclo de vida se busca obtener una independencia estratégica y tecnológica de proveedores extranjeros"

"En consecuencia, los proyectos de Offset sustituirán las importaciones, evitando la salida de divisas del país, bien sea por la compra de equipos y material de defensa, por el mantenimiento de estos o por el entrenamiento para su uso"

Es de anotar, que la Política de CTel no contiene una estrategia específica en el tema de *sustitución y eliminación de importaciones de equipos y suministros de Defensa*, teniendo en cuenta que este tipo de decisiones se toman al más alto nivel en cada Fuerza y la CTel puede ser uno de los mecanismos para apalancar este fin.

4. *¿En caso de existir la estrategia que líneas de investigación desarrolla?*

---

<sup>1</sup>Premisa que continua vigente en el proyecto de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector Defensa 2023.

viernes, 12 de mayo de 2023



MINISTERIO DE DEFENSA  
NACIONAL

MEMORANDO No. M20230512004878

← Al contestar por favor cite este número

Como se mencionó en el punto anterior, no se ha trabajado una estrategia específica de sustitución de importaciones.

Cordialmente,

**JAVIER ALBERTO MONDRAGÓN QUIMBAY**  
Director de Proyección e Capacidades e Innovación (e)

Revisó: Olga Lucía Saavedra- Coordinadora de Grupo de Ciencia, Tecnología e Innovación.  
Elaboró: Andrés Ríos Muñoz- Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación.