



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

**“Desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México,
Canadá y EE.UU. a partir de la I+D e IED, 2005-2015”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

PRESENTA:

L.C. DIEGO DANIEL CHAMÓNICA ZACARÍAS

DIRECTOR DE TESIS:

DR. MARIO GÓMEZ AGUIRRE

MORELIA, MICHOACÁN, ABRIL 2017.

AGRADECIMIENTOS

Las personas que me brindaron su ayuda en este proceso con sus consejos y sugerencias fueron innumerables, las cuales hicieron que esta etapa de aprendizaje fuera una grata experiencia personal y académica.

A mi madre la Sra. Esther Zacarias, por enseñarme que siempre hay que seguir adelante a pesar de las adversidades. A mis hermanos por compartirme sus conocimientos.

A Norma, mi novia, una gran persona y compañera, agradezco ya que ha sido una pieza indispensable en este proceso, por su cariño, consejos, apoyo y aliento.

A mis amigos y compañeros de maestría por compartir sus ideas, conocimientos, comentarios, momentos y sin fin de experiencias divertidas.

A mi asesor Dr. Mario Gómez Aguirre, por el tiempo dedicado y sus consejos académicos, y demás profesores del ININEE que me compartieron sus valiosos conocimientos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico que me brindo para estudiar este programa y lograr obtener un grado académico más.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
1 Planteamiento del problema.....	11
1.1 Descripción de problema.....	11
1.2 Preguntas de investigación	17
1.2.1 Pregunta general.....	17
1.3 Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.4 Justificación.....	17
1.4.1 Trascendencia.....	17
1.4.2 Horizonte espacial y temporal.....	18
1.4.3 Viabilidad de la investigación.....	18
1.5 Tipo de investigación.....	19
1.6 Método y metodología de la investigación.....	20
1.7 Hipótesis de la investigación.....	21
1.7.1 Hipótesis general.....	21
1.8 Identificación de variables.....	21
1.8.1 Variable dependiente.....	21
1.8.2 Variable independiente.....	21

1.9 Instrumentos	22
1.9.1 Instrumentos cuantitativos	22
1.9.2 Instrumentos cualitativos	22
1.10 Universo y muestra de estudio	22
1.11 Alcances y limitaciones de la investigación	22
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DESARROLLO TECNOLÓGICO.....	24
2. TEORÍAS DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO.....	24
2.1 Conceptualización	24
2.2 Teorías y aportes de Schumpeter	26
2.2.1 Teoría del desenvolvimiento económico	28
2.2.2 Emprendedor y empresario	30
2.2.3 Innovación	32
2.2.4 Destrucción Creativa	33
2.3 Aportes teóricos más recientes	34
2.3.1 Modelo Szczurek	34
2.3.2 Teoría evolucionista del cambio económico.....	36
2.3.3 Modelo de crecimiento Aghion y Howitt	40
2.3.4 Dinámica del cambio tecnológico en la industria.....	42
2.4 Metodologías desarrolladas	44
2.4.1 Manual de Oslo.....	44
2.4.2 Manual de Frascati	48
2.4.3 Manual de Bogotá.....	51
2.5 Desarrollo tecnológico y económico.....	55
2.6 Evidencia empírica de desarrollo tecnológico	56
CAPÍTULO 3. INDUSTRIA AERONÁUTICA MEXICANA	58

3.1	Inicios de la industria aeronáutica en México	59
3.2	Características de la industria	63
3.3	Estadísticas y números a nivel mundial	64
3.3.1	Producción Mundial	64
3.3.2	Tráfico aéreo global	66
3.3.3	Inversión industria mundial	66
3.3.4	Clúster Mundiales	71
3.3.5	Tendencias mundiales	72
3.4	Estadísticas y números de la industria en México.....	75
3.4.1	Balanza comercial – Industria aeronáutica.....	76
3.4.2	Empresas instaladas	78
3.4.3	Distribución geográfica	78
3.4.4	Segmentación de la industria	79
3.4.5	Empleos generados.....	81
3.4.6	Inversión extranjera directa-Aeronáutica	82
3.4.7	Aglomeración de empresas	83
3.4.8	Capital humano.....	87
3.4.9	Instituciones de apoyo y control en la aeronáutica.....	90
3.4.10	Tendencias de la industria nacional	91
3.4.11	Estrategia nacional	95
3.5	Estadísticas y números de la industria en Canadá	101
3.5.1	Importancia de la industria canadiense	101
3.5.2	Segmentación de la industria	102
3.5.3	Empleo y su distribución geográfica	103
3.5.4	Exportaciones de la industria canadiense	104

3.5.5 Capital Humano	106
3.5.6 I+D en la industria canadiense	107
3.6 Estadísticas y números de la industria en Estados Unidos de América.....	109
3.6.1 Ventas e ingresos de la industria estadounidense	109
3.6.2 Balanza comercial estadounidense	110
3.6.3 Los impuestos de la industria	112
3.6.4 Empleos generados.....	113
CAPÍTULO 4. MODELOS ECONOMETRÍCOS	116
4.1 Econometría	116
4.2 Modelo econométrico de datos panel.....	117
4.3 Estimación de modelos con datos panel	118
4.4 Ventajas del uso de datos panel	118
4.5 Prueba de Hausman- Efectos fijos y aleatorios.....	119
4.6 Raíz unitaria.....	121
4.7 R ² cuadrada	122
4.8 Modelo econométrico aplicado en la investigación	123
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS....	125
5.1 Prueba de raíz unitaria- estacionariedad.....	125
5.2 Efectos aleatorios	127
5.3 Método de efectos fijos.....	129
5.4 R ² cuadrada	131
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES.....	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137

ANEXO 1. DATOS Y TABLAS DE ESTUDIO MÉXICO, CANADÁ Y EE.UU.....	144
ANEXO 2. MATRIZ DE CONGRUENCIA.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo General de Desarrollo Tecnológico, por Szczurek (1988).....	35
Figura 2. Producción mundial del sector aeroespacial, 2013	65
Figura 3. Tráfico aéreo global (1981 a 2015).....	66
Figura 4. Inversión Aeroespacial 1990-2009.....	67
Figura 5. Inversión Aeroespacial – Ingeniería e I+D.....	68
Figura 6. Inversión Aeroespacial – Manufactura.....	69
Figura 7. Inversión Aeroespacial – Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRO).....	70
Figura 8. Clústeres aeroespaciales globales – MRO	72
Figura 9. Producción pronosticada anual 2015-2033.....	73
Figura 10. Nuevas aeronaves demandadas por pasajeros y cargueros.....	74
Figura 11. Plantilla aérea estimada 2014-2034.....	75
Figura 12. Industria aeronáutica – Balanza comercial Exportaciones.....	76
Figura 13. Industria aeronáutica – Balanza comercial.....	77
Figura 14. Empresas sector aeronáutico en México 2008-2014.....	78
Figura 15. Número de compañías en cada estado, 2014.....	79
Figura 16. Segmentación de compañías de la industria aeroespacial en México.....	80
Figura 17. Tamaño de las compañías de la industria aeroespacial en México.....	81
Figura 18. Empleos en la industria aeroespacial mexicana.....	82
Figura 19. Origen de la IED en el sector aeronáutico.....	83
Figura 20. Clústeres de la industria aeroespacial mexicana.....	84

Figura 21. Características clústeres en la industria aeroespacial mexicana.....	85
Figura 22. Productos y artículos aeronáuticos manufacturados (2010).....	87
Figura 23. Necesidades de personal en la industria aeroespacial mexicana.....	88
Figura 24. Instituciones de educación para la industria aeroespacial.....	89
Figura 25. Cobertura educativa e Instituciones.....	90
Figura 26. Pronóstico de la industria nacional aeroespacial 2020.....	92
Figura 27. Estimado aeronaves de un pasillo y jets de negocios 2013-2023	93
Figura 28. Compañías aeroespaciales en México por tipo, a 2020.....	94
Figura 29. Compañías aeroespaciales en México, por origen, a 2020.....	95
Figura 30. Ciclo de vida del avión en México.....	96
Figura 31. Hitos estratégicos	97
Figura 32. Ingresos de la industria 2010-2015 en Canadá.....	101
Figura 33. Participación de actividades en la industria.....	102
Figura 34. Distribución del empleo en Canadá.....	103
Figura 35. Distribución del empleo en Canadá.....	104
Figura 36. Destinos de exportaciones.....	105
Figura 37. Exportaciones e importaciones industria en Canadá (miles de millones USD).....	106
Figura 38. Composición plantilla de trabajadores.....	107
Figura 39. Inversión en I+D (millones USD).....	108
Figura 40. Ventas de la industria 2013-2015 (billones de USD).....	110
Figura 41. Importaciones y exportaciones (billones USD).....	111
Figura 42. Países importaciones y exportaciones de EE.UU.....	111

Figura 43. Estados exportadores de la industria aeroespacial en EE.UU.	112
Figura 44. Impuestos recaudados de la industria estadounidense.....	113
Figura 45. Empleos generados por el sector en EE.UU.....	114
Figura 46. Empleos generados por la industria en EE.UU.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESULTADOS PRUEBA RAÍZ UNITARIA NPAT	126
TABLA 2. RESULTADOS PRUEBA RAÍZ UNITARIA ID.....	126
TABLA 3. RESULTADOS PRUEBA RAÍZ UNITARIA IED.....	126
TABLA 4. MÉTODO DE ESTIMACIÓN EFECTOS ALEATORIOS	127
TABLA 5. PRUEBA DE HAUSMAN.....	128
TABLA 6. MÉTODO DE ESTIMACIÓN EFECTOS FIJOS- (SUR).....	129
TABLA 7. ESTADÍSTICO R ² CUADRADA.....	131
TABLA 8. DATOS PANEL MÉXICO, CANADÁ y EE.UU. 2005-2105.....	144
TABLA 9. LOGARITMOS DATOS PANEL MÉXICO-CANADÁ 2005-2015.....	145
TABLA 10. PATENTES MÉXICO 2005-2015	147
TABLA 11. PATENTES CANADÁ 2005-2015	147
TABLA 12. PATENTES EE.UU. 2005-2015.....	148
TABLA 13. IED DIRECTA RECIBIDA POR INDUSTRIA AEROESPACIAL-MÉXICO 1999-2015.....	149
TABLA 14. IED DIRECTA RECIBIDA POR INDUSTRIA AEROESPACIAL EE.UU. (MILLONES DE USD) 2005-2015.....	150
TABLA 15. TIPO DE CAMBIO MXN A USD 2005-2015.....	151
TABLA 16. DATOS MÉXICO 2005-2015.....	152
TABLA 17. DATOS CANADÁ 2005-2015.....	154
TABLA 18. DATOS EE.UU. 2005-2015.....	156
TABLA 19. GASTOS I+D INDUSTRIA AEROESPACIAL CANADÁ 2005-2015.....	158
TABLA 20. IPC EE.UU. 2005-2015.....	159

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AEM: Agencia Espacial Mexicana

BM: El Banco Mundial

COMEIA: Consejo mexicano de educación aeroespacial

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil

DGIE: Dirección General de Inversión Extranjera

DGIPAT: Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología

FEMIA: Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial

I+D: Investigación y Desarrollo

IED: Inversión extranjera directa

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

MCO: Mínimos cuadrados ordinarios

MEF: Modelo de efectos fijos

MEFA O MCE: Modelo de efectos aleatorios

MRO: Mantenimiento, Reparación y Revisión

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OEA: Organización de los Estados Americanos

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PIB: Producto Interno Bruto

RICYT: Red Iberoamericana/Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

SE: Secretaría de Economía

TNCA: Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas

UNAQ: Universidad Aeronáutica en Querétaro

UTEQ: Universidad Tecnológica de Querétaro

ZEE: Zona Económica Especial

RESUMEN

El presente trabajo estudia la información más relevante y actualizada de la industria aeroespacial en el mundo, así como los datos e información de la industria en México, Canadá y Estados Unidos. Se hace una revisión de la industria aeroespacial en cada uno de los países de estudio, así como los empleos generados e inducidos, la capacidad productiva, la distribución geográfica de las industrias, capital humano disponible, inversión en I+D, balanza comercial de la industria, instituciones gubernamentales, tendencias y estrategias en el mercado mundial.

Finalmente, como parte metodológica para análisis de datos se aplica un modelo econométrico de datos panel a la industria aeroespacial de México, Estados Unidos y Canadá por el periodo 2005-2015, en el que se hace un análisis del efecto que tienen las patentes, las cuales funcionan como variables dependientes, y la inversión en investigación y desarrollo e inversión extranjera directa variables que actúan como independientes en el presente estudio. Los resultados preliminares han arrojado una relación directa entre estas variables, pero además se establece el grado y niveles en el que estas variables explican el desarrollo de tecnología en la industria aeroespacial.

Palabras clave: Industria aeroespacial, desarrollo tecnológico, inversión en I+D, innovación, patentes.

ABSTRACT

The present work has gathered the most relevant and updated information of the aerospace industry in the world, as well as the data and information of the industry in Mexico, Canada, and the United States. A review of the aerospace industry is carried out in each of the study countries, the generated and induced jobs, the productive capacity, the geographic distribution of the industries, the human available capital, R & D investment, trade balance of Industry, government institutions, trends and strategies in the world market.

Finally, as a methodological part for the analysis of data, an economic model of data panel is applied for the aerospace industry of Mexico, United States and Canada for the period 2005-2015, in which a correlation analyzes the effect of patents, as dependent variable and investment in research and development and foreign direct investment variables acting as independent in the present study. The preliminary results have shown a direct relationship between these variables, but also the levels and levels are established in the variables that explain the development of the technology in the aerospace industry.

Keywords: Aerospace industry, technological development, investment in R&D, innovation, patents.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación analiza la problemática existente en cuanto a la generación de conocimiento científico y desarrollo tecnológico de la industria aeronáutica que en años recientes se ha convertido en una plataforma de crecimiento y generación de empleo muy importante en diversos estados de la república mexicana. Se reúnen informes de las principales firmas consultoras a nivel mundial, además de los principales fabricantes dentro de la industria, informes gubernamentales e información de los institutos y departamentos de estadística e innovación.

El objetivo del trabajo de investigación es conocer la relación existente entre las variables de estudio, como variable dependiente el número de patentes solicitadas usado como indicador de desarrollo tecnológico, y las variables independientes inversión en investigación y desarrollo (I+D) e Inversión extranjera directa (IED), en la industria de aeronáutica, 2005-2015.

El presente trabajo de investigación realizado está dividido en seis capítulos. En el capítulo número 1 se abordan los fundamentos de la investigación integrado por planteamiento del problema, preguntas, objetivos, justificación de la investigación, hipótesis, identificación de las variables, así como el alcance de la presente investigación.

En el siguiente capítulo se aborda el marco teórico en el que se presentan las principales teorías que aportan los fundamentos a el presente trabajo, teorías de desarrollo tecnológico y económico a través de las innovaciones

de las firmas e individuos representadas por Schumpeter (1997), complementadas por teorías más recientes de Nelson y Winter (1982), Pavitt (1984), y Lall (1992). Adicionalmente se aborda el tema de la revisión empírica de estudios previos realizados en el contexto de medición de desarrollo tecnológico tema principal y de interés en la presente investigación.

El capítulo 3 aborda el tema de la industria aeronáutica y aeroespacial en el mundo estableciendo un contexto de la situación actual de esta industria así mismo se establece una visión de ella en los países en los que se centra este estudio. Para el caso de México, Canadá y Estados Unidos de América se hace una revisión sectorial de esta industria, puntualizando los principales puntos fuertes de estas como, exportaciones, valor de producción y expectativas de crecimiento.

En el capítulo 4 se realiza una revisión del modelo econométrico a usar, en este caso se utilizarán datos de panel. Así mismo, las pruebas y supuestos que debe de cumplir para su correcta aplicación.

En el capítulo 5 se muestran y explican los resultados obtenidos de la aplicación del modelo y las pruebas que implica. Finalmente, en los apartados de Conclusiones y Recomendaciones se muestran las conclusiones que se hicieron a partir de los resultados obtenidos del modelo econométrico y la exposición de las recomendaciones realizadas.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1 Planteamiento del problema

Uno de los problemas en México para el desarrollo económico es la falta de desarrollo tecnológico, la principal problemática o variable a estudiar y analizar, que afecta es la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D).

En el siguiente apartado se abundará más acerca del principal problema que se tratará en esta investigación.

1.1 Descripción de problema

La finalidad de este trabajo de investigación es analizar las principales determinantes del desarrollo tecnológico en el sector industrial aeronáutico mexicano, canadiense y estadounidense. La investigación tiene como propósito acercar y conocer las posibilidades de progreso para esta industria que en años recientes ha llegado al país con una fuerza y presencia muy importante convirtiéndola en una industria de suma importancia para la generación de empleos, mayores recaudaciones fiscales, capacitación de alta especialidad, desarrollo de proveedores locales a la industria y consigo una modernidad tecnológica para el país.

Existe un gran desinterés por parte del gobierno referente al desarrollo de tecnología en México ya que en cuanto al gasto I+D es el país más rezagado entre las naciones que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). De acuerdo con un reporte de este organismo, durante 2009 México invierte en un año el equivalente a 0.4% por

ciento de su Producto Interno Bruto (PIB) en investigación y desarrollo, porcentaje que lo ubica en el último sitio entre las naciones que pertenecen a ese organismo, y que a precios actuales equivale a 51 mil 450 millones de pesos, unos 3 mil 958 millones de dólares (González, 2009).

Son muy notorias estas cantidades invertidas si se compara contra los países que más invierten en investigación que es Israel, Corea, y Japón con un 4.21%, 4.15% y 3.47% del PIB (OCDE, 2015).

Es evidente que con una inversión tan poco alentadora para el desarrollo de tecnología el desarrollo económico y tecnológico en el país está muy atrasado con el resto del mundo, lo que lleva a México a estar dentro de los países con últimos lugares de dicha organización en cuanto inversión en este rubro comprado con los demás países integrantes. Por otra parte, existe un desinterés general de los empresarios mexicanos a impulsar el desarrollo tecnológico en sus empresas por medio de la inversión en I+D.

México destina sólo entre 0.39 y 0.4 por ciento de su PIB, a la ciencia y tecnología, lo cual es insuficiente. Por eso dentro de las naciones que forman parte de la OCDE ocupa el último lugar en esta área. El promedio del gasto destinado a investigación y desarrollo por los países miembros de la OCDE es equivalente al 2.3 del PIB dentro del bloque.

De acuerdo con datos del Banco Mundial (BM,2014), México alcanza el 17.1% del total de sus importaciones anuales para 2013 en bienes de tecnologías de la información y la comunicación.

En cuanto a exportaciones de alta tecnología, las cifras fueron para los años 2011 y 2012 por 55,734.1 y 60,875.9 millones de dólares respectivamente de acuerdo con números del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014). Referente a las importaciones de tecnología avanzada tenemos que para el año 2011 se importó 68,780.4 y para 2012 71,303 millones de dólares para ambos casos (INEGI, 2014). Existe un déficit en la balanza de pagos tecnológica como se puede observar ya que en ambos años las importaciones son mayores a las exportaciones dentro de este sector.

Como se ve el país tiene un porcentaje elevado de importaciones de tecnología ya que no se puede conseguir la tecnología necesaria en el país, se debe de recurrir a países extranjeros para poder tener acceso a ésta, debido al desinterés que existe por el gobierno y empresarios para desarrollarla en el país, aunado a esto existen grandes empresas en especial el sector aeronáutico que emplea y demanda la tecnología más avanzada, pero esta no se produce en el país, ya que los procesos de investigación, diseño, desarrollo y conocimientos son del extranjero, se necesita una estrategia que permita al país desarrollar la tecnología y no terminar siendo una maquila solamente.

Desde hace 10 años y hasta el año 2014 la industria aeronáutica y aeroespacial en México ha crecido de manera muy rápida y significativa

desde la instalación de la planta de Boeing¹ en Querétaro, desde entonces México fue visto por las demás compañías extranjeras para el establecimiento de sus fábricas y empresas en el país. En años recientes se tiene que el estado líder en este sector en relación a atracción de inversión extranjera directa (IED) anual es Chihuahua, seguido por Baja California y en tercer puesto a Querétaro de acuerdo a datos de con la Dirección General de Inversión Extranjera (DGIE) (Almanza, 2015).

Entre las entidades federativas que más han desarrollado esta industria a lo largo del tiempo, se encuentra Querétaro con el 46.9%, Baja California con el 13.1% y Chihuahua con el 11.2% de la IED captada entre los años 1999 y hasta el segundo trimestre de 2015 de un total de 3,273.2 millones de dólares estadounidenses (mdd) invertidos en este periodo de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía (SE, 2015).

En contraste Canadá con un porcentaje mucho mayor, para los años 2013 y 2014 invirtió el 1.69 y 1.61% de su PIB respectivamente en cuanto a gasto en investigación y desarrollo (OCDE, 2015).

En relación a la industria aeronáutica es el país en tercera posición a nivel mundial en cuanto a intensidad en inversión en I+D sólo por detrás de Francia y EE.UU. Esta industria es la más fuerte en cuanto a inversión en I+D, cerca del 20% de la actividad industrial es dedicada a I+D, representando en

¹ Boeing es la mayor compañía aeroespacial del mundo, el mayor fabricante de aviones comerciales y de defensa, espacio y sistemas de seguridad (Boeing, 2016).

promedio una inversión total de 1.9 billones de dólares al año (IDES, AIAC, 2016).

Adicionalmente Bombardier, una de las empresas más importantes del mundo en esta industria es de origen canadiense. Canadá es el tercer productor de aeronaves civiles a nivel global exportando el 80% de su producción. El mercado aeronáutico en Canadá en relación a manufactura y mantenimiento, reparación y revisión (MRO) experimentaron un crecimiento de 11% y 25% respectivamente del PIB de la industria entre 2010 y 2015 (IDES, AIAC, 2016).

En relación a EE.UU. para el año 2015 la industria aeroespacial y de defensa estadounidense generó \$608 billones de dólares estadounidenses en ventas, y durante los últimos tres años las ventas de esta industria han experimentado una tasa de crecimiento anual de 1.3%. El segmento de aeronaves comerciales generó ventas por \$276 billones de dólares estadounidenses, mientras que el segmento de defensa contribuyó con \$204 billones de dólares estadounidenses (AIA, 2016).

Está visto que este ramo en cuanto a atracción de inversión es muy considerable e importante para México y las regiones donde las firmas extranjeras están instaladas, sin embargo, existe el problema que estas firmas son extranjeras, y son las mayores portadoras de capital (Almanza, 2015).

Debe de existir un interés más allá del empresario para que también invierta en el desarrollo de tecnología en el ramo. Existen casos de éxitos en los que empresas regionales se han especializado y adecuado a las necesidades del sector aeronáutico, convirtiéndose en empresas proveedoras para estas grandes firmas, el reto está en poder allegarse de esta tecnología en el país y no suceda lo que pasó en el sector automotriz, el cual causó un gran parteaguas en la economía mexicana pero que terminó sólo siendo una maquiladora dentro del país pero que no ha redituado un desarrollo tecnológico.

1.2 Preguntas de investigación

1.2.1 Pregunta general

¿Cómo incidió la inversión interna en I+D y la IED en el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo 2005-2015?

1.3 Objetivos de la investigación

En el presente estudio los objetivos de la investigación serán los siguientes;

1.3.1 Objetivo general

Investigar cómo determinó la inversión interna en I+D y la IED, el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo 2005-2015.

1.4 Justificación

1.4.1 Trascendencia

El desempeño de la industria aeronáutica tiene gran relevancia para el desarrollo económico de México, debido a que es una rama de la industria muy importante para el desarrollo y transferencia de tecnología para el país. Tanto que beneficia a otras industrias como la del acero, textil, plástico, electrónica y a otro amplio sector, así mismo tiene un gran impacto en la creación de empleos que requieren de alta especialización.

Es relevante el estudio a realizar ya que ayudará a explicar cómo el desarrollo de la tecnología aeronáutica en el país trae consigo un desarrollo económico

que impacta en las distintas regiones donde están establecidas estas distintas compañías y firmas, trayendo consigo un impacto favorable en todos sentidos a la economía.

La investigación será de gran apoyo para comprender como puede aprovecharse esta tecnología y en un futuro hacer esta tecnología de las empresas y firmas mexicanas, para así convertirse en pioneras de la industria.

La teoría analizada y compilada será de apoyo para siguientes investigaciones, en cuanto al trabajo metodológico también se propondrán sistemas de análisis de los datos recabados y métodos que posteriormente serán un punto de partida para los estudios futuros que se pretendan hacer del tema ya que es un importante y novedoso tópico de estudio.

1.4.2 Horizonte espacial y temporal

El periodo a estudiar y medir será por los años 2005- 2015, en la industria aeronáutica de México, Canadá y EE.UU.

1.4.3 Viabilidad de la investigación

Esta investigación es posible de realizar ya que existe información disponible en las distintas organizaciones e instituciones como lo son:

- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA).
- Secretaría de Economía (SE).
- Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- El Banco Mundial (BM).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- Dirección General de Inversión Extranjera (DGIE).
- Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- Aerospace Industries Association of Canada (AIAC).
- Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED)
- Statistics Canada
- Aerospace Industries Association (AIA).
- The National Science Foundation (NSF).
- The Economic Census is the U.S. Government's oficial.

1.5 Tipo de investigación

La investigación a desarrollar en el presente estudio comprenderá un alcance explicativo entendiéndose por este tipo de estudio aquel que establecerá una relación entre las variables de estudio, es decir, se explicará cómo un determinado número de variables o sucesos afectan, en este caso la I+D y la IED, y se relaciona con el problema principal, a estudiar en este caso el desarrollo de tecnología en México, Canadá y EE.UU. en el sector aeronáutico.

El presente trabajo será además un trabajo de investigación explicativo el cual establece una relación, en otras palabras, causa y efecto de la variable

que se investigará sobre el desarrollo de tecnología en México, Canadá y EE.UU. en el sector aeronáutico.

1.6 Método y metodología de la investigación

El presente estudio se realizará a través del método científico, específicamente por medio del método histórico comparativo ya que se analizarán datos históricos acerca del problema de estudio que a su vez se les dará un tratamiento con las herramientas necesarias para el análisis de estos. Para el presente trabajo de investigación el método inductivo será de gran utilidad debido a que a través del análisis de datos obtenidos de las diferentes fuentes y bases datos se podrá hacer un razonamiento general de los que está pasando en el sector aeronáutico. La investigación además se basará en el método inductivo-deductivo ya que se partirá de una muestra específica de la población total o universo de estudio en este caso la muestra será un número seleccionado como apropiado de empresas o firmas dentro del ramo aeronáutico, que a su vez este muestreo ayudará a llegar a un conocimiento general del sector de estudio.

Según los enfoques metodológicos a usar en la investigación se realizará en las siguientes fases o etapas el proceso de estudio. Inicialmente se trabajarán con todos los datos cuantitativos que se puedan recolectar de las diferentes alternativas que se disponen para acceder a la información, como las bases de datos adecuadas que ayuden a la recolección de datos cuantitativos.

Recolectados todos los datos necesarios se elegirá el instrumento estadístico y econométrico que ayude a comprobar la relación directa y los efectos causales que existen entre la inversión en I+D e IED con el desarrollo tecnológico de la industria. Las herramientas elegidas serán de la mayor confiabilidad, con valides y objetividad de resultados.

Una vez medidos y tratados por los diferentes instrumentos los resultados serán analizados e interpretados para conocer los resultados del proceso de experimentación y se determinará el grado de interacción directa entre la variable de estudio.

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1 Hipótesis general

La inversión interna en I+D y la IED incidieron directamente en el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo 2005-2015.

1.8 Identificación de variables

La variable a estudiar en el presente trabajo será;

1.8.1 Variable dependiente

La variable dependiente de la hipótesis general elegida es:

- Desarrollo tecnológico del sector aeronáutico.

1.8.2 Variable independiente

La variable independiente de la hipótesis general:

- La inversión interna en I+D.
- La IED.

1.9 Instrumentos

1.9.1 Instrumentos cuantitativos

Para la realización de la presente investigación se sustentará y apoyará en todas las bases de datos disponibles. Se utilizarán las técnicas estadísticas y herramientas econométricas más apropiadas para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos.

1.9.2 Instrumentos cualitativos

Libros, revistas, censos, publicaciones, entrevistas, journals, investigaciones previas e información de empresas y organizaciones formales de la industria.

1.10 Universo y muestra de estudio

El universo del estudio que se analizará es la industria aeronáutica en México, Canadá y EE.UU.

La muestra de estudio para la investigación serán las principales empresas o firmas productoras de la industria aeronáutica en México, Canadá y EE.UU., que de acuerdo a las bases de datos disponibles exista información.

1.11 Alcances y limitaciones de la investigación

Establecer cuáles son los factores determinantes en el desarrollo de la tecnología en México, Canadá y EE.UU. en el sector aeronáutico.

Las limitaciones que se podrían presentar en la investigación estarán conformadas por las facilidades que otorguen las empresas para la realización de la investigación y además por la accesibilidad que se tenga de los datos en las bases existentes.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DESARROLLO TECNOLÓGICO

2. TEORÍAS DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

En este capítulo se tiene por objetivo describir a grandes rasgos los avances teóricos realizados en la investigación del desarrollo tecnológico. Para ello se hará una revisión de las teorías y modelos desarrollados por autores importantes dentro del campo de investigación. Se comenzará por las teorías propuestas por Schumpeter, posteriormente se adentrará en la teoría evolutiva del cambio económico de Nelson y Winter (1982). Se discutirá además desde las diferentes perspectivas teóricas y estudios realizados lo que se ha aportado acerca del desarrollo tecnológico. Así como los efectos y factores que desencadena la inversión en investigación y desarrollo; variable que se tomará en este estudio. Finalmente, se observarán y discutirán las metodologías y últimos aportes para la medición e investigación del desarrollo tecnológico propuesto por organizaciones de nivel mundial.

2.1 Conceptualización

En el presente apartado se definirá y contextualizará la tecnología y su desarrollo desde la perspectiva teórica.

La tecnología es un recurso que adquiere cuerpo no sólo en el capital físico, sino también en las habilidades humanas y en las instituciones y estructuras sociales. La tecnología es un conjunto de capacidades dinámicas utilizadas para absorber, adaptar y avanzar los conocimientos y habilidades productivas existentes (Jasso, 2004).

Dentro de todo este contexto se entiende por tecnología como la suma de conocimientos acerca de los medios y métodos de producción de bienes y servicios. La tecnología no es sólo ciencia aplicada, ya que algunas veces va delante de la ciencia (Bannock, Baxter y Rees, 2007).

Complementando, Aibar (2001) lo definió como un cúmulo de invenciones o innovaciones en donde cada una de estas conduce naturalmente a otras innovaciones, donde cada una de estas parecieran haber sido diseñadas con el objetivo de llegar a la situación presente mediante aproximaciones sucesivas.

Otro concepto de tecnológica es el propuesto por Jasso (2004) que se integra de los siguientes componentes:

- a) Máquinas y Técnicas. Son las máquinas y equipos necesarios para producir un bien o bienes.
- b) Organización. Se refiere al manejo de la combinación de conocimiento y técnica, así como los controles específicos sobre ésta.
- c) Conocimiento. Se compone los resultados en la ciencia, la tecnología, la experiencia, las habilidades y las actitudes. El conocimiento puede estar expresado o resumido en manuales y técnicas específicas.
- d) Producto y servicios. Son el resultado de la combinación de maquinaria y técnicas, organización y conocimiento.

Para comenzar a comprender el problema al cual se dirigirá la presente investigación se define el desarrollo tecnológico que abarca la utilización de

distintos conocimientos científicos para la producción de materiales, dispositivos, procedimientos, sistemas nuevos o mejoras sustanciales. Es decir, realiza trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes, procedentes de la investigación aplicada o de la experiencia práctica (Escorsa y Valls, 2005).

Actualmente se ha reconocido que el progreso tecnológico es uno de los elementos que más impactan en el crecimiento económico (Carrillo, 2008).

2.2 Teorías y aportes de Schumpeter

Schumpeter destaca por sus aportaciones sobre el ciclo económico y por sus teorías en las que el empresario es de vital importancia para el mundo de los negocios, así como la importancia de este para estimular la inversión y la innovación, y así determinar el aumento o disminución de la prosperidad en una economía (Schumpeter, 1997).

Schumpeter fue un economista que vivió entre 1883-1950. Nació en Triesch en Moravia (actualmente la República Checa). Creció en el seno de una familia acomodada propietaria de una fábrica textil, creció observando el mundo de los negocios. Comenzó sus estudios de abogado en la universidad de Viena, aunque pronto externo un interés por la economía. En el año de 1906 obtuvo su doctorado y en el año de 1909 comenzó a dar clases en la universidad de Czernowitz.

Dos años más tarde en 1911 mientras impartía clases en esta universidad publicó su aclamada “Teoría del Desarrollo Económico”, libro en el

cual desarrolló su concepto que emprendedores y empresarios que crean innovaciones en un medio competitivo asumiendo riesgos y beneficios que no siempre son sostenibles. Estas innovaciones determinan el avance de la sociedad y el crecimiento económico.

Durante los siguientes años impartió clases en Granz, fue ministro de finanzas de Austria en 1919, presidió un pequeño banco privado llamado Bierdermann entre los años 1920 a 1924, posteriormente dio cátedra en la universidad de Bonn en Alemania durante 1925 a 1932. Finalmente, en 1932 decide mudarse a Estados Unidos (EE.UU.) donde es nombrado profesor en la Universidad de Harvard estableciéndose aquí hasta su muerte, periodo en el que logro escribir tres obras más; Ciclos económicos (*Business Cycles*) en 1939, Capitalismo, Socialismo y Democracia (*Capitalism, Socialism and Democracy*) en 1942. Y finalmente Historia del Análisis Económico (*History of Economic Analysis*) en 1954, obra póstuma a su muerte.

Durante el capítulo siguiente se analizará la “Teoría del Desarrollo Económico” más a fondo expresando lo que es de interés para el presente estudio.

2.2.1 Teoría del desenvolvimiento económico

En la Teoría del Desenvolvimiento Económico de Schumpeter (1997) conceptualiza al emprendedor como un agente que es el motor del proceso de las transformaciones continuas en una organización de la producción que determina el avance no lineal ni constante de la sociedad.

En primer lugar, Schumpeter considera el proceso de producción es una combinación de factores, que estas a la vez están compuestas por fuerzas materiales e inmateriales. Las fuerzas materiales se componen de los factores originales de producción (capital, tierra, trabajo). Las fuerzas inmateriales se componen de hechos técnicos y hechos de la organización social, que al igual que los recursos materiales establecen el nivel de desarrollo económico (Schumpeter, 1997).

El desenvolvimiento desde el punto de vista de Schumpeter lo ve como los cambios en la vida económica que no han sido influenciados o impuestos a esta desde el exterior sino los que tengan un origen interior, es decir, cambios que se producen de manera endógena en la organización y no de manera exógena. Comenta que el desenvolvimiento no representa fenómenos aislados ya que todos van ligados en un proceso de adaptación, todo proceso de desenvolvimiento reposa sobre un desenvolvimiento precedente, además que crea las condiciones necesarias hacia un siguiente paso en la etapa de desarrollo. Para Schumpeter (1997, pág. 75) citado en sus propias palabras el desenvolvimiento económico es;

“El desenvolvimiento, en nuestro sentido, es un fenómeno característico, totalmente extraño a lo que puede ser observado en la corriente circular, con la tendencia al equilibrio. Es un cambio espontáneo discontinuo en los cauces de la corriente, alteraciones del equilibrio, que desplazan siempre el estado de equilibrio existente con anterioridad.”

El desenvolvimiento se expresa en los desequilibrios en el entorno de la vida industrial y comercial, y no en la esfera de las necesidades de los consumidores, por lo tanto, señala que este desenvolvimiento surge a causa del empresario como agente de innovaciones. Por lo general en el sistema económico las innovaciones tienen un primer lugar, y no uno después que las necesidades de los consumidores han surgido, adaptándose los consumidores después a la oferta disponible de productos y bienes creados. Entonces podría decirse que el productor o empresario es el agente que inicia el cambio económico con sus creaciones e incluso creando necesidades en los consumidores hacia sus invenciones (Schumpeter, 1997).

Como ya se había mencionado, para Schumpeter (1997) el producir significa combinar las fuerzas y materiales que están al alcance, en tanto vayan surgiendo nuevas combinaciones existe un pequeño cambio y posiblemente un crecimiento, pero aún no se puede hablar de desenvolvimiento en este sentido, sino hasta que se llegue al punto de hablar de nuevas combinaciones de medios productivos. Es claro resaltar que no es necesario obtener nuevos factores productivos para el desarrollo, lo esencial es que se

obtengan nuevos productos con los factores existentes y que se les combine de la manera más eficiente para obtener nuevos bienes.

2.2.2 Emprendedor y empresario

La innovación drástica es el elemento primordial que explica el desarrollo económico, éste no se da espontáneamente, sino que es promovido de manera activa, dentro del sistema capitalista, por el llamado empresario innovador o emprendedor. Como agentes impulsores del desenvolvimiento Schumpeter se da a la tarea de delimitar lo que es un emprendedor y un empresario.

Todo aquel que tiene a su cargo una empresa no es siempre un emprendedor, sólo una parte pequeña lo es, los demás son simples gerentes o administradores de empresas. El gerente de la empresa actúa rutinariamente, mientras que el emprendedor actúa innovando, visualiza nuevas combinaciones y las pone en marcha. Sin interesar si es dueño o accionista el emprendedor es aquel que efectivamente lleva a la práctica nuevas combinaciones, cabe mencionar que los emprendedores no son clasificados dentro de alguna clase social, como los obreros o capitalistas (Alonso C. y Fracchia E. ,2009).

El autor señala que los emprendedores pertenecen a un grupo selecto de personas ya que rompe con los paradigmas tradicionales y crea nuevos, que son basados en conductas y motivos no racionales. Estos emprendedores persiguen obtener una posición social poderosa, tienen un impulso de lucha,

desean sentirse superiores a los demás, de tener éxito de manera independiente. Finalmente, estos emprendedores *schumpeterianos* necesitan el gozo creador, buscan adversidades para realizar modificaciones y encuentran placer en estas situaciones de aventura. Es líder nato, la realidad no la acepta tal cual es y necesita personas que le sigan, conoce bien los factores productivos y los combina de maneras no tradicionales. Por otro lado, el empresario no es líder se impone sobre otros y los hace seguirlo aun en contra de su voluntad. Claro está que el emprendedor no todo el tiempo puede estar innovando también establece rutinas (Schumpeter, 1997).

No existe una diferenciación respecto al lugar o tamaño de la empresa que maneja, así como tampoco es relevante la clase social a la que pertenezca, lo que importa es el espíritu emprendedor.

Debe de distinguirse el liderazgo económico de la invención de nada sirve una invención si esta no se aplica es decir se transforma es una innovación. Aquí es donde el empresario implementa las innovaciones que traen beneficio a algunos sectores y perjuicio para otros este proceso lo llamó "Destrucción Creativa" (Alonso y Fracchia, 2009).

Suponga que alguna de las firmas estuviera dirigida por un emprendedor, un individuo no apegado a la rutina y a lo conocido. Podría darse cuenta que es posible incrementar la producción más allá de los niveles reconocidos por el conocimiento histórico y podría animarse a explorar planes productivos por

encima de la frontera conocida. En el corto plazo su firma se beneficiaría por mayores ganancias respecto al resto de sus competidores. Mientras que en el largo plazo el beneficio se derramaría sobre el resto de la sociedad también ya que, cuando el resto de las empresas note que este agente encontró una forma más eficiente de producir, tenderían a imitarlo, es decir, crearía lo que se llama una Ventaja Competitiva (Porter, 1991).

2.2.3 Innovación

A lo largo de este capítulo se ha establecido que para Schumpeter las causas del desenvolvimiento o desarrollo económico, el cual se entiende como un proceso de transformación económica, social y cultural, son la innovación y las fuerzas socioculturales, aunque se realiza un mayor énfasis en las innovaciones como determinantes de este proceso.

Por ello Schumpeter define las innovaciones en general como el encontrar nuevas combinaciones, la incorporación al sistema de conocimiento que es cualitativamente nuevo, no incluido en la configuración económica anterior. En particular, establece cinco tipos de innovación (Schumpeter, 1997):

- “La creación de nuevos productos o nuevas variantes a productos existentes.”
- “El desarrollo de nuevos métodos de producción o comercialización.”
- “El ingreso o apertura de nuevos mercados.”
- “La obtención de nuevas fuentes de materias primas o insumos.”

- “La modificación de la estructura de mercado (típicamente, la creación de un monopolio).”

El término innovación da sentido y trasciende en el análisis económico considerando los cambios en la vida económica que explican y dan sentido a la innovación (Schumpeter, 1997).

2.2.4 Destrucción Creativa

Las innovaciones implantadas por el empresario protagonizan el fenómeno de desarrollo propuesto por Schumpeter, mediante la implementación de innovaciones que benefician a algunos sectores y perjudican a otros, llamándole a este suceso, la “Destrucción Creativa” (Schumpeter, 1952).

Es un concepto que toma gran importancia en su obra para el desenvolvimiento económico en el contexto de la transición de ciclos económicos² en el tiempo y espacio. Establece en su obra que las innovaciones tecnológicas van desplazando y rezagando las tecnologías viejas dando paso a la destrucción creadora. Este fenómeno irá eliminando gradualmente las industrias obsoletas, pero a un paso lento de una forma no estrepitosa. Se puede decir que las innovaciones constantes le permitirán acceder a beneficios que harán que otros se sumen o en su momento dado estas innovaciones lo coloquen en una posición muy dominante en el

² Los ciclos económicos son los aumentos y descensos (fluctuaciones) recurrentes de la actividad económica global (en la mayoría de los sectores económicos) en un periodo determinado. Éstos no se presentan de la misma forma en diferentes periodos, pues su intensidad, duración o comportamiento pueden variar (Subgerencia Cultural del Banco de la República, 2015).

mercado, como lo es un monopolio, lo que hoy se podría decir establecer “Barreras de entrada” término acuñado por Porter (2008).

Al conjunto de ventajas que poseen los competidores establecidos, sobre los nuevos competidores que pretenden ingresar a la industria se les da el nombre de barreras de entrada (Porter, 2008).

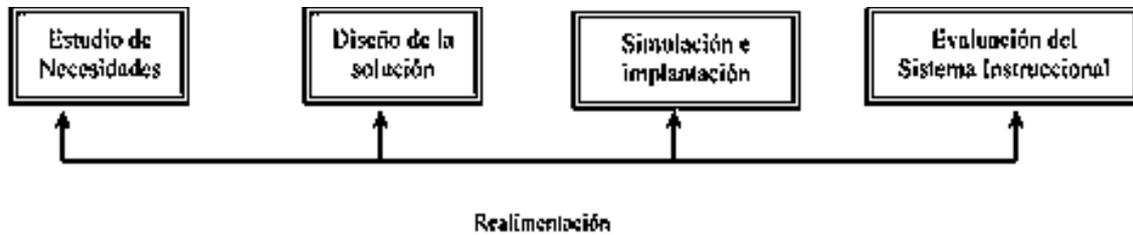
2.3 Aportes teóricos más recientes

Se ha revisado la literatura base de este estudio en el anterior apartado, Schumpeter fue pionero en el análisis del desarrollo económico enfocándose en las innovaciones y emprendedor como eje promotor e impulsor. De la misma forma se realizará un análisis de los aportes hechos por autores influenciados por la teoría schumpeteriana, nos referiremos a la “Teoría evolucionista del cambio económico”, se examinará sobre estudios realizados de innovaciones verticales, dinámicas del cambio tecnológico en la industria y metodologías que han sido propuestas por organismos internacionales para la medición de la innovación tecnológica.

2.3.1 Modelo Szczurek

Durante 1988 dando atención a las propuestas que expuso Schumpeter nace la necesidad de establecer un modelo que explique cómo lograr un desarrollo tecnológico, para ello Szczurek propuso un Modelo General de Desarrollo Tecnológico (MGDT), este modelo se divide en las siguientes fases: Estudio de las necesidades, Diseño de la solución, Simulación y/o implantación, Evaluación y retroalimentación (Szczurek citado por Zabatta, 2008).

Figura 1. Modelo General de Desarrollo Tecnológico.



Fuente: Szczurek (1988).

El propósito de cada una de las fases serían los siguientes (Szczurek citado por Zabatta, 2008):

1. El estudio de necesidades consiste en diagnosticar las necesidades de la organización y tomar decisiones en torno a cuáles se han de satisfacer y en qué medida, y así mismo proponer una solución.
2. El diseño de la solución consiste en establecer un plan de acción para cubrir la necesidad.
3. La simulación y/o implantación se refiere a la puesta en ejecución de la solución y,
4. La evaluación pretende examinar qué tan bien se ejecutaron las fases del modelo a favor de la efectividad y la eficiencia de las metodologías empleadas para satisfacer las necesidades detectadas.

Asimismo, Quintanilla M. (1991 citado por Bernal 2006) plantea la división del desarrollo tecnológico en interno (endógeno) y exterior (exógeno), dentro del carácter interno los factores que pueden influir pueden ser la mejora en la eficiencia de procesos, maquinarias y su fiabilidad. Por otro lado, el desarrollo externo en el que influyen factores sociológicos, demográficos, económicos, culturales, etc. Los factores externos son los que dan valor a la tecnología por el uso que la sociedad les pueda dar. Esta división que hace Quintanilla viene a complementar lo que había expuesto Schumpeter (1997) respecto a que el desarrollo viene desde dentro de la organización y no fuera de ésta, realizando una división entre lo interno y externo.

2.3.2 Teoría evolucionista del cambio económico

Tras las teorías propuestas por Schumpeter y después de su muerte, sus seguidores y adeptos a sus teorías continuaron investigando y ampliando el análisis. Ya que las ideas de Schumpeter eran difíciles de expresar en relaciones matemáticas, él durante su vida intentó hacerlo ya que estaba consiente que mientras no formalizará su teoría en relaciones matemáticas, los economistas no tomarían en cuenta su teoría, aun así, con todos los esfuerzos que realizó no tuvo éxito en formular las relaciones adecuadas (Alonso y Fracchia, 2009).

Años más tarde Nelson y Winter (1982) aportarían a la teoría una perspectiva diferente en la que los avances e innovaciones tecnológicas en las firmas son resultado de un proceso de adaptación al entorno económico y social,

con el objetivo de lograr su permanencia en los mercados (Alonso y Fracchia, 2009).

Gracias a estos esfuerzos el primer modelo *neo-schumpeteriano* fue desarrollado por Winter en 1964 (citado por Alonso C. y Fracchia, E.) llamado "*Economic Natural Selection and the Theory of the Firm*". Décadas más tarde se consolida en el libro "*An Evolutionary Theory of Economic Change*" escrito por Nelson y Winter en 1982, retomando la idea de la "Destrucción Creadora". Obra en la que se plantean descubrir como las firmas se adaptan, desarrollan, innovan y logran un desarrollo organizativo.

Esta teoría parte de los principios de la biología como materia en la que se han establecido hipótesis verificables de la evolución de las especies animales, tomando el modelo darwiniano de evolución que obedece un proceso de selección natural dado por la lucha a la supervivencia y la adaptación, de los organismos que mejor se adaptan al ambiente debido a su herencia genética (Alonso y Fracchia, 2009).

Más tarde se toma el modelo creado por Lamarck (citado por Smith, Mújica, Castro, Marín, Lovera, María Isabel; 2008) en la teoría evolucionista del crecimiento económico, que señala que la selección natural en el actuar de las firmas tiene lugar tanto las características hereditarias como las variaciones que son resultado de las condiciones del entorno. Es importante mencionar que Lamarck respecto a su teoría evolutiva hace más énfasis en los cambios internos que suceden para tener una mejor adaptación al

ambiente. En la teoría evolutiva se establecen análisis de la evolución biológica para entender la evolución y adaptación de las firmas y sistemas económicos de los países.

2.3.2.1 La innovación producto del conocimiento y los genes del crecimiento

La innovación es esencial en una empresa para el bienestar económico, que se representa por la creación de nuevos productos, procesos y servicios, en un ambiente de desarrollo económico. En el evolucionismo se consideran a los sistemas de innovación como un conjunto de entes que regulan el actuar innovador de las empresas u organizaciones dentro de un país. En este conjunto de entes se encuentran empresas, universidades y estado. Dentro de un sistema de innovación todo el desarrollo fluye de una manera más natural por la interacción entre empresas que comparten conocimientos y habilidades desarrolladas, facilitando la cooperación y transmisión de información (Smith *et al.* 2008).

Nelson y Winter (citado por Smith *et al.* 2008) explican que las rutinas son una característica presente en un organismo y determinan su comportamiento. Las rutinas son heredables ya que las firmas del futuro procederán de las de hoy, además son objeto de selección, es decir, las firmas que hoy mejor lo hagan tendrán una mayor relevancia e importancia en el tiempo.

Se puede decir que las rutinas son de suma importancia en la firma ya que contienen una carga muy importante de conocimiento propio del ente, que a su vez son motores de impulso para el desarrollo de la firma de manera endógena, esto es, a través de las rutinas se equipa de las herramientas necesarias que le proporcionen una ventaja respecto a las demás firmas creando así logrando una mejor adaptación al mercado y sus desafíos constantes (Smith *et al.* 2008).

2.3.2.2 Selección de las firmas

Los mecanismos de selección cambian si una rutina asociada al éxito se incrementa y disminuye cuando está ligada al error. Las firmas que sobreviven y se adaptan son aquellas que desarrollan rutinas y tecnologías aptas, tales que generan ventajas en sus entornos.

La selección ocurre de manera casi automática con el aprendizaje y trabajo diario de cada individuo, ya que las personas buscan la manera de hacer su trabajo más satisfactorio generando rutinas de aprendizaje, al igual a nivel equipo u organización la coordinación de actividades es más compleja, más sin embargo se establecen patrones de comportamiento que adaptables a las variaciones del entorno (Smith *et al.* 2008).

La selección de las rutinas es como un filtro evolutivo para las firmas, ya que cuando surja una rutina que sea exitosa las repeticiones de ese éxito son deseadas y sucede lo contrario con las rutinas que presentan fallas o errores.

Las rutinas se pueden llegar a perder ya que las memorias son almacenadas en el personal, que bien, cuando se retiran, este conocimiento se pierde.

2.3.2.3 I+D eje de desarrollo

Nelson (citado por Smith *et al.* 2008) denomina la I+D como el proceso de búsqueda de nuevas formas de producción o mejorar las ya existentes. Las ganancias de una empresa que investiga dependen de la contratación adecuada de profesionales nacionales o extranjero, las ganancias que son obtenidas financian las actividades de investigación y desarrollo, dicho de otra forma, cuanto más se invierta en I+D adecuadamente, se obtendrán ganancias mayores que financien nuevamente esta I+D. De acuerdo con el autor al invertir más en I+D se presenta un panorama de lucro para las firmas al hacerse más competitivas, que las que no realizan esta actividad. En las firmas lucrativas se produce expansión y en las no lucrativas se origina una reducción de la economía.

2.3.3 Modelo de crecimiento Aghion y Howitt

Retomando la perspectiva de Schumpeter, Aghion y Howitt (1992) proponen un modelo simple de “Crecimiento a través de la Destrucción Creadora” modelando el proceso de innovación, desde un punto de vista endógeno tal como Schumpeter concebía el cambio.

2.3.3.1 Innovaciones verticales

En el modelo de Crecimiento a través de la Destrucción Creadora los autores toman la perspectiva de crecimiento endógeno es decir dentro de la

organización a través de las innovaciones que suceden en el sistema. Comentan que la cantidad de innovaciones que se esperan en un periodo de tiempo determinado depende de dos situaciones:

- A) La primera es la rentabilidad de la innovación presente determina la cantidad de innovaciones futuras. Es decir, si la innovación que se está implementando genera buenas utilidades alentará a que se invierta más en investigación para la generación de más innovaciones para el próximo periodo, sin embargo, si no se obtienen beneficios por estas innovaciones habrá un desaliento.
- B) La segunda los salarios de mano de obra especializada, que puede tener dos vertientes; para producción o investigación, si se tienen una expectativa de mayor investigación para el próximo periodo se debe tomar en cuenta que la mano de obra especializada tiene un costo mayor, lo cual reduce las ganancias para la firma en ese periodo y por lo tanto podría desalentar la innovación para el próximo periodo (Aghion y Howitt, 1992).

En su modelo establecen las innovaciones verticales, las cuales van remplazando y volviendo obsoletas a las innovaciones de tecnología anterior. Además, se asume que cada innovación crea un monopolio en la economía sobre la producción del insumo e invenciones eventuales, así las firmas creadoras de tales innovaciones gozan de beneficios extraordinarios hasta que otra firma cree una nueva innovación y la desplace. A esos beneficios

extraordinarios lo podremos llamar una ventaja competitiva tal como lo establece Porter (1991).

2.3.4 Dinámica del cambio tecnológico en la industria

Se ha analizado como las innovaciones y rutinas impulsan el desarrollo tecnológico ahora se analizará cómo estas varían de sector en sector de acuerdo los aportes realizados por Pavitt, en el que el proceso de innovación y desarrollo tecnológico está en función dependiendo del sector en el que se compita.

2.3.4.1 Pertenencia sectorial

La idea propuesta por Pavitt (1984) en su artículo "*Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory*" trata de explicar cómo se da el cambio tecnológico de acuerdo con el sector industrial al que pertenezca la firma. En su estudio realizó una clasificación sectorial por tipo de industria y encontró que para cada firma la estrategia innovadora es diferente, esto dependiendo de las características del sector, siendo entonces quien determina la intensidad de innovación la propia industria en la que habita la firma. Variables como el tamaño de la firma, las formas de producción de la industria y la infraestructura pública en tecnología (educación pública, asociaciones de investigación y laboratorios gubernamentales) determinan la intensidad del cambio tecnológico.

Asumen que, en sectores con una proporción relativamente alta de producción intensiva, se esperarían tanto una relativamente alta proporción de

recursos que se dedica a procesar innovaciones, por una parte, y relativamente altas en intensidades de capital, tamaño de la planta y la concentración industrial en la otra parte. Un ejemplo que da el autor sería que en los sectores con producción intensiva se espera que las empresas y plantas debieran ser grandes en tamaño y una proporción muy alta de tecnologías en procesos se desarrollen en “casa”. Lo mismo sería en empresas de ciencia, especialmente en productos involucrando un proceso continuo y montaje de tecnologías (Pavitt, 1984).

2.3.4.2 Intensidad tecnológica de acuerdo a I+D

Continuando con este análisis, dado que ya se vio como la pertenencia sectorial determina la intensidad de innovaciones y desarrollo tecnológico, surge la necesidad de examinar el problema desde otro punto de vista, para ello Lall (1992) complementa lo ya expuesto por Nelson y Winter (citado por Smith *et al.* 2008) en relación a la inversión en I+D, contribuye tratando de explicar la intensidad tecnológica a partir de los esfuerzos en I+D.

En su trabajo *“Technological Capabilities and Industrialization”* de 1992 está presente la idea *schumpeteriana* de que existen firmas emprendedoras que toman la iniciativa de implantar cambios, y firmas que siguen los pasos de las emprendedoras tratando de imitar sus innovaciones para evitar quedar excluidas del mercado. Las firmas que son capaces de realizar inversiones en I+D tienen mayores posibilidades de obtener ingresos extraordinarios, con los cuales pueden seguir realizando más innovaciones y obteniendo mayores

ganancias, así mismo, existen firmas que deciden no invertir en este rubro y pierden ganancias potenciales, así como mercado (Lall, 1992).

2.4 Metodologías desarrolladas

Algunas metodologías han sido propuestas para una homogenización en cuanto a la medición de las actividades científicas.

2.4.1 Manual de Oslo

Durante los años 80 y 90 se consagró un volumen importante de trabajo al desarrollo de modelos y marcos analíticos para el estudio de la innovación. Su aplicación en las primeras encuestas experimentales y los resultados de ellas obtenidos y la necesidad de un conjunto coherente de conceptos y herramientas condujeron en 1992 a la publicación de la primera edición del Manual de Oslo que trata esencialmente de la innovación tecnológica de producto y proceso (TPP) en el sector manufacturero. Esta obra se convirtió en un gran referente para las encuestas a gran escala orientadas a examinar la naturaleza de las incidencias en la innovación en el sector empresarial.

Los resultados de estas encuestas han conducido a precisar aún más el marco del Manual de Oslo en cuanto a los conceptos, las definiciones y la metodología, de ahí la publicación en 1997 de la segunda edición de esta obra que, entre otras cosas amplía su aplicación al sector de servicios. Cada vez se había tomado conciencia de que el concepto de innovación TPP no reflejaba de manera adecuada la innovación en el sector servicios. Se decidió tratar en la revisión de la tercera edición la cuestión de innovación no

tecnológica. Para ello se ha ampliado el campo de lo que se considera innovación y se ha incluido dos nuevos tipos; la innovación en mercadotecnia y la innovación organizativa.

La innovación no se limita a la zona OCDE; un número creciente de países de América latina, Europa oriental, Asia y África han comenzado a realizar encuestas basadas en el modelo del Manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2007).

2.4.1.1 Medición de actividades de innovación

En el Manual de Oslo de la OCDE puede apreciarse una cierta influencia de Schumpeter (1997) cuando se señala que las innovaciones pueden agruparse en cuatro categorías:

- ✓ “La innovación de producto implica cambios significativos en las características de las mercancías o de los servicios. Se incluyen tanto las mercancías totalmente nuevas como los servicios y las mejoras significativas de los productos existentes” (OECD/Eurostat, pág. 58, 2007).
- ✓ “La innovación de proceso representa cambios significativos en los métodos de producción y de distribución” (OECD/Eurostat, pág. 59, 2007).
- ✓ “La innovación de organización, referida a la puesta en práctica de nuevos métodos de trabajo, tanto de la organización como del lugar de

trabajo y/o de las relaciones exteriores de la empresa” (OECD/Eurostat, pág. 62, 2007).

- ✓ “La innovación de comercialización refleja la puesta en práctica de nuevos métodos de comercialización; desde cambios en el diseño y el empaquetado hasta la promoción del producto mediante nuevas políticas de precios y de servicios” (OECD/Eurostat, pág. 60, 2007).

La información relativa a las actividades de innovación es importante por varias razones. Informa sobre los tipos de actividades de innovación que realizan las empresas; por ejemplo, permite saber si las empresas innovadoras realizan I+D, si compran conocimiento y tecnología en forma de I+D externa, de máquinas y equipos o de otras formas de conocimiento externo, si en el desarrollo y la introducción de innovaciones también se incluye la formación de los empleados y si las empresas están implicadas en actividades para modificar parte de su organización (OECD/Eurostat, 2007).

2.4.1.2 Encuestas para la innovación

En la recogida de datos de innovación, es esencial la aplicación correcta de los métodos estadísticos. Basándose en los conocimientos teóricos, así como en la experiencia práctica adquirida, durante recientes encuestas sobre la innovación efectuadas a nivel nacional e internacional (OECD/Eurostat, 2007).

En la concepción de un cuestionario destinado a la encuesta sobre innovación es necesario respetar algunas normas básicas. Todo cuestionario

debe ser probado antes de ser utilizado (prueba previa). Se puede solicitar la opinión a un grupo de gerentes o expertos respecto a la comprensión del proyecto de cuestionario y enviarlo posteriormente a una pequeña muestra de unidades (OECD/Eurostat, 2007).

El cuestionario debe ser lo más simple y breve posible, tener una estructura lógica y tener definiciones e instrucciones claras. Generalmente mientras más largo sea el cuestionario, menor será el índice de respuestas por unidades encuestadas y por preguntas (OECD/Eurostat, 2007).

2.4.2 Manual de Frascati

Durante junio de 1963 la OCDE celebró una asamblea de expertos nacionales en estadísticas de investigación y desarrollo (I+D) en la Villa Falconieri de Frascati, Italia. Como resultado de esas reuniones surgió la primera versión oficial de la Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, conocida como el "*Manual de Frascati*" (2015).

En el manual se exponen las diversas recomendaciones y directrices metodológicas, especialmente para ampliar y enriquecer las estadísticas de I+D, en el sector servicios, así como en la recolección de datos más detallados sobre los recursos humanos empleados en procesos de I+D. La dinámica de globalización representa un problema para las encuestas de I+D, y por ello esta nueva edición recomienda algunos cambios en las clasificaciones en un esfuerzo de tenerlo en cuenta.

Las estadísticas de I+D de las que se dispone hoy son el resultado del desarrollo sistemático de encuestas basadas en el Manual de Frascati y forman parte del sistema estadístico de los países miembro de la OCDE.

El Manual tiene como objetivo medir los *inputs* de la I+D. La I+D comprende tanto la I+D continua (formal) de las unidades de I+D como la I+D ocasional (informal) de otras unidades. Sin embargo, el interés por la I+D depende cada vez más de los nuevos conocimientos e innovaciones, así como de los efectos económicos y sociales que de ellos se derivan, que de la propia actividad.

2.4.2.1 Medición de los gastos en I+D

Con fines estadísticos se miden dos *inputs*: los gastos dedicados a I+D y el personal empleado en esas actividades. Estos *inputs* se miden habitualmente con una base anual: tanto gastado en I+D durante un año y tantas personas/año empleadas en I+D. Ambas series de estadísticas presentan ventajas e inconvenientes, por lo que es necesario recurrir a las dos para obtener una representación correcta de los esfuerzos realizados en I+D (OECD, 2015).

La medida básica la constituyen los “gastos internos (intramuros)”, que comprenden los gastos correspondientes a las actividades de I+D realizados en una unidad estadística o en un sector de la economía. Otra medida, los “gastos externos (extramuros)”, cubren los pagos de la I+D realizada fuera de la unidad estadística o del sector de la economía. A los efectos de la I+D se miden los gastos corrientes y los gastos de capital. En el sector Administración, los gastos se refieren a gastos directos y no a gastos indirectos (OECD, 2015).

Las cantidades destinadas a I+D pueden ser gastadas o utilizadas dentro de la unidad estadística (gastos internos) o fuera de ella (gastos externos). Los procedimientos que permiten medir tales gastos son los siguientes: (OECD, 2015).

– “Identificar los gastos internos en I+D llevados a cabo por cada una de las unidades estadísticas” (OECD, Pág. 111, 2015).

- “Identificar las fuentes de financiación utilizadas para esos gastos internos, según las informaciones facilitadas por el ejecutor” (OECD, Pág. 111, 2015).
- “Identificar los gastos externos en I+D de cada una de las unidades estadísticas” (OECD, Pág. 111, 2015).
- “Agregar los datos por sectores de ejecución y fuentes de financiación, a fin de obtener los totales nacionales. En este contexto pueden establecerse otras clasificaciones y distribuciones” (OECD, Pág. 111, 2015).

2.4.2.2 Métodos para la elaboración de encuestas

La información sobre I+D puede obtenerse de diferentes fuentes, tales como los informes anuales de los consejos de investigación o de las grandes instituciones ejecutoras de I+D. Estos datos pueden dar solamente una medida aproximada de los esfuerzos en I+D. Teóricamente, las encuestas deberían permitir identificar y medir todos los recursos financieros y de personal dedicados al conjunto de las actividades de I+D en todas las unidades de I+D. Las encuestas de I+D se dirigen primordialmente a las unidades que ejecutan actividades de I+D, que pueden también financiar la I+D ejecutada en otras unidades (esto se contempla en una pregunta sobre gastos externos) (OECD, 2015).

Se recomienda que la empresa sea la unidad estadística principal del sector. Algunas empresas realizan todos los años actividades de I+D y pueden tener una o varias unidades de I+D. Otras empresas realizan I+D sólo de forma ocasional. Pueden estar inmiscuidas un año en un proyecto y no realizar I+D al siguiente año. Estos trabajos de I+D basados en un proyecto se ejecutan

frecuentemente por personas de diversas secciones de la empresa, sin una organización formal de I+D. En la definición general dada de I+D por el *Manual de Frascati*, un proyecto armado de objetivos específicos y de presupuesto, satisface el criterio de “trabajo creativo emprendido sobre una base sistemática” (OECD, 2015).

Existen al menos dos métodos posibles para determinar la población objeto de encuesta en el sector de empresas. Uno consiste en realizar una encuesta basada sobre un censo de grandes empresas y sobre una muestra de empresas más pequeñas pertenecientes a una población determinada (según la rama de actividad y el tamaño) de la totalidad del sector, para identificar a los ejecutores de I+D y recabar información de ellos (OECD, 2015).

2.4.3 Manual de Bogotá

Con los esfuerzos de la Red Iberoamericana/Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) destinados a realizar encuestas y estudios acerca de los procesos de innovación tecnológica en la región e incrementar las capacidades de los países de América Latina para la construcción de indicadores que sean comparables entre si y además con los producidos en el resto del mundo se llevó a cabo el proyecto “Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina”, también denominado “Manual de Bogotá”, proyecto que contó con el apoyo de la Organización de los Estados Americanos (OEA) (RICYT,2001).

El Manual de Bogotá está inspirado en el Manual de Oslo, de la OCDE, el cual revela la preocupación por que los indicadores a utilizar aseguren su comparabilidad, tanto a escala regional como internacional. El manual obtenido muestra un excelente trabajo derivado de la sólida e insustituible base conceptual y metodológica que otorgan los manuales de la OCDE (Oslo y Frascati), y las necesidades de tomar en cuenta las especificaciones que caracterizan a los sistemas de innovación y las firmas establecidas en América Latina y el caribe (RICYT,2001).

La intención de contar con un Manual Regional de Indicadores de Innovación Tecnológica responde a la necesidad en aumento de sistematizar criterios y procedimientos para la elaboración y formación de indicadores de innovación y mejoramiento tecnológico, con el fin de tener una metodología común de medición y análisis asegurándose que estos tengan una comparabilidad internacional a los construidos en la región (RICYT,2001).

2.4.3.1 Medición los indicadores

El manual de Bogotá explica los procedimientos para medir y recabar información de los procesos de innovación, estos son (RICYT,2001):

- Realización conjunta con el organismo oficial de estadísticas económicas.
- Encuesta por correo.
- Encuesta semiepistolar con atención personalizada a la firma.
- Encuesta personalizada.

- En simultáneo con encuestas sobre desempeño de actividades productivas.

Para obtener una buena calidad en las respuestas, es tal vez más importante escoger el interlocutor adecuado, que el procedimiento para encuestar en sí mismo. Dependiendo del tipo de formulario, si es cualitativo principalmente o incluye varias preguntas de gasto en actividades de innovación, el encuestado puede variar (RICYT,2001).

2.4.3.2 Indicadores de innovación

Los indicadores de innovación se consideran en tres aspectos: a) de impacto; b) referentes a la difusión; y c) indicadores de costos y gastos.

- A) Indicadores de Impacto como; proporción de ventas y exportaciones por tecnologías de nuevos mercados introducidos en el mercado en los últimos tres años. Las ventas y ganancias registradas producto de su proceso innovador y por último la forma en que los factores productivos han sido usados llevando así un cambio en la función de producción (RICYT,2001).
- B) Los indicadores de difusión; referentes a el impacto que esta causara en los usuarios de la innovación, así mismo, el re levantamiento del uso de tecnologías avanzadas en procesos de manufactura, es decir saber hasta qué punto las nuevas tecnologías han sido adaptadas e incorporadas a la producción (RICYT,2001).
- C) Los indicadores de gasto los cuales implican un desembolso en actividades de innovación en un año dado, el manual de Bogotá

sugiere cuatro enfoques; de abajo a arriba o de arriba a abajo es decir establecer un orden de acuerdo al monto del gasto asignado a cada innovación. Por tipo de gasto ya sea gasto corriente (costos laborales) o gasto de capital (edificios, instrumentos, software adquiridos o usados para innovaciones tecnológicas). Por tipo de innovación según el tipo de actividad (gastos en adquisición de tecnología, gasto en tecnología incorporada, gasto en equipamiento y entrenamiento ligado a actividades de innovación). Por ultimo las fuentes de financiamiento a fin de identificar y evaluar el papel que juegan las políticas públicas y la internacionalización en los procesos de innovación los recursos pueden ser; de origen propio, provenientes de empresas afines, otras empresas comerciales, provenientes del gobierno y de organizaciones internacionales o supranacionales. (RICYT,2001).

Algunos de los indicadores propuestos en relación a I+D por el manual de Bogotá son los siguientes (RICYT,2001);

- Desarrollo de proyecto de investigación
- Empleo en I+D (por nivel de capacitación y remuneración)
- Inversión intramuros (interna) en I+D.
- Inversión extramuros (externa) en I+D.
- Resultados de la I+D: producto nuevo, prototipo, proceso nuevo, planta piloto, otros.

2.5 Desarrollo tecnológico y económico.

A través del mundo es visible el interés que se tiene en los países con un desarrollo considerable en medir, captar, procesar y analizar información sobre la evolución de los procesos de innovaciones tecnológicas (RICYT,2001).

Por su parte el gobierno de cada país asume la habitualmente responsabilidad a través de instituciones o delegaciones, de realizar las mediciones respectivas de los procesos innovativos a fin de establecer políticas y programas públicos con el objetivo de apoyar a las firmas en el aumento de su acervo tecnológico. Las firmas a la vez pueden aprovechar las mediciones de los procesos de innovación como un parámetro con el compararse dentro de su sector, en cuanto a conductas tecnológicas se refiere. Esto despierta el interés de las firmas dentro de la industria ya que existe una gran difusión y conocimiento en el ámbito empresarial, acerca de que la innovación es la clave para conseguir el éxito económico en la industria (RICYT,2001).

A nivel macroeconómico contar con mayor número de empresas innovadoras fomenta la competitividad de la industria en su conjunto, además generando *spillovers* tecnológicos permeando hacia el resto de los agentes económicos. La innovación tecnológica es la manera de conseguir mejoras competitivas sustentables y acumulativas que traen éxito a la firma, industria y al país donde se alojan. La innovación a nivel macro además puede ser el camino para que una economía tenga un incremento sostenido de los salarios sin

afectar la competitividad, contribuyendo al equilibrio en términos de intercambio con el sector externo, de igual manera, favorece al aprovechamiento de los recursos naturales. Puede decirse que las innovaciones tecnológicas tienen un impacto muy fuerte en la forma de actuar de las firmas en sus competencias individuales y estas a su vez afectan el desarrollo y rumbo económico que un país persigue (RICYT,2001).

2.6 Evidencia empírica de desarrollo tecnológico

La metodología que se seguirá para probar la relación existente entre el gasto realizado en I+D como variable independiente y la variable dependiente Desarrollo Tecnológico de las empresas del sector aeronáutico.

La variable dependiente *Desarrollo Tecnológico* se medirá con el indicador *Número de patentes solicitadas* por el sector de la industria aeronáutica.

Diversos estudios realizados por Schmookler (1966, citado por R. Rivas y A. Casimiro 2000) y Scherer (1965, citado por R. Rivas y A. Casimiro 2000) en EE.UU., adicionalmente se ha utilizado para medir procesos de innovación tecnológica desde la perspectiva económica trabajos como el de Griliches (1990, citado por R. Rivas y A. Casimiro 2000), y varios estudios más por Ranninger 1987, Buesa y Molero 1989, Polo 1990 e Illescas y Toledo de la torre 1990 (citados por R. Rivas y A. Casimiro 2000).

Surge la interrogante si en verdad el indicador de las patentes tiene un efecto relevante para el efecto económico, Griliches (1990, citado por R. Rivas y A.

Casimiro 2000), sugiere que es posible encontrar una respuesta positiva a esta pregunta siempre y cuando se encuentre relaciones estadísticamente significativas entre el número de patentes y algún tipo de *input* de la actividad de innovación, por ejemplo, gastos en I+D, número de investigadores, etc. En trabajos realizados hasta el momento se ha encontrado una fuerte correlación entre el número de patentes y los gastos en I+D cuando se analiza información de secciones cruzadas en ámbito de empresas individuales o industrias (R. Rivas y A. Casimiro, 2000).

La confiabilidad de los datos de las patentes como indicadores de desarrollo tecnológico e innovación tecnológica ha sido estudiada por Mansfield, Sherer, Sanders y Napolitano con Sirilli (citados por R. Rivas y A. Casimiro 2000) demostrando que una gran cantidad de las invenciones de las empresas son patentadas y éstas a su vez en gran cantidad llegan a ser innovaciones con un uso económico, así entonces se puede decir que es posible afirmar que las patentes proporcionan en si una aceptable representación de la innovación y desarrollo de las empresa algo que por si indicadores como I+D no lo pueden hacer por si solo (R. Rivas y A. Casimiro, 2000).

CAPÍTULO 3. INDUSTRIA AERONÁUTICA MEXICANA

El presente capítulo tiene por objetivo establecer la evolución histórica y situación actual de la industria aeronáutica en México. Los detonantes que ayudaron a emerger a esta industria en años recientes en el país, así como establecer cuáles son sus características económicas principales. Delimitar la importancia de esta industria para el país desde la perspectiva de los números generados en cuanto a producción, exportaciones y relaciones comerciales con demás países. De igual forma hacer un análisis de la situación actual que se vive en esta industria y las perspectivas en torno a su desarrollo para los próximos años.

Así mismo se abordará una perspectiva global de la industria, su relevancia e importancia para el comercio internacional, inversiones realizadas en las diferentes ramas de la industria, así como las tendencias mundiales para la industria para las próximas décadas, industria que se espera tenga un auge mucho mayor en los siguientes años.

3.1 Inicios de la industria aeronáutica en México

En los primeros años de la revolución mexicana e incluso en la primera década del siglo XX da inicio la historia de la aeronáutica en México, con la dictadura en turno del entonces presidente Porfirio Díaz. Desde el año 1906 se iniciaron los primeros intentos para volar un aeroplano, posteriormente en 1910 se llevó a cabo el primer vuelo tripulado de América latina. Para el 25 de mayo de 1911 Porfirio Díaz renuncia a la presidencia tras 30 años de dictadura partiendo hacia Francia en el buque Ipiranga. Francisco I. Madero asume la presidencia el 1 de noviembre de 1911 y para el día 30 de noviembre de 1911 Francisco I. Madero asiste a una exhibición de aviones que se realizó en el campo Balbuena ahí fue invitado por el piloto inglés Geroge M. Dyot a realizar un sobrevuelo a bordo de su nave, convirtiéndolo en el primer presidente en el mundo en volar un avión (Ventura, 2015).

Es muy probable que después del sobrevuelo que realizó el presidente Madero se promoviera el establecimiento de la escuela de aviación en México de acuerdo con un informe asentando en el Congreso de la Unión del 1 de abril de 1912, en el que se daban las facilidades a los oficiales del ejército para formarse como pilotos aviadores (Maldonado, 2015).

La utilización de aviones como arma de guerra en México se usó por primera vez en 1912 cuando arribaron a Torreón dos aviones tipo Blériot que se pretendían usar contra el movimiento de levantamiento de armas encabezado por Pascual Orozco. Un año más tarde los pilotos Miguel Lebrija y Juan Guillermo Villasana iniciaron pruebas de bombardeo a bordo de

aviones esto a petición del gobierno de Victoriano Huerta, mismo que creo la Escuadrilla Aérea de la Milicia Auxiliar del Ejército (Ramírez, 2014).

Con Venustiano Carranza en el poder el 15 de noviembre de 1915 fueron inaugurados los Talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas (TNCA). Hombres muy importantes surgieron en los inicios de la aeronáutica en México uno de ellos fue Juan Guillermo Villasana López un precursor de la aviación desde 1906, de manera autodidacta se introdujo en la aviación, con su experiencia diseño una hélice desde 1912. La hélice fue todo un éxito probada por primera vez en el monoplano Moinsaint el 12 de noviembre, se recibieron felicitaciones y palabras de aliento y satisfacción, la hélice fue nombrada “Anáhuac”. Años más tarde en 1918 otro tipo de hélice fue diseñada por Villasana una llamada “tipo potencial”, fueron muy exitosas y reconocidas alrededor del mundo (Ramírez, 2014).

Villasana junto a su colaborador Santarini realizaron magnificas aportaciones a pesar de la situación tan difícil de la Revolución, lograron construir aviones en serie como lo fueron 37 biplanos de la serie A, además serie B, serie C, D, E, F, G, H. Respecto a los motores de aviones al igual realizaron aportes significantes construyeron motores que posteriormente fueron empleados en la Escuela Militar de Aviación, además, construyeron motores de 40 C.f. de tres cilindros que nombraron “Trébol” , como último aporte en 1919 presentaron el motor “SS México” de 150 C.f. y diez cilindros que dio gran renombre a los constructores y a la TNCA (Ramírez, 2014).

La aviación seguía un paso lento pero firme a pesar de las complicaciones existentes de la época revolucionaria, fue hasta cuando se vio amenazada por el asesinato de su máximo benefactor, Venustiano Carranza, el 21 de mayo de 1920 en Tlaxcalantongo resultado del llamado Plan de Agua Prieta dirigido por el general Álvaro Obregón, el general Elías Calles y el licenciado Adolfo de la Huerta (Ramírez, 2014).

Años más tarde el Ing. Ángel de Lascurain y Osio tomaría las riendas de los TNCA como director interino hasta el 1 de noviembre de 1921 que fue designado Comandante de Flota Asimilado Director de los TNCA. Contaba con experiencia en el ámbito laboral y académico, debido a que fue profesor de aerodinámica, de mecánica de motores y de aeronavegación en la Universidad Nacional, así como en la Escuela Libre de Educación Aerotécnica. Bajo la dirección de Lascurain, el primer biplano que se produjo fue el Salmson de 250 c.f. Posteriormente en su trayectoria continuó con nuevas creaciones de aeronáuticas como lo fueron el Sonora, el AVRO Anáhuac, el Tololoche Chico, el Parasol México 5-E-132 mismos de los cuales se fabricaron 50 modelos después de las pruebas exitosas que tuvo en vuelo “en vela” (motor sin funcionar) de más de tres horas en los cielos del valle de México. Las invenciones de Lascurain continuaron, en 1923 presentó el Quetzalcóatl también llamado Tololoche Grande con prestaciones muy superiores al entonces avión usado De Havillan DH-4 por la fuerza aérea. Tiempo después de la realización de un evento de aviación en Dayton, (EE.UU.), en el cual no se logró la participación de las aeronaves

mexicanas debido a órdenes del gobierno mexicano ya que de haber participado se hubiese demostrado grandes prestaciones de estos aviones frente a los aviones norteamericanos, pasado este evento el Servicio de Inteligencia de los (EE.UU.) solicitó al gobierno mexicano toda la información relacionada a su construcción referentes a los datos de las personas que habían fabricado aviones, como era su elaboración aeronáutica, como fueron realizados, sus características físicas y técnicas. La información dada fue copiada por (EE.UU.) para la elaboración posterior de sus modelos de aviones como el Lockheed Vega, Orión y otros (Ramírez, 2014).

Desde 1927 hasta 1929 Lascurain radicó temporalmente en Nueva York, trabajando intensamente en un avión con motor rotativo inventado y patentado por él. Poco tiempo después se le ofreció un puesto de jefe de fábrica en New Jersey puesto que no aceptó debido a que debía renunciar a la nacionalidad mexicana. De regreso en México construyó en el año 1929 el “Azcarate”, para 1940 diseñó y construyó el bimotor “Lascurain - Salinas” nombrado así porque se construyó en sociedad. El Ing. Antonio Sea también hizo aportes a la construcción de aviones mexicanos por la realización del “Teziutlán” en 1942 fabricado para la Secretaria de la Defensa Nacional como avión de entrenamiento. Para el año de 1956 el Ing. Lascurain con el deseo de construir aviones para vuelos comerciales de pasajeros, construyó el “Aura” un bimotor con capacidad de 14 pasajeros, siendo este avión el más grande que se ha diseñado y construido en el país. En este mismo avión perdería la vida Lascurain el 24 de diciembre de 1957 en un vuelo de rutina

en el que hubo fallas en los dos motores minutos después de despegar. Lascurain fue un gran precursor de esta industria pues se le atribuyen cerca de 200 aviones y 15 prototipos todos ellos volaron, con ello demostró que las construcciones mexicanas eran tan buenas e incluso mejores que las extranjeras (Ramírez, 2014).

3.2 Características de la industria

La industria aeroespacial está conformada por dos grandes ramas; la aviación militar y la aviación civil, que será la línea que se tomará en el presente trabajo. La aviación civil a nivel mundial está dividida en dos bloques; la comercial y la ejecutiva, para la aviación comercial existen dos lugares de mercado los cuales son aviones de fuselaje estrecho o de un sólo pasillo y los aviones de fuselaje ancho o también conocidos de doble pasillo. Mientras que la aviación ejecutiva se compone por aviones regionales y jets ejecutivos (ProMéxico, 2015a).

Regularmente los aviones de fuselaje ancho tienen un fuselaje de 5 a 6 metros en este tipo de aeronaves los asientos se distribuyen en siete a diez filas, con una capacidad de 200 a 600 pasajeros con un doble pasillo. Los aviones de fuselaje estrecho tienen un diámetro de 3 a 4 metros con asientos acomodados en 2 a 6 asientos, con un pasillo central únicamente, este tipo de aviones son los más comunes y usados. Dentro de las aeronaves ejecutivas regionales están diseñados de tal manera que sólo tiene una capacidad entre 80 y 100 pasajeros. Por último, los jets ejecutivos son

empleados para el transporte de grupos pequeños de personas (ProMéxico, 2015a).

Las diferentes categorías mencionadas de las que se compone y divide esta industria en especial la civil es de ayuda para comprender las diferentes clases de aeronaves fabricadas en el país, dando un contexto más detallado sobre el tipo de tecnología fabricada.

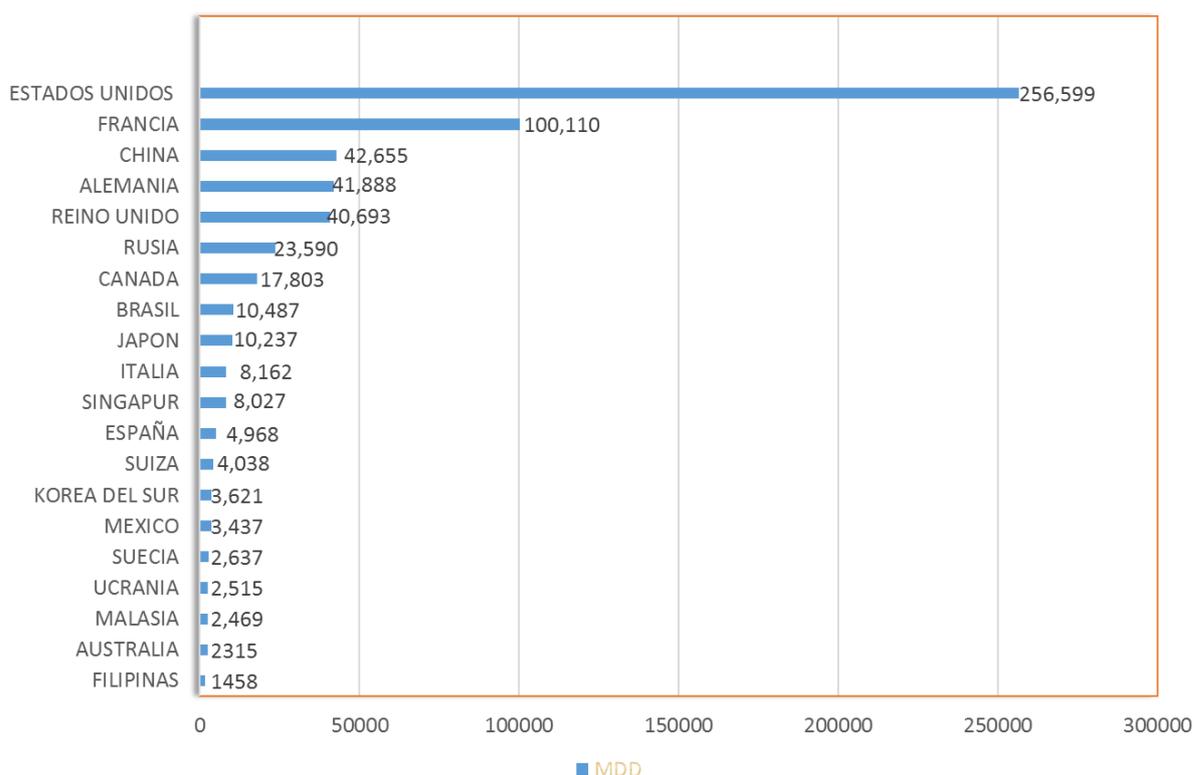
3.3 Estadísticas y números a nivel mundial

El mercado global de la industria aeroespacial y de defensa está estimado en 1.244 billones de dólares estadounidenses para el cierre de 2014 (ProMéxico, 2015b).

3.3.1 Producción Mundial

La producción mundial para el 2013 en el sector aeroespacial fue de 603,149 millones de dólares estadounidenses, los principales países productores fueron EE.UU. (43%), países europeos y asiáticos (17%), China (7%), Alemania (7%) y Reino Unido (7%). Con una producción en términos monetarios para el primer lugar EE.UU. de 256,599 mdd, Francia con 100,110 mdd en segundo lugar y en tercer lugar China con 42,655 mdd (ProMéxico, 2015a).

Figura 2. Producción mundial del sector aeroespacial, 2013 (mdd)



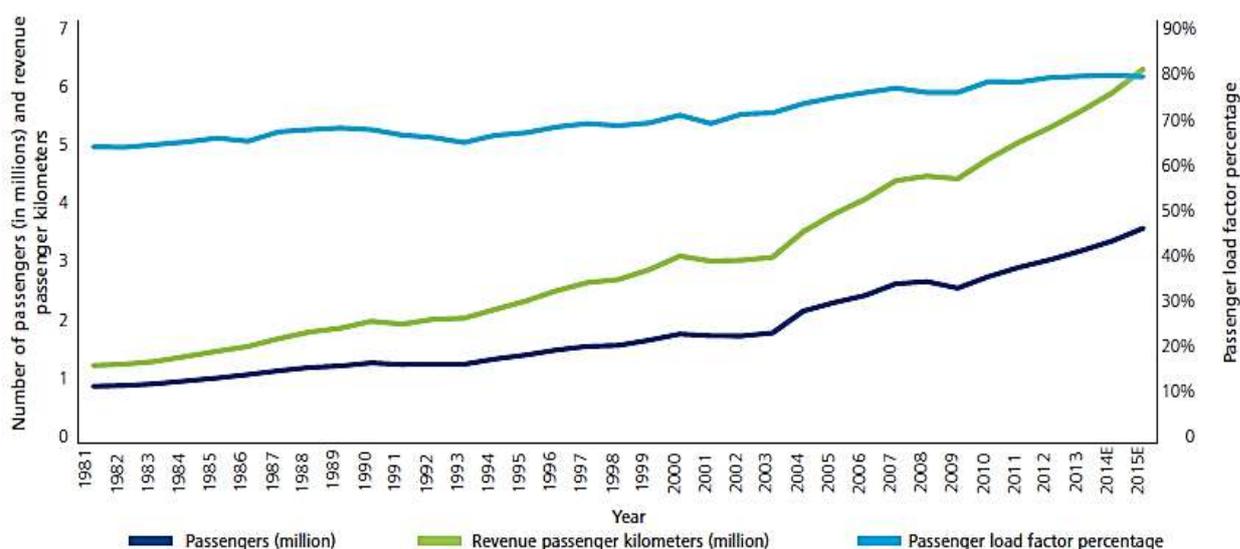
Fuente: ProMéxico, 2015a.

Para el año 2013 la industria aeronáutica y de defensa obtuvo ingresos por 1,111.8 millones de dólares a nivel internacional, lo que representa una tasa de crecimiento promedio anual de 2.3% entre los años 2009 a 2013. Por otro lado, los mercados asiáticos y europeos en ese mismo periodo tuvieron un crecimiento promedio de 4 y 7% respectivamente, en números ambas regiones alcanzaron un valor de \$259 y \$266 millones de dólares para el año 2013 respectivamente (ProMéxico, 2015a).

3.3.2 Tráfico aéreo global

El mayor dinamismo mundial en cuanto a negocios y turismo, principalmente a India, China, Medio Este y otros países de la región Asia-Pacífico han hecho que la tendencia global de los vuelos desde 1981 como lo muestra la figura 3 haya crecido de manera muy significativa hasta hoy en día. Así las cifras han aumentado, de la gente que vuela por año, con un incremento de 340 por ciento en este periodo de tiempo (Deloitte, 2015).

Figura 3. Tráfico aéreo global (1981 a 2015).



Fuente: Deloitte, 2015.

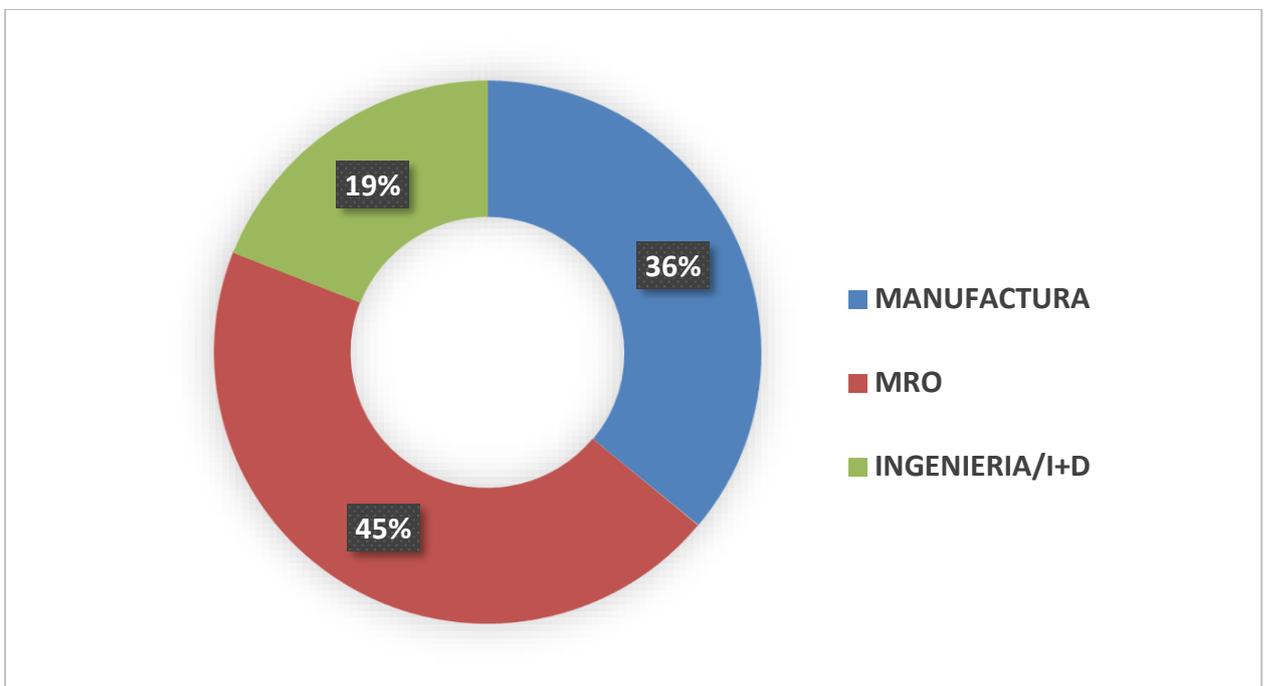
3.3.3 Inversión industria mundial

Las inversiones realizadas en la industria aeroespacial a nivel internacional de los años 1990 a 2009 en estudio realizado por Aerostrategy³ concluye que

³ AeroStrategy, una empresa de consultoría de gestión en el sector de la aviación y aeroespacial conocida y respetada a nivel internacional. Filial de ICF International un proveedor líder de servicios de consultoría y soluciones tecnológicas para clientes gubernamentales y comerciales (ICF, 2016).

la mayor parte de las inversiones realizadas en la industria aeroespacial se encuentran en la categoría de Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRO) con un 45%, seguida por la manufactura con un 36% y por último la actividad a la que se dedica menos inversión con un 19% es el área de ingeniería e investigación y desarrollo (I+D).

Figura 4. Inversión Aeroespacial 1990-2009



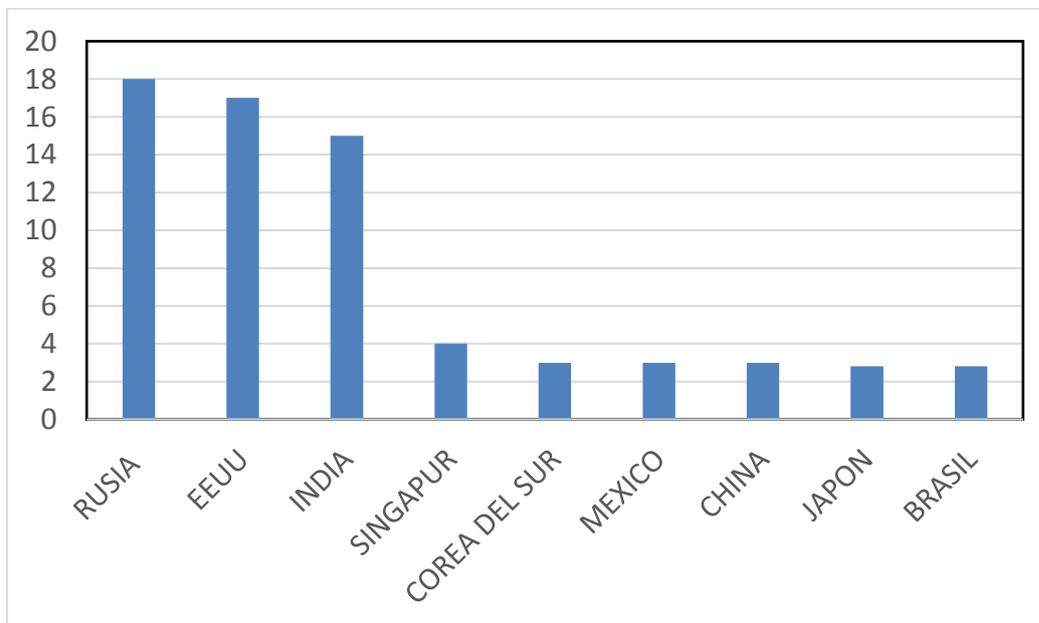
Fuente: AeroStrategy analysis, 2009.

En un principio la ingeniería e investigación y desarrollo (I+D) se hacía en las instalaciones de las empresas, sin embargo, con el final de la guerra fría y la liberación del comercio se inició el establecimiento de centros de investigación fuera de los países de origen, esto repercutió de manera dramática para que se expandiera el talento de los ingenieros, haciendo más accesibles territorios de Rusia, Europa, India, China y Latino América. Boeing

fue la primera en su industria que aprovechó estas circunstancias y estableció un pequeño centro de investigación técnica en Moscú con 10 empleados en 1993 (AeroStrategy, 2009).

Los países que más inversiones realizaron en ingeniería e I+D dentro de la industria aeronáutica al 2009 son Rusia, EE.UU. e India, ocupando el lugar 6° México como lo muestra la figura 5 (AeroStrategy, 2009).

Figura 5. Inversión Aeroespacial – Ingeniería e I+D



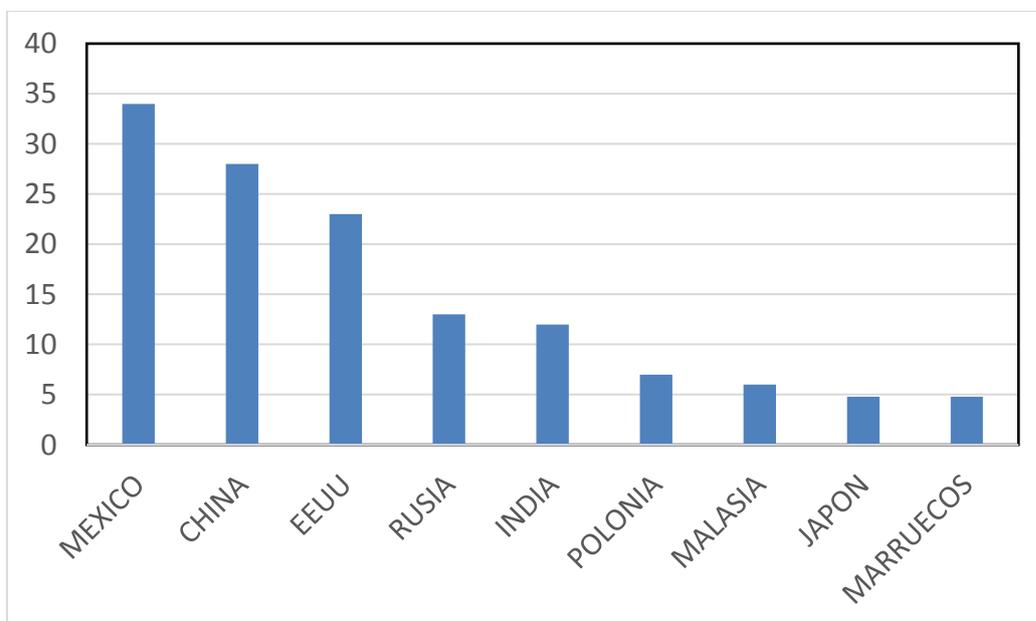
Fuente: AeroStrategy analysis, 2009.

Este tipo de inversión es la más visible manifestación de la globalización, las motivaciones pueden ser ahorrar costos, acceso a nuevos mercados, distribuir obligaciones y cubrir el riesgo cambiario de divisas. México es la nación que más inversión recibe destinada a la manufactura de esta industria, las razones podrían ser muchas algunos autores e investigadores comentan que son (AeroStrategy, 2009):

- Acceso a costos bajos de mano de obra, como se ha reflejado en la industria automotriz y de electrónicos.
- La existencia de un acuerdo bilateral de aviación entre Estados Unidos y México.
- Proximidad con Estados Unidos y Canadá, sus cadenas de suministros y los costos bajos de transporte.
- La protección de la propiedad intelectual en México.
- Eliminación de normas de componentes aeronáuticos.

Los países que preceden a México en cuanto a inversión en Manufactura es China, EE.UU., Rusia e India como lo muestra la figura 6 (AeroStrategy, 2009).

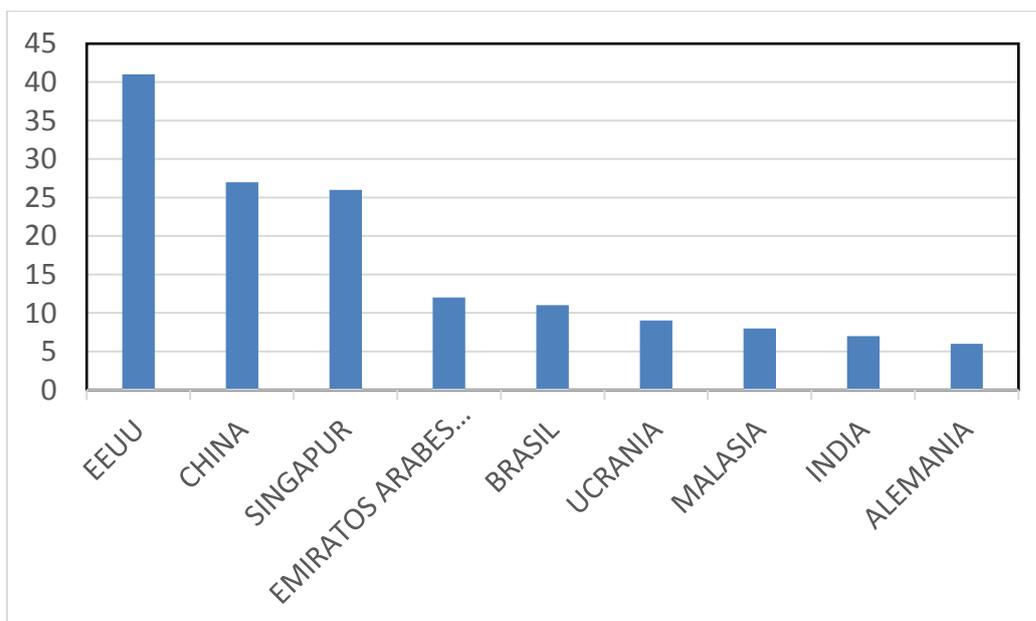
Figura 6. Inversión Aeroespacial – Manufactura



Fuente: AeroStrategy analysis, 2009.

En cuanto a la categoría de Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRO) se tiene que las mayores inversiones para este rubro se realizan en los países de EE.UU., China y Singapur. Hoy en día se tiene que las regiones donde más rápido ha crecido el tráfico aéreo son, Asia-pacífico, Medio Este y Latino América, y los dos países más interesantes en cuanto a MRO en segundo y tercer lugar, China y Singapur. Singapur es atractivo debido a su ambiente amigable para los negocios y una fuerza de trabajo altamente capacitada para manejar una gran cantidad de tecnología intensiva en los centros de mantenimiento y centros de distribución de partes. Mientras que China la hace atractiva para la inversión en MRO la mano de obra disponible para actividades intensivas por ejemplo mantenimiento pesado, así como la expansión en auge del mercado chino (AeroStrategy, 2009).

Figura 7. Inversión Aeroespacial – Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRO)



Fuente: AeroStrategy analysis, 2009.

3.3.4 Clúster Mundiales

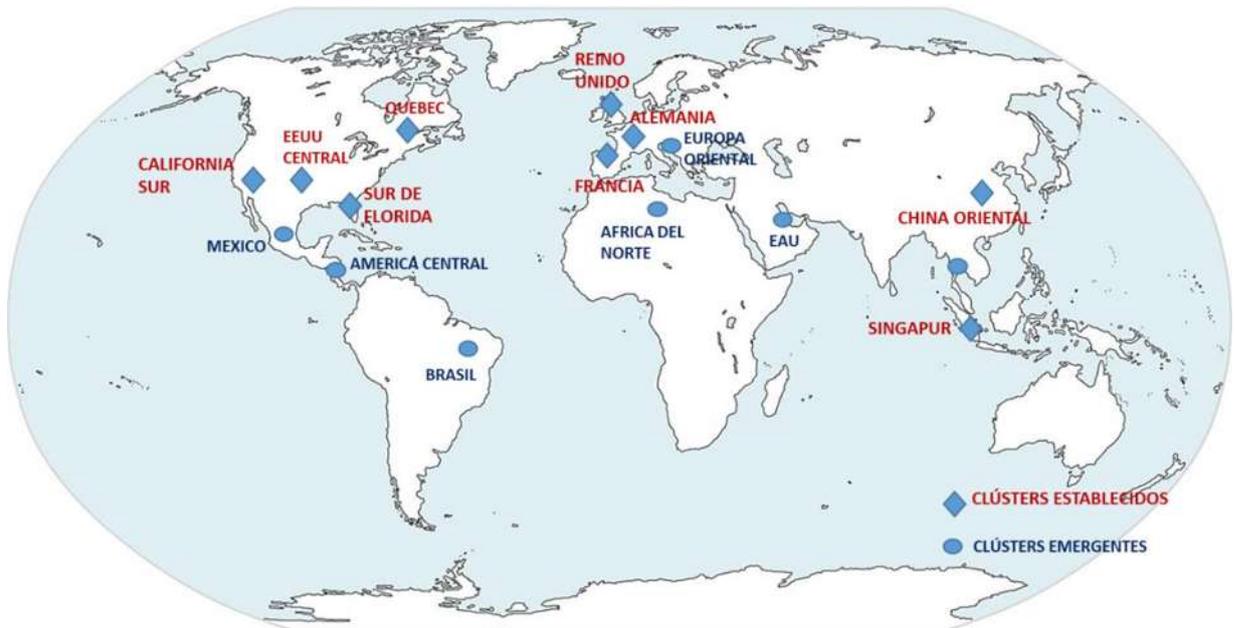
Hace apenas 10 años México y China eran países que poco figuraban en las inversiones en la industria aeroespacial. Corresponde a cada gobierno de los países desarrollar estrategias nacionales de para crear o aprovechar las ventajas que los diferencian. Existen *clústeres* establecidos alrededor del mundo sin embargo los países saben que no son creados por apuntalamientos o subsidios nacionales, se crean mediante el establecimiento de las ecologías más viables para que un ecosistema de la industria aeroespacial emerja (AeroStrategy, 2009).

Un *clúster* se define como un grupo geográficamente cercano de compañías interconectadas e instituciones asociadas en un campo en particular, unidas por cosas comunes y complementarias. Un *clúster* puede variar desde una ciudad o estado, en un país o países vecinos. Los *clústeres* pueden tomar diferentes formas dependiendo de su profundidad y sofisticación, aunque la mayoría son empresas de servicios, proveedores de insumos, componentes, maquinaria y servicios, instituciones financieras y empresas de sectores relacionados (Porter, 2000).

Los *clústeres* que se han constituido dentro de la categoría MRO se dividen en dos tipos: establecidos y emergentes. Los *clústeres* establecidos generalmente se ubican en países más desarrollados mientras que los *clústeres* emergentes su ubicación geográfica es en países en vías de desarrollo. Como se ven en la figura 7 a lo largo del mundo existe una

distribución de éstos, siendo el continente americano donde existe un mayor establecimiento de éstos.

Figura 8. Clústeres aeroespaciales globales – MRO

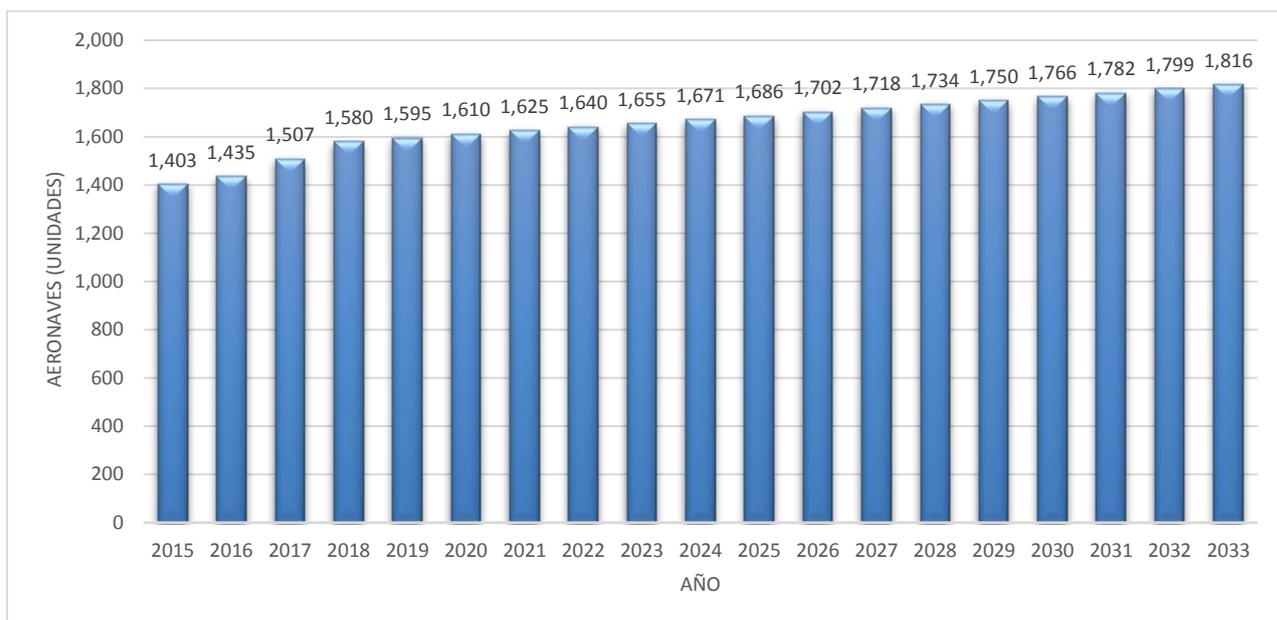


Fuente: AeroStrategy analysis, 2009.

3.3.5 Tendencias mundiales

La producción esperada para los siguientes 20 años, estableciendo que variables económicas y sociales permanezcan estables, tiene buenas expectativas, tanto así que se considera que para la próxima década en el año 2025 la producción anual de aviones comerciales aumente en gran medida con un estimado de un 20 a 15%, con este crecimiento esperado se tienen dos tendencias significativas y desafíos a tener en cuenta por un lado la entrada de nuevos competidores mundiales del duopolio existente y el impacto en la cadena de suministros (Deloitte, 2015).

Figura 9. Producción pronosticada anual 2015-2033



Fuente: Deloitte, 2015.

El actual duopolio conformado por Airbus y Boeing ha dominado desde 1997 la industria, en el futuro se espera que al menos un competidor entre en juego junto con las grandes compañías dominantes en las próximas dos décadas, de esto se espera que afecte el ritmo de creación de tecnología e innovación, los ciclos de reemplazo y el precio de las aeronaves. Por otra parte, la cadena de suministros aeroespacial tiene el desafío de mantener el ritmo de crecimiento de las principales compañías de una manera espectacular aumentando la producción de componentes, sistemas y servicios, continuamente esforzándose y cambiando su modelo de negocio, por ejemplo, inversión en I+D, personal de ingeniería especializado para producción y diseño detallado de piezas, entre otras actividades (Deloitte, 2015).

Aunado a lo anterior se espera una fuerte demanda por parte de pasajeros y empresas de transporte especializado aéreo, debido a las mayores necesidades y poderes adquisitivos de las economías emergentes en el mundo para las próximas décadas, se prevé que para el año 2024 en el mundo se demanden 15,118 aviones nuevos y para la década siguiente en el año 2034 se tenga una demanda superior por la cantidad de 17,467. Esto representa un total de 32,585 aeronaves nuevas que se espera sean demandadas en las próximas dos décadas (Airbus, 2015).

Figura 10. Nuevas aeronaves demandadas por pasajeros y cargueros

	2015-2024	2025-2034	2015-2034	% Nuevas entregas 2015-2034
África	460	657	1,117	3%
Asia/Pacífico	4,986	7,610	12,596	39%
CIS	577	711	1,288	4%
Europa	3,375	2,990	6,365	20%
América Latina	1,111	1,399	2,510	8%
Medio Este	1,174	1,187	2,361	7%
Norte América	2,972	2,572	5,544	17%
Cargueros	463	341	804	2%
Mundial	15,118	17,467	32,585	100%

Fuente: Airbus, 2015.

Otros indicadores a largo plazo aportados por Airbus (2015), asumen que la industria crecerá en ingresos un 145% para el año 2034, los aviones de

pasajeros demandados e incorporados al mercado serán 31,871, mientras que los nuevos aviones cargueros incorporados alcanzarán la cantidad estimada de 804, con un total de nuevos aviones incorporados de 32,585 estimados para el 2034, e ingresos aproximados a la cifra de 15.2 trillones de dólares (Airbus, 2015).

Figura 11. Plantilla aérea estimada 2014-2034

Plantilla mundial	2014	2034	%cambio 2014-2034
aeronaves			
Aeronaves de pasajeros	17,354	35,749	106%
Nuevas entregas de aeronaves para pasajeros		31,781	
Aeronaves cargueros	1,633	2,687	65%
aviones cargueros incorporados		804	
Total de aeronaves entregadas		32,585	

Fuente: Airbus, 2015.

3.4 Estadísticas y números de la industria en México

México se ha convertido en uno de los más grandes productores y competidores globales en el sector aeroespacial, ha reportado un crecimiento del anual a tasa del 17.2% desde el 2004. Actualmente existen 302 empresas en el ramo y organizaciones de apoyo de la cuales la mayoría cuenta con certificaciones NADCAP y AS9100. Se ubican principalmente en seis estados

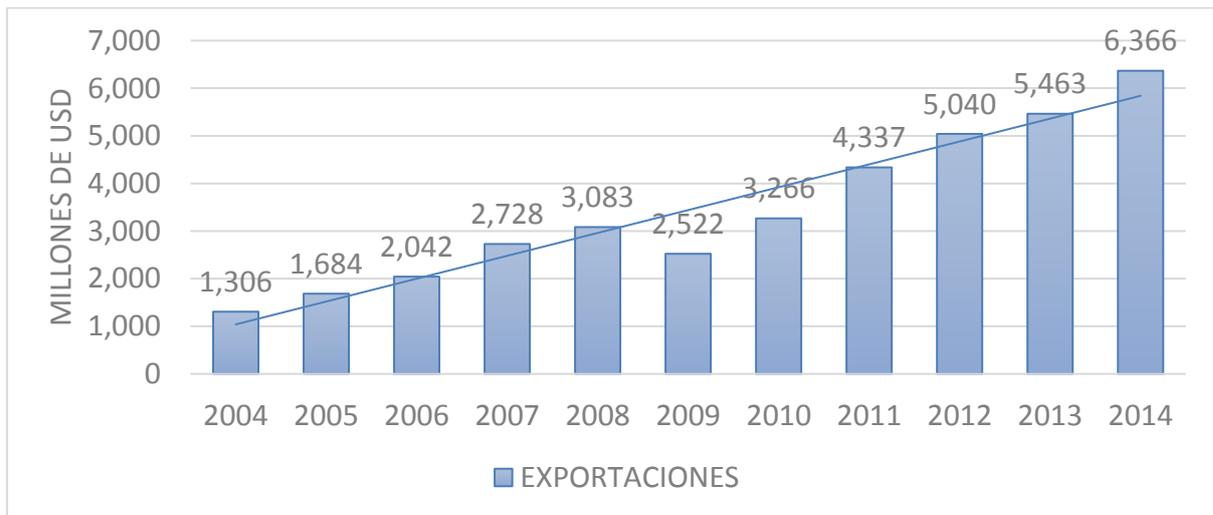
y emplean a más de 45,000 empleados de alto nivel profesional (ProMéxico, 2015b).

3.4.1 Balanza comercial – Industria aeronáutica

La inversión extranjera directa acumulada en la industria aeroespacial en los 10 últimos años asciende a 1.797 billones de dólares estadounidenses (ProMéxico, 2015b).

Durante el año 2014 las exportaciones del sector ascendieron a 6,366 millones de dólares estadounidenses de acuerdo con datos de la SE.

Figura 12. Industria aeronáutica – Balanza comercial Exportaciones (millones de dólares)

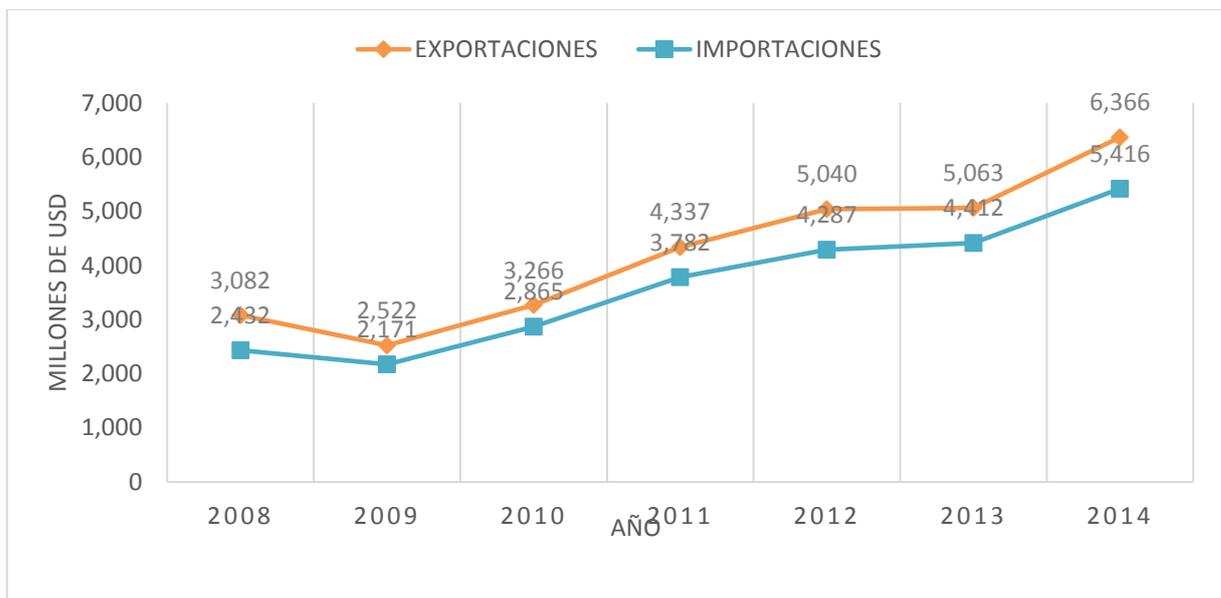


Fuente: Secretaría de Economía, DGIPAT, 2015.

Durante el año 2010, las exportaciones de los productos aeronáuticos estuvieron dirigidas principalmente a EE.UU., con el 74.3% del total, Canadá y Francia con 8.1% y 3.6% respectivamente (SE, DGIPAT, 2011).

México a lo largo de la última década se ha consolidado como uno de los países líderes a nivel mundial en el sector aeroespacial, en promedio sus exportaciones anuales han crecido un 17% durante el periodo comprendido de 2004-2014 alcanzando en el último año la cantidad de 6,366 millones de dólares estadounidenses, mientras que en el rubro de las importaciones para el mismo sector se tienen 5,416 millones de dólares estadounidenses con un superávit en la balanza comercial de 950 millones de dólares. La tendencia positiva de la balanza a lo largo del periodo 2008-2014 se ha repetido como se muestra en la figura 13 (SE, 2015).

Figura 13. Industria aeronáutica – Balanza comercial (millones de dólares)

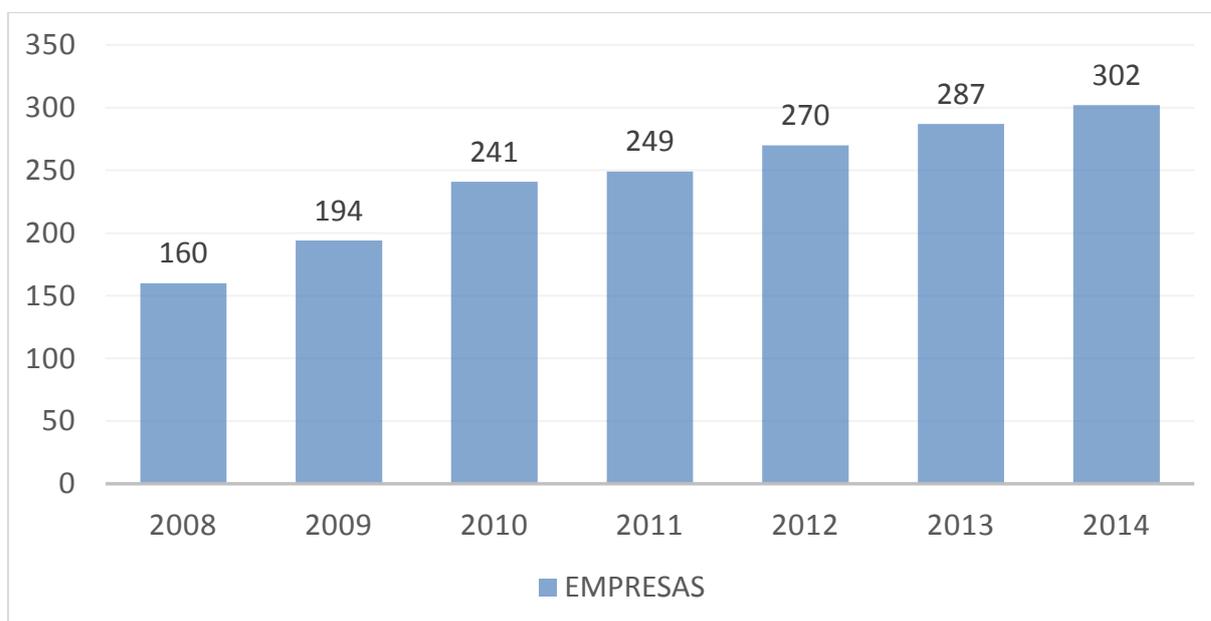


Fuente: Secretaría de Economía, 2015.

3.4.2 Empresas instaladas

El número de empresas establecidas en el país para el año 2014 ascendió a 302, las cuales se encuentra principalmente en cinco entidades. En los últimos 6 años la cifra de empresas se ha casi duplicado pasando de 160 en el 2008 a 302 empresas para el año 2014(SE, 2015).

Figura 14. Empresas sector aeronáutico en México 2008-2014.



Fuente: Secretaría de Economía, 2015.

3.4.3 Distribución geográfica

Las empresas se concentran en mayor proporción en los estados de Querétaro, Sonora y Baja California Norte con más de 50 empresas establecidas cada entidad, por otra parte, los estados que están emergiendo en esta industria son Jalisco y Tamaulipas con una concentración de más de 10 empresas, pero menor a 20 de ellas. Dentro de los estados que están en sus primeros pasos en el establecimiento de empresas de la industria son;

Yucatán, Puebla, Edo. de México, Guanajuato, Sal Luis Potosí, Zacatecas, Durango y Coahuila con menos de 10 empresas establecidas por entidad (PWC, 2015).

Figura 15. Número de compañías en cada estado, 2014.



Fuente: PWC, 2015.

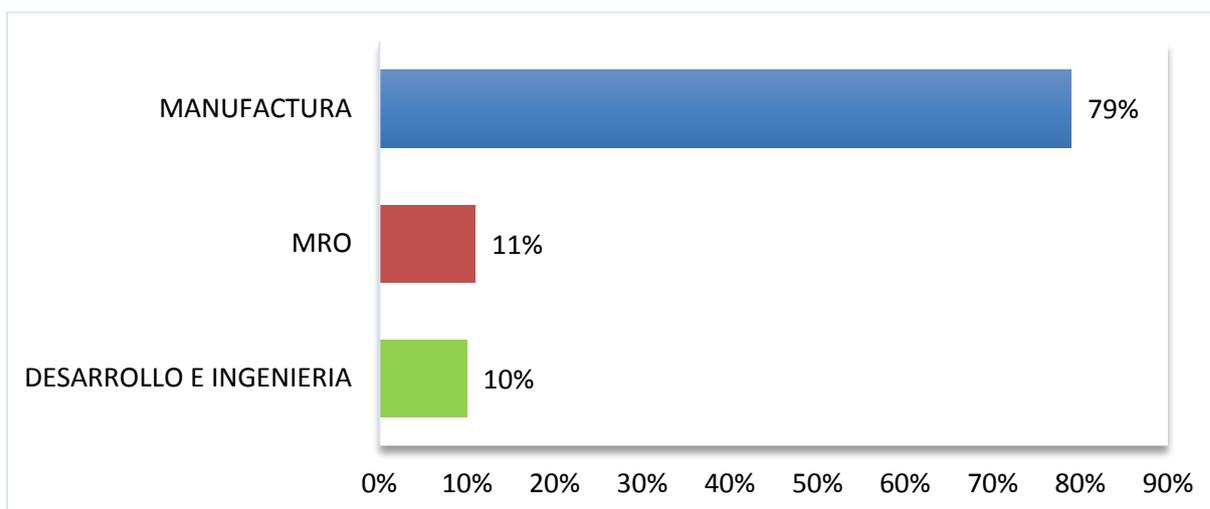
3.4.4 Segmentación de la industria

La segmentación de la industria aeronáutica mexicana se estructura de la siguiente manera; la categoría de Manufactura representa el 79% de las empresas, en la categoría de Mantenimiento, Reparación y Revisión (MRO) se encuentran el 11% de las compañías y por último en la categoría Desarrollo e ingeniería las compañías representan el 10% del total (Ernst & Young, 2014).

El país aún es un foco de atracción para la manufactura por diversas condiciones, sin embargo, deben de buscarse mecanismos para que esta

experiencia adquirida en los diversos procesos sea transferible y desarrollada por empresarios y organizaciones mexicanas, dando un paso importante en la innovación tecnológica que tanto hace falta al país.

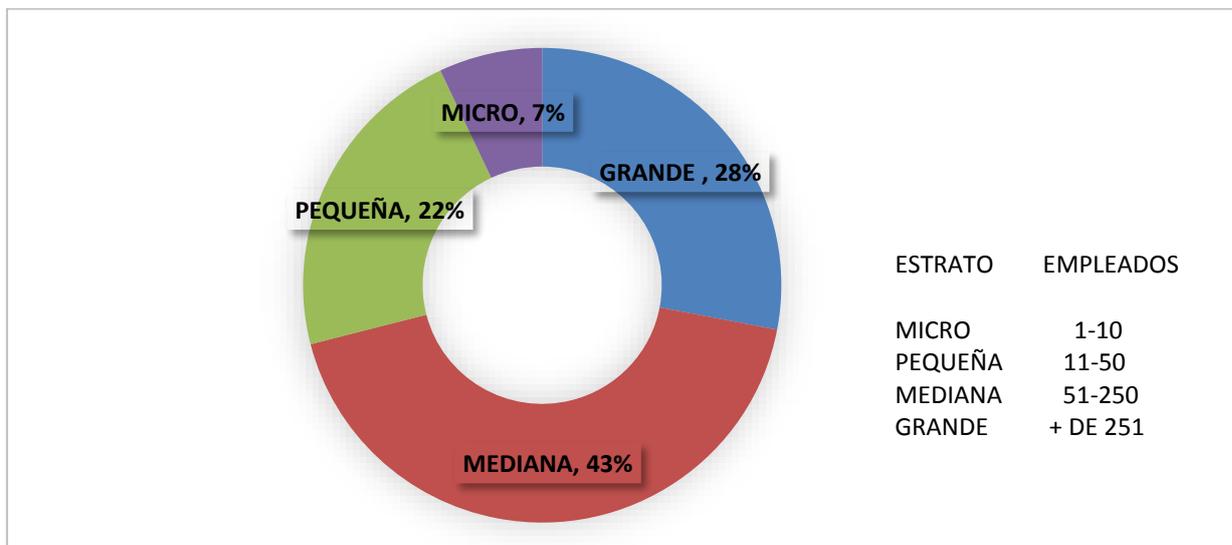
Figura 16. Segmentación de compañías de la industria aeroespacial en México.



Fuente: Ernst & Young, 2014.

La segmentación de las empresas que conforman el universo de la industria aeroespacial se dividen en; 28% de las empresas que conforman el ramo industrial tienen un número de empleados mayor a 251 que son consideradas como grandes, mientras que las empresas que dan empleo a más de 51 y menos de 250 personas se consideran medianas con un 43% en representación del total, por otra parte, las empresas pequeñas con un 22% con una plantilla de 11 y 50 trabajadores, por último las empresas consideradas micro con un 7% del total, las cuales cuentan con un personal de 1 a 10 trabajadores (FEMIA, SE, 2013).

Figura 17. Tamaño de las compañías de la industria aeroespacial en México.



Fuente: Femia, Secretaria de Economía, 2013.

3.4.5 Empleos generados

El número de empleos en el sector aeronáutico se ha visto incrementado desde el año 2010 hasta el año 2014, en este año se obtuvo un promedio de 21,592 trabajadores en la industria, de las cuales alrededor de 17,989 trabajaban como mano de obra directa y 3,603 personas que trabajaban como *staff* (administrativos), estamos hablando de alrededor de 0.64% de todos los trabajadores de la industria manufacturera (PWC, 2015).

Figura 18. Empleos en la industria aeroespacial mexicana



Fuente: PWC, 2015.

3.4.6 Inversión extranjera directa-Aeronáutica

México ocupa el 12° lugar entre los grandes exportadores de productos aeroespaciales del mercado global y ocupa el lugar 6° entre los proveedores más grandes en la industria americana. Esto lo ha convertido en el más grande receptor de inversión extranjera directa en el mundo dentro de la industria aeroespacial desde hace varios años (Ernst & Young, 2014).

La IED que ha recibido el país desde el año 1999 hasta el año 2014 ha alcanzado la cantidad de 3,183.7 millones de dólares, que han sido invertidos en la industria aeroespacial mexicana, el cual representa alrededor del 0.8% del total de flujos de IED que han ingresado a México. Los EE.UU. es el país que más IED en el sector aeroespacial ha invertido en México, con un total de 816.8 millones de dólares que van desde el año 1999 al año 2014, y una presencia de 52 compañías estadounidenses dentro del ramo aeroespacial trabajando en el país. Con el segundo lugar de flujos de IED hacia el país se encuentra Canadá con una inversión de 791.3 millones de dólares y una presencia de 6 compañías establecidas en territorio nacional (PWC, 2015).

Figura 19. Origen de la IED en el sector aeronáutico en México

Posición	País de origen	IED (millones USD)	% Participación	Número de compañías
1	USA	816.8	41.5%	52
2	Canadá	791.3	40.2%	6
3	España	105.5	5.4%	14
4	Luxemburgo	85.4	4.3%	3
5	Francia	84.7	4.3%	7
	Total	1,883.7	95.7%	82

Fuente: PWC, 2015.

En cuanto a presencia referente al número de empresas en territorio nacional el primer lugar lo tiene EE.UU. con un total de 52 empresas y el segundo lugar lo obtiene España con 14 empresas establecidas en el país (PWC, 2015).

3.4.7 Aglomeración de empresas

En México existen *clústeres* establecidos el primero de ellos en surgir fue el de Querétaro, asimismo existen *clústeres* en Baja California, Chihuahua, Nuevo León y Sonora.

Figura 20. Clústeres de la industria aeroespacial en México



Fuente: ProMéxico, 2015c

Cada *clúster* se caracteriza por su producción, las compañías que integran el *clúster*, la actividad característica de cada uno es diferente, las empresas más representativas de cada uno y el nivel de producción y exportación. Los actuales *clústeres* establecidos en el país son concentradores de la mayor parte de la producción en la industria, contribuyendo así con el 67% del total de las exportaciones aeronáuticas generadas por la industria (Ernst & Young, 2014).

Figura 21. Características clústeres en la industria aeroespacial en México

Estado	Exportaciones \$US	% Exportaciones México	Número de compañías	Capacidades de manufactura	Visión a largo plazo	Compañías importantes
Baja California	1,391 millones	28%	60	Mecanizado de precisión, de metal de placa de conformación, sistemas eléctricos e hidráulicos, pruebas de integración completa, diseño de interiores	KPO líder de sistemas de fuselaje y plantas de energía	Honeywell, Gulfstream, Eation, Rockwell Collins, Lockheed Martin, Goodrich
Chihuahua	568 millones	11%	28	Sistemas eléctricos para aviones, estructuras para helicópteros, componentes de metal, componentes de motor	Centro de fabricación de alta tecnología y productos de doble uso	Cessna, Textron, Honeywell, Beechcraft
Sonora	174 millones	4%	48	Sistemas de la cabina interior y componentes, accesorios de motor, sistemas de arranque y sistemas de energía eléctrica	Líder en la fabricación de turbinas	Goodrich, Semco, BE Aerospace, Precision Aerospace
Querétaro	673 millones	13%	34	Sistemas de propulsión, estructuras de fuselaje, subconjuntos y subsistemas de motor, sistemas del tren de aterrizaje	Centro especial para el mecanizado complejo y MRO	Bombardier, Safran, Eurocopter, Galnik, General Electric
Nuevo León	555 millones	11%	28	Manufactura avanzada, mantenimiento y reparación	Centro de excelencia en la innovación aeronáutica, ingeniería y fabricación	Honeywell, Rockwell Collins, Hamilton Sudstrand

Fuente: Ernst & Young, 2014.

Baja California se caracteriza por mecanizado de precisión, elaboración de sistemas hidráulicos y eléctricos, pruebas de integración completa y diseño de interiores con una participación del 28% de las exportaciones que

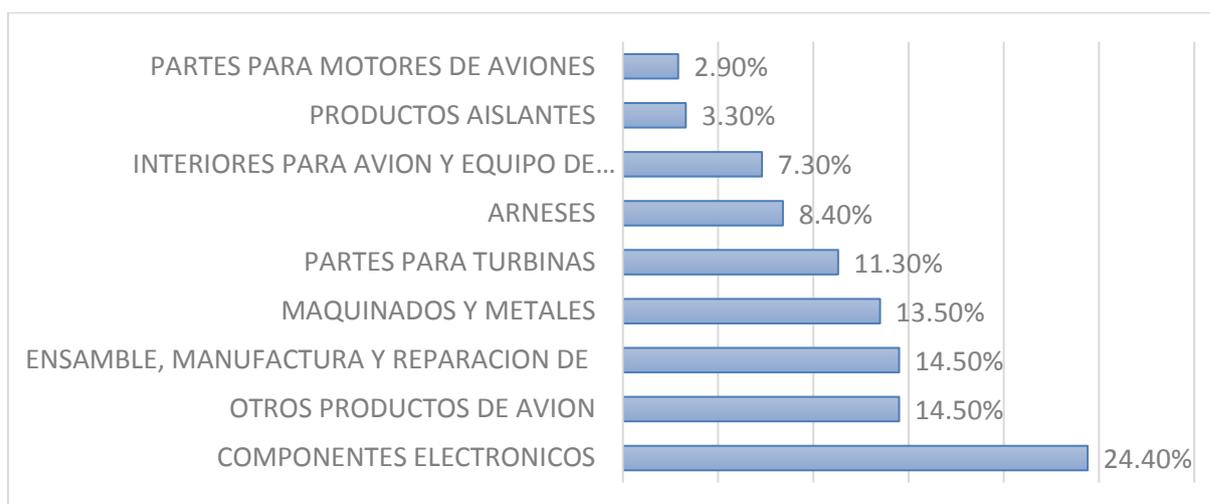
representan 1,391 millones de dólares estadounidenses. Chihuahua se ubica en la segunda posición junto con Nuevo León con una participación en las exportaciones del 11%, Chihuahua se caracteriza por la manufactura de alta tecnología como la elaboración de sistemas eléctricos para aviones, estructuras para helicópteros, componentes de metal y componentes para motor con una representación de 598 millones de exportaciones. Nuevo León se caracteriza por avanzada manufactura y actividades de mantenimiento y reparación, con una participación en las exportaciones de 555 millones de dólares estadounidenses.

Querétaro aporta el 13% del total de exportaciones, entre sus principales manufacturas que lleva a cabo este clúster es la fabricación de sistemas de propulsión, estructuras de fuselaje, subconjuntos y subsistemas, componentes de motor y sistemas de tren de aterrizaje, con exportaciones por los 673 millones de dólares estadounidenses, entre las compañías más importantes asentadas en este lugar se encuentra Bombardier, Safran, Eurocopter, Galnik y General Electric. Por último, Sonora con la fabricación de sistemas y componentes de cabina interior, accesorios de motor y sistemas de inicio, cuenta con un 4% de participación y exportaciones por 174 millones de dólares estadounidenses (Ernst & Young, 2014).

Los principales productos aeronáuticos manufacturados en el país como ya se ha mencionado provienen en gran medida de la contribución que realizan los *clústeres* por su gran importancia. Entre las principales producciones a nivel nacional se encuentra la elaboración de componentes electrónicos que

representan el 24.4% del total producido, destacando también el ensamble, manufactura y reparación con un 14.5% y la fabricación de maquinados y metales con un 13.5% del total producido de acuerdo a datos de la Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología (DGIPAT,2011).

Figura 22. Productos y artículos aeronáuticos manufacturados en México (2010)



Fuente: SE, DGIPAT (2011).

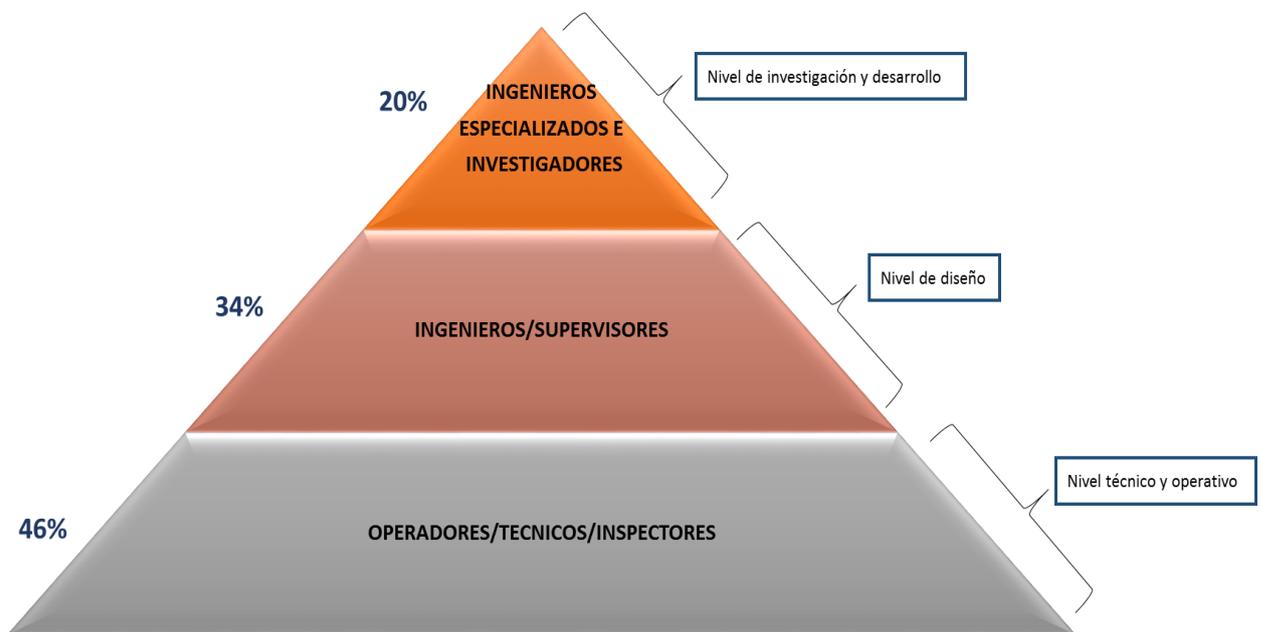
3.4.8 Capital humano

Un factor muy importante para el desarrollo industrial de este sector, que lo hace competitivo, es el capital humano a través de diferentes niveles, habilidades y competencias. Estas características son altamente demandadas por las industrias del ramo aeroespacial. Por lo tanto, la capacitación del recurso humano es estratégica y primordial para la industria (ProMéxico, 2015b).

Las necesidades principales de personal para la industria mexicana están integradas por técnicos, operadores e inspectores con un 46% dentro de las necesidades, con un 34% las actividades de diseño conformada por

ingenieros y supervisores, y en el escalón más avanzado en preparación cuanto a preparación profesional se refiere se conforman por actividades de investigación y desarrollo integrado por ingenieros especializados e investigadores, representando el 20% del personal requerido (ProMéxico, 2015b).

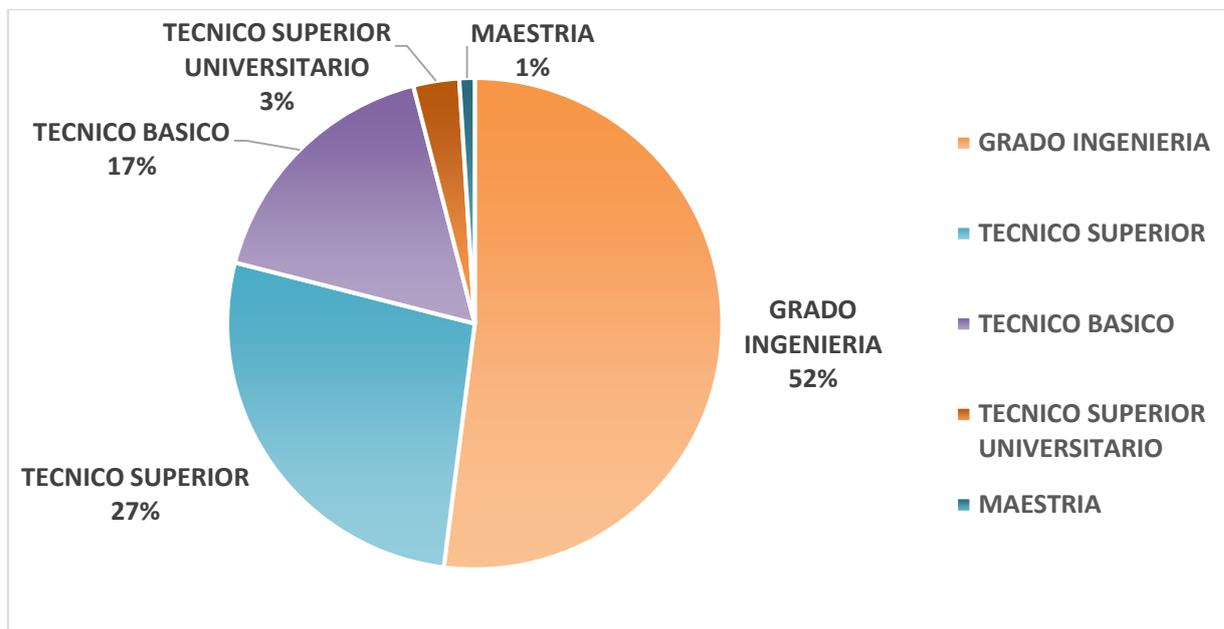
Figura 23. Necesidades de personal en la industria aeroespacial mexicana



Fuente: ProMéxico, 2015b

En el país hay más de 750 mil estudiantes de ingeniería y tecnología, en promedio al año egresan 90 mil ingenieros, de los cuales su mayoría tienen como segunda lengua el idioma inglés. Actualmente ya existe en México la carrera de ingeniería aeroespacial en los estados de Querétaro, Nuevo León, Baja California y el Distrito Federal (Femia, Se, 2013).

Figura 24. Instituciones de educación para la industria aeroespacial



Fuente: ProMéxico, 2015b

Las instituciones educativas preocupadas por las necesidades existentes en el país han creado carreras y los centros de estudio necesarios para atender esta demanda de personas capaces de trabajar para esta importante industria.

Así se han estado formando personas en diferentes niveles de preparación para su integración al campo laboral, preparando ingenieros (52%), técnicos a nivel bachillerato (27%), técnicos básicos (17%), alto nivel técnico universitario (3%) y por último maestrías relacionadas con el ramo aeroespacial, con un 1% del total de instituciones educativas (ProMéxico, 2015b).

Actualmente en el país existen múltiples instituciones de educación superior y media superior encargadas de formar el personal que es requerido para ocupar los cargos y labores dentro de la industria entre las que destacan, la

Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), CECYT'S (IPN), entre otras. Se denotan a continuación las principales instituciones de estudio en materia aeronáutica en el país.

Figura 25. Cobertura educativa e Instituciones



Fuente: ProMéxico, 2015b

3.4.9 Instituciones de apoyo y control en la aeronáutica

Existen diversas instituciones de apoyo y control encargadas de regular, promover y establecer la industria aeronáutica mexicana en un alto nivel, entre las cuales destacan:

- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA).
- Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

- Consejo mexicano de educación aeroespacial (COMEA).
- Agencia Espacial Mexicana (AEM).
- Secretaría de Economía (SE).
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- ProMéxico.

3.4.10 Tendencias de la industria nacional

La industria mexicana ha repuntado en los últimos 10 años, es decir desde al año 2005 hacia la fecha y se espera que esta tendencia continúe en las próximas décadas, ya que México se ha convertido en el principal receptor global de inversión extranjera directa en la rama de la manufactura.

Se espera que para el año 2020 siguiendo la actual tendencia se tenga un crecimiento considerable de los empleos, alcanzando la cifra de 90,000, así mismo en un escenario optimista se espera que se cuadriplique el número de las exportaciones a las reportadas en 2010, teniéndose un crecimiento anual de las exportaciones por en un 14%, esperándose que estas asciendan a la cantidad de 12 000 millones de dólares estadounidenses. Adicionalmente se espera que para el año 2020 se logre estar dentro de los 10 países más importantes de esta industria, situando al país por encima de España y Brasil (Femia, Se, 2013).

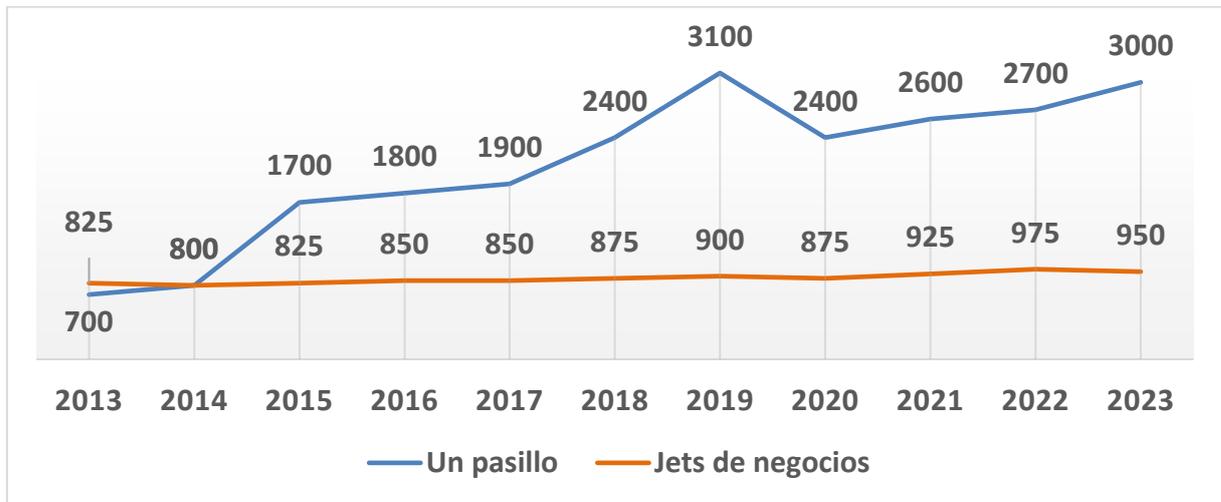
Figura 26. Pronóstico de la industria nacional aeroespacial 2020.

CONCEPTO	2010	2020		
	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO OPTIMISTA	ESCENARIO TENDENCIA	ESCENARIO PESIMISTA
Crecimiento PIB nacional	5.5%	4.33%	4.33%	4.33%
Crecimiento PIB aeroespacial (2010-2020)	30%	24%	16%	8.6%
Aportación PIB nacional 2021	0.12%	0.70%	0.35%	0.18%
Tamaño del mercado nacional (% del PIB)		0.04%	0.02%	0.01%
Número de empleos	29,000	108,900	90,006	71,215
Exportaciones (miles de millones de USD)	3,266	12,267	10,143	8,012
Crecimiento medio anual de exportaciones	12%	14%	12%	9%

Fuente: Femia, Secretaría de Economía, 2013.

Ernst & Young (2014), estima que el principal segmento comercial para la industria mexicana será las aeronaves de un sólo pasillo y los jets de negocios, debido a que México se ubica en el segundo lugar, después de EE.UU. en la fabricación de jets de negocios, convirtiéndolo en el más grande productor de este rubro en Latino América. Se espera que el año 2023 se obtengan ingresos por esta gama de aeronaves de un sólo pasillo por 3,000 millones de dólares estadounidenses, y por jets ejecutivos o de negocio ingresos por 950 millones de dólares estadounidenses (Ernst & Young, 2014).

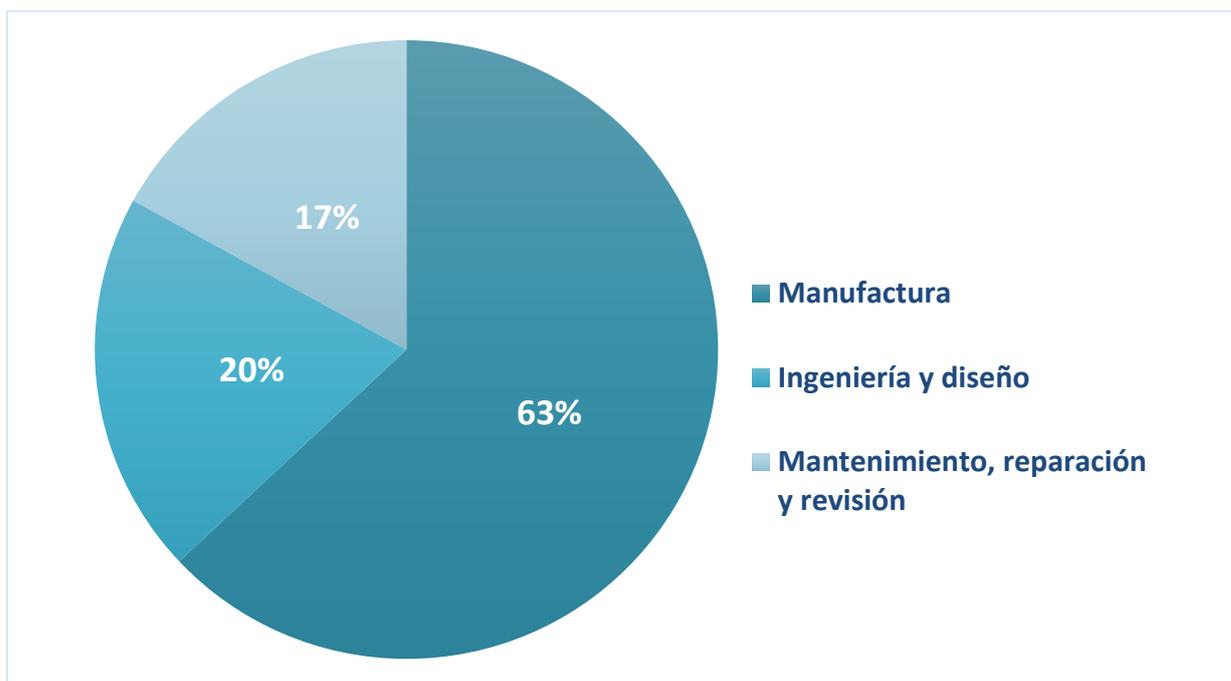
Figura 27. Estimado aeronaves de un pasillo y jets de negocios 2013-2023 millones \$US.



Fuente: Ernst & Young, 2014.

Se estima que para el año 2020 la industria aeroespacial en México este conformada en un 63% por compañías dentro del ramo de manufactura, por otro lado, las empresas dedicadas a ingeniería y diseño representarán un 20% de la industria, mientras que el 17% de las empresas estarán dedicadas al mantenimiento, reparación, y revisión (PWC, 2015).

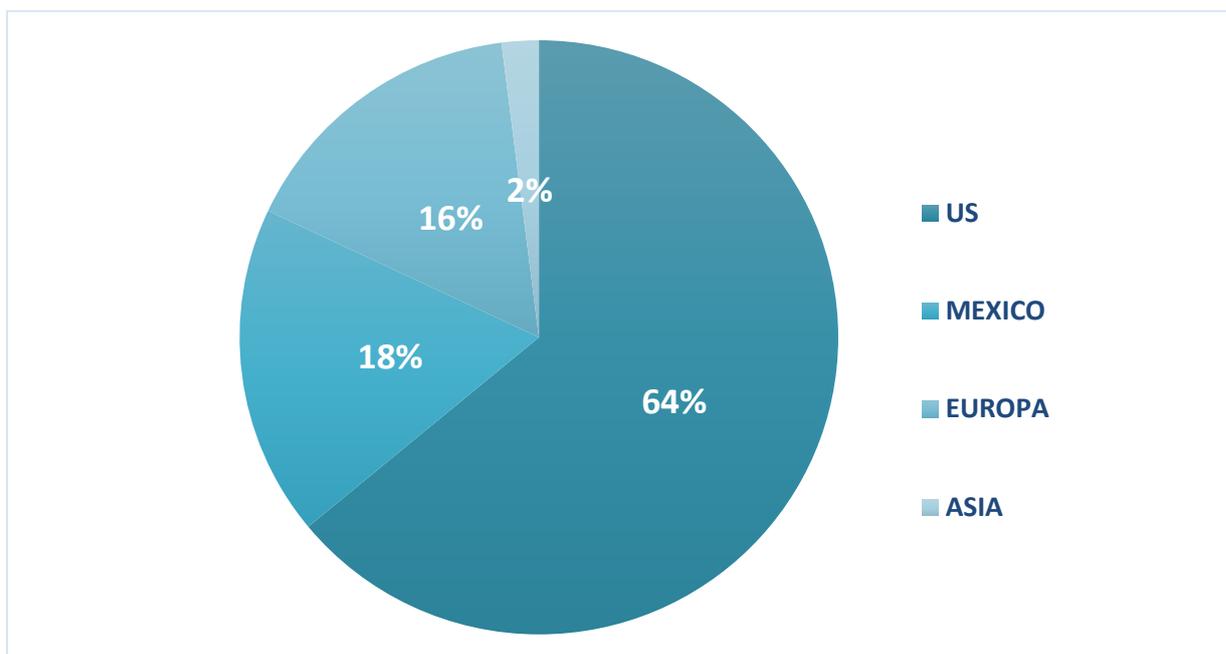
Figura 28. Compañías aeroespaciales en México por tipo, a 2020.



Fuente: PWC, 2015.

Así mismo, se espera que el origen de las compañías instaladas en territorio nacional para el año 2020 dentro de esta industria sea; de origen estadounidense en un 63%, las empresas mexicanas ocuparán el 18% del total, mientras que las empresas de origen europeo tendrán una participación del 16% y finalmente las compañías de origen asiático ocuparán tan sólo el 2% de la industria aeroespacial mexicana, de acuerdo con datos de PWC (2015).

Figura 29. Compañías aeroespaciales en México, por origen, a 2020.



Fuente: PWC, 2015.

3.4.11 Estrategia nacional

El avance y crecimiento de la estrategia del sector aeroespacial, su puesta en marcha táctica y operativa en forma de tareas, hitos, proyectos y actividades relevantes, ha logrado posicionar a México como uno de los principales actores emergentes a nivel internacional. El objetivo general sigue fijo: el desarrollo de un sistema⁴ nacional con un alto valor agregado, así como su incorporación competitiva a las redes internacionales del sector e industria aeroespacial y de defensa. La estrategia nacional además mantendrá su enfoque: posicionar a México como un destino que incorpore el ciclo completo de una aeronave, a su vez las estrategias regionales se

⁴ Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto (ASALE, 2016).

acoplan a la estrategia nacional conforme a las vocaciones productivas de los principales *clústeres* (FEMIA, SE, 2013).

Figura 30. Ciclo de vida del avión en México



Fuente: ProMéxico, 2015b

El plan nacional está integrado por tres hitos, los cuales se han enfocado a proyectos de alto valor, así como a las líneas de acción en el segmento de triple hélice, en sintonía con las estrategias regionales del país donde se han concentrado los clústeres, esto ha permitido alcanzar iniciativas ambiciosas, mismas que han incidido en el desarrollo del sector aeroespacial mexicano (ProMéxico, 2015b).

Figura 31. Hitos estratégicos



Fuente: ProMéxico, 2015a

Los tres hitos se presentan a continuación:

a) Centro Integral de Servicios Aeronáuticos en México

Se espera que la industria aeroespacial mundial sufra cambios estructurales en los próximos años. Diversos factores como el aumento en los precios de los combustibles y materias primas afectarán las utilidades de aerolíneas, empresas de manufactura y compañías dedicadas al MRO de flotas aéreas. La búsqueda de destinos competitivos, de mano de obra especializada, así como las ventajas logísticas de ciertos países se convertirán en los principales conductores de negocio para establecer centros aeronáuticos integrales. Estos centros proveerán de un ecosistema ideal para el desenvolvimiento de la industria, otorgando ventajas en los servicios de mantenimiento; la formación e integración de la cadena de proveeduría de refacciones, partes y servicios de reparación; administración y

desmantelamiento de flotas maduras; establecimiento de zonas comerciales preferenciales; así como la formación y acceso a técnicos, ingenieros, pilotos, tripulación y personal de apoyo en tierra, para satisfacer la demanda futura. En relación a México, su ubicación geográfica y de negocios, además de las capacidades desarrolladas en manufactura avanzada e ingeniería de procesos, aportan una excelente oportunidad para establecer a México como uno de los actores globales más representativos en servicios aeronáuticos (ProMéxico, 2015a).

Es de vital importancia que se integre un centro de servicios aeronáutico que reúna las oportunidades tradicionales de negocio para el apoyo de las nuevas generaciones de aeronaves y motores, tanto en los segmentos de MRO y tareas complementarias (ProMéxico, 2015a).

b) Aeronave con alto contenido de integración nacional

Uno de los puntos más importantes en la estrategia es el logro de un avión manufacturado en el país, con alto contenido de diseño, integración e ingeniería de manos mexicanas. Diferentes compañías han logrado aumentar gradualmente sus capacidades de diseño, ingeniería y manufactura, de forma que actualmente se conceptualizan, diseñan, prueban y manufacturan estructuras, componentes y sistemas aeroespaciales en México (ProMéxico, 2015a).

Un ejemplo de las compañías más avanzadas se encuentra Bombardier ubicada en Querétaro, con avances significativos con el Learjet 85, mayormente fabricada con materiales compuestos es un claro ejemplo de

colaboración teniendo como base referencial el TLCAN, cuya construcción involucra plantas en los tres países integrantes del tratado, México, EE.UU. y Canadá (ProMéxico, 2015a).

c) Plataforma A+D

La posición geográfica-estratégica y las ventajas competitivas y comparativas de México lo convierten en un destino atractivo para producir bienes y desarrollar tecnologías sensibles, aptas para utilizarse con fines comerciales, capaces de producir bienes y tecnologías de doble uso. Una de las partes primordiales de la estrategia es la puntualización del sector de defensa en ámbitos específicos de competitividad, debido a su evolución y posición geográfica. Con ello se logrará atraer frecuentemente a empresas de manufactura avanzada, tecnología y talento humano (ProMéxico, 2015a).

Para ello, la estrategia fomenta la creación y desarrollo de parques especializados que tengan la infraestructura, los procedimientos y las condiciones aptas descritas por los regímenes internacionales de control, al mismo tiempo que la logística y transacciones se facilitan para las empresas que operan dentro. Objetivo que puede lograrse si se establece un tipo de Zona Económica Especial (ZEE). La infraestructura propuesta para estos parques se integra por (ProMéxico, 2015a):

- Centro de investigación y desarrollo en tecnologías
- Parque tecnológico, una incubadora, así como aceleradora de negocios.

- Centro de servicios de apoyo especializados.
- Laboratorio de pruebas para la industria.

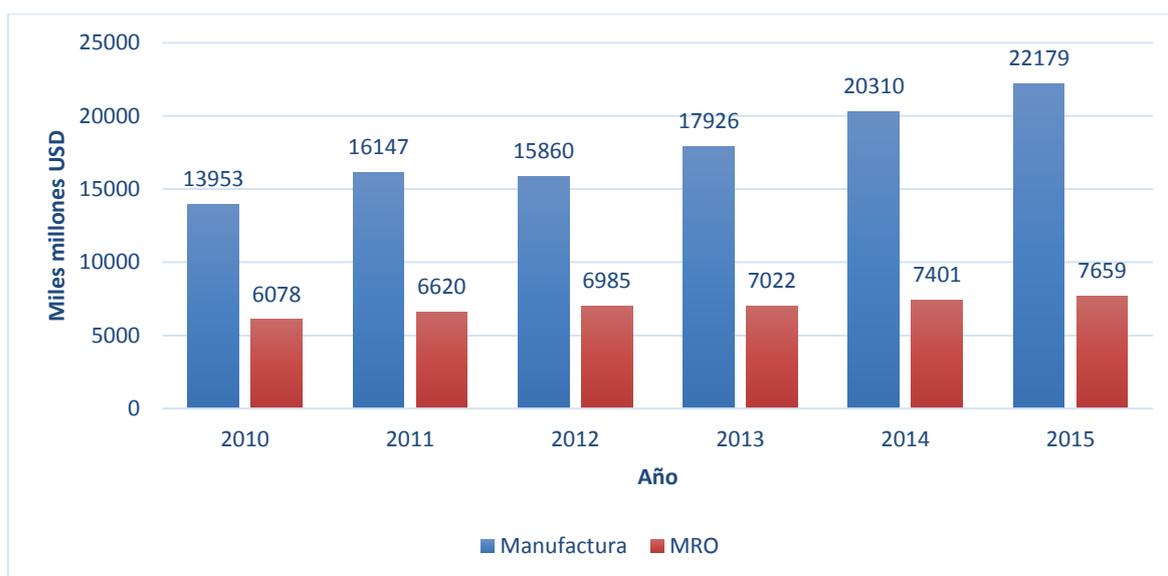
Las acciones que se plantean, tanto de creación de política pública como de desarrollo de infraestructura, están en armonía con la estrategia general de impulso a sectores de alta competitividad internacional, en el esquema de la estrategia nacional aeroespacial (ProMéxico, 2015a).

3.5 Estadísticas y números de la industria en Canadá

3.5.1 Importancia de la industria canadiense

La industria en Canadá es sumamente importante ya que provee una cantidad muy importante de ingresos para la economía en 2015 los ingresos ascendieron a 29.8 billones de dólares estadounidenses de los cuales 19.4 billones de dólares estadounidenses provienen del área de manufactura y 9.1 billones de dólares estadounidenses corresponden a el área de MRO (IDES, AIAC, 2016).

Figura 32. Ingresos de la industria 2010-2015 en Canadá.



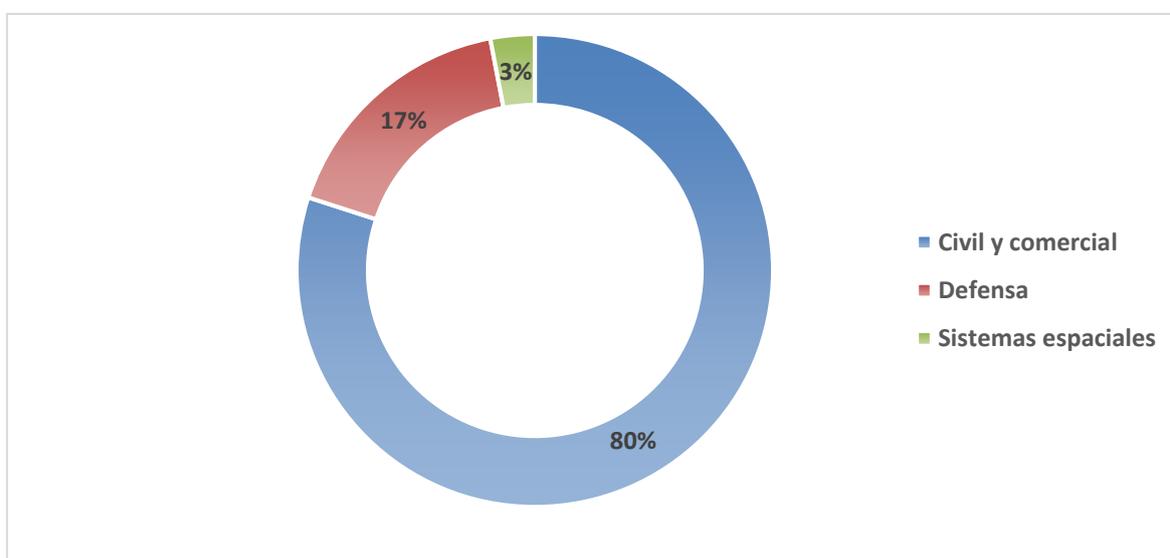
Fuente: IDES, AIAC, 2016.

Durante el año 2010 el total de ingresos reportados por esta industria fue de \$20,031 millones de dólares estadounidenses, mientras que para el último año 2015 estos reportaron un aumento del 50% respecto de 2010 (IDES, AIAC, 2016).

3.5.2 Segmentación de la industria

Las ventas totales de esta industria para el año 2014 se dividieron en diferentes actividades, representando el 80% de las ventas las actividades comerciales y civiles aeroespaciales, mientras que el 17% de las actividades correspondieron a defensa y el restante 3% a actividades de sistemas espaciales 2010 (IDES, AIAC, 2016).

Figura 33. Participación de actividades en la industria canadiense.



Fuente: IDES, AIAC, 2016.

La participación de las empresas de origen canadiense dentro de su propia industria es mayoritaria obteniendo así que, del total de ventas, las empresas canadienses cubren el 56% del total, en cuanto al empleo generan el 64% de ellos, en las actividades de I+D cubren el 58% y por último del porcentaje de las exportaciones cubren el 60% del total. El resto del mercado está dominado en gran parte por EE.UU. y otros países con participación menor (IDES, AIAC, 2016).

3.5.3 Empleo y su distribución geográfica

La industria aeroespacial en Canadá se encuentra distribuida en 4 regiones Quebec, Ontario, Oeste de Canadá y Atlántico, generando empleos en cuanto a el área de manufactura Quebec ocupa el primer lugar con un empleo del 55%, Ontario con 24%, oeste de Canadá con 16% y el atlántico con 4%. En el área de MRO Québec con un empleo del 18%, Ontario con 24%, Oeste de Canadá con 44% y el atlántico con 14% esto para el año 2014 (IDES, AIAC, 2016).

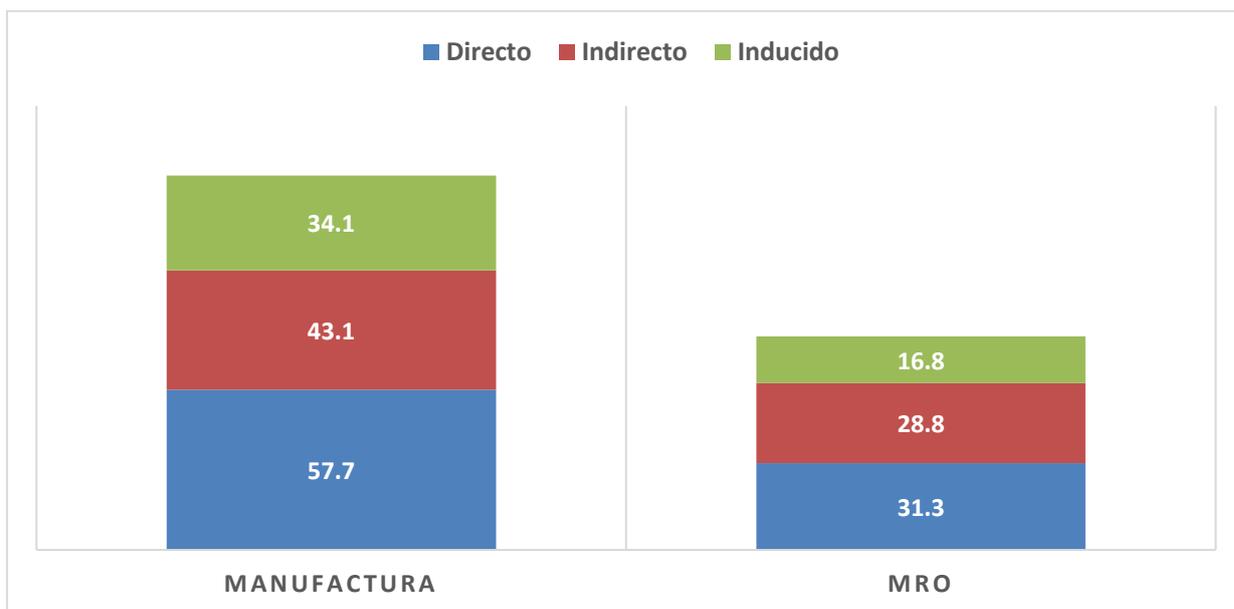
Figura 34. Distribución del empleo en Canadá.

REGION	Aeroespacial cuota de empleo en la industria por región (2014)	Aeroespacial MRO cuota de empleo por regiones (2014)
QUEBEC	55%	18%
ONTARIO	24%	24%
EL OESTE DE CANADÁ	16%	44%
ATLÁNTICO	4%	14%

Fuente: IDES, AIAC, 2016.

Los empleos generados por esta industria en Canadá para el año 2015 ascendieron a 134,900 en el ramo de manufactura, de ellos 57,700 fueron de manera directa, 43,100 de manera indirecta y 34,100 inducidos. Mientras que en el área de MRO los empleos totales generados fueron 76,900, de igual manera directos 31,300, indirectos 28,800 e inducidos 16,800. En conclusión 89,000 empleos generados de manera directa en esta industria (IDES, AIAC, 2016).

Figura 35. Distribución del empleo en Canadá.



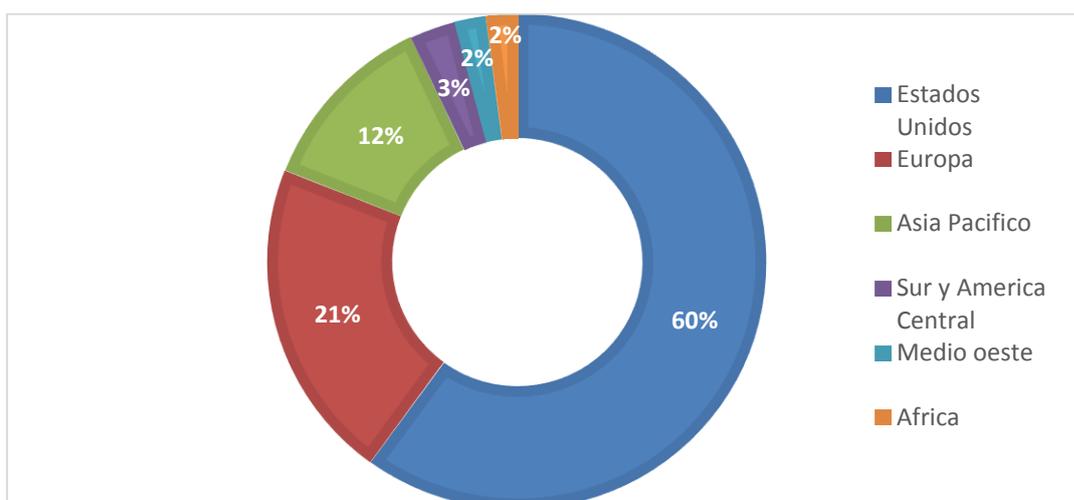
Fuente: IDES, AIAC, 2016.

Los empleos generados de manera directa por esta industria igualmente desde el año 2010 han aumentado de manera considerable pasando de 77,638 empleos a los 89,000 reportados para el año 2015 (IDES, AIAC, 2016).

3.5.4 Exportaciones de la industria canadiense

Las exportaciones de la industria canadiense principalmente se realizan a Estados Unidos con un 60%, a Europa el 21%, Asia pacífico 12%, América central y sur 3%, medio oeste 2% y finalmente África con un 2%. Las exportaciones aeroespaciales crecieron un 54% entre 2010 y 2015. Se registró un aumento significativo en las exportaciones a los mercados de Asia Pacífico registraron un crecimiento de 105% durante ese período (IDES, AIAC, 2016).

Figura 36. Destinos de exportaciones canadienses.

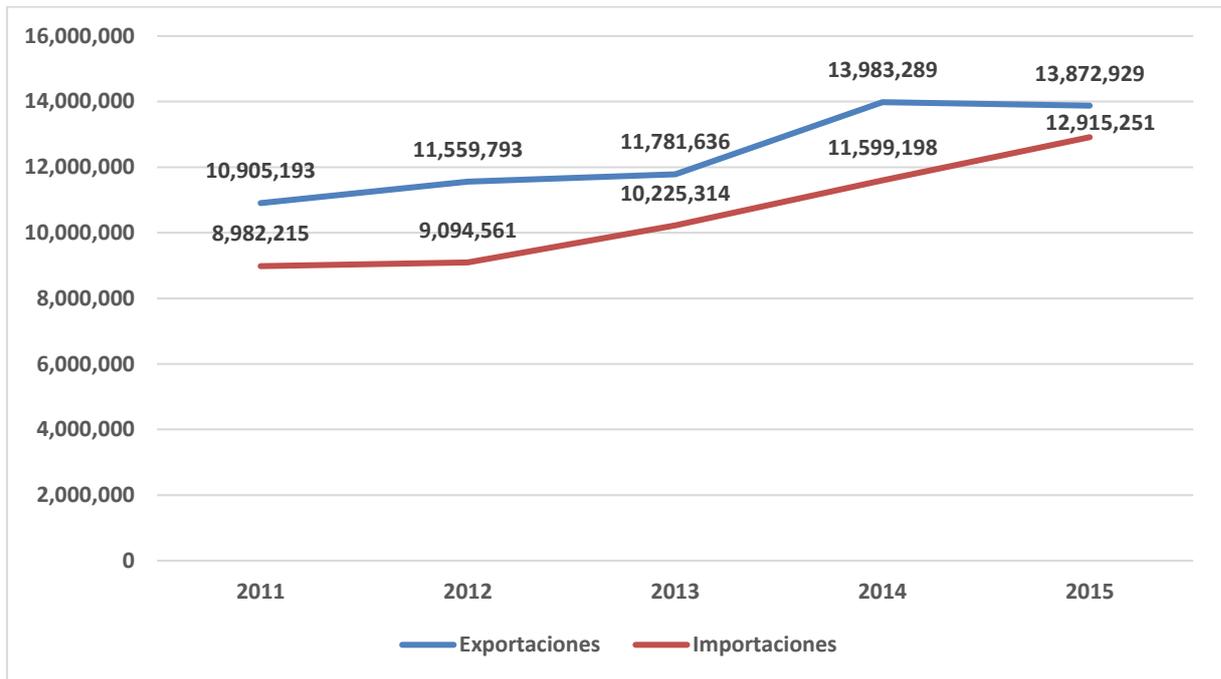


Fuente: IDES, AIAC, 2016.

Las exportaciones totales para esta industria durante el año 2015 ascendieron a 13,872 millones de dólares estadounidenses mientras que las importaciones realizadas para el mismo año fueron de 12,915 millones de dólares estadounidenses con un superávit comercial de 957 millones de dólares en la balanza comercial de la industria (Statistics Canada, 2016).

Dicho lo anterior se presenta gráfica en donde se muestran los valores de importaciones y exportaciones de 2011 a 2015.

Figura 37. Exportaciones e importaciones industria en Canadá (miles de USD).

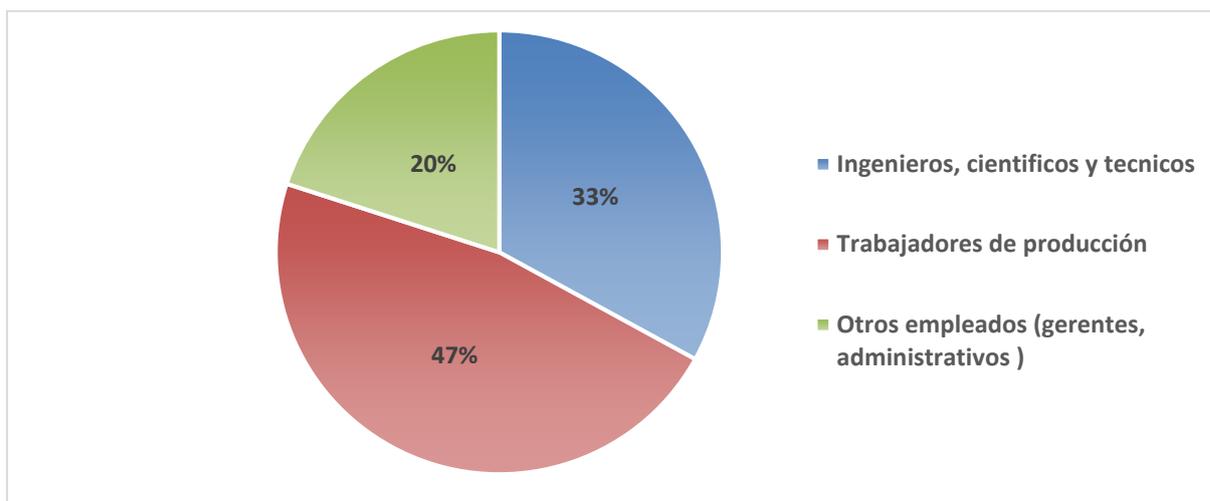


Fuente: Statistics Canada, 2016.

3.5.5 Capital Humano

La composición de las plantillas de empleados en la industria está integrada en su mayoría cercano al 60% por ingenieros, científicos y técnicos, mientras que la compensación anual por empleado en la fabricación aeroespacial fue un 60% mayor a la media del sector manufacturero del país canadiense (IDES, AIAC, 2016).

Figura 38. Composición de la plantilla de trabajadores.



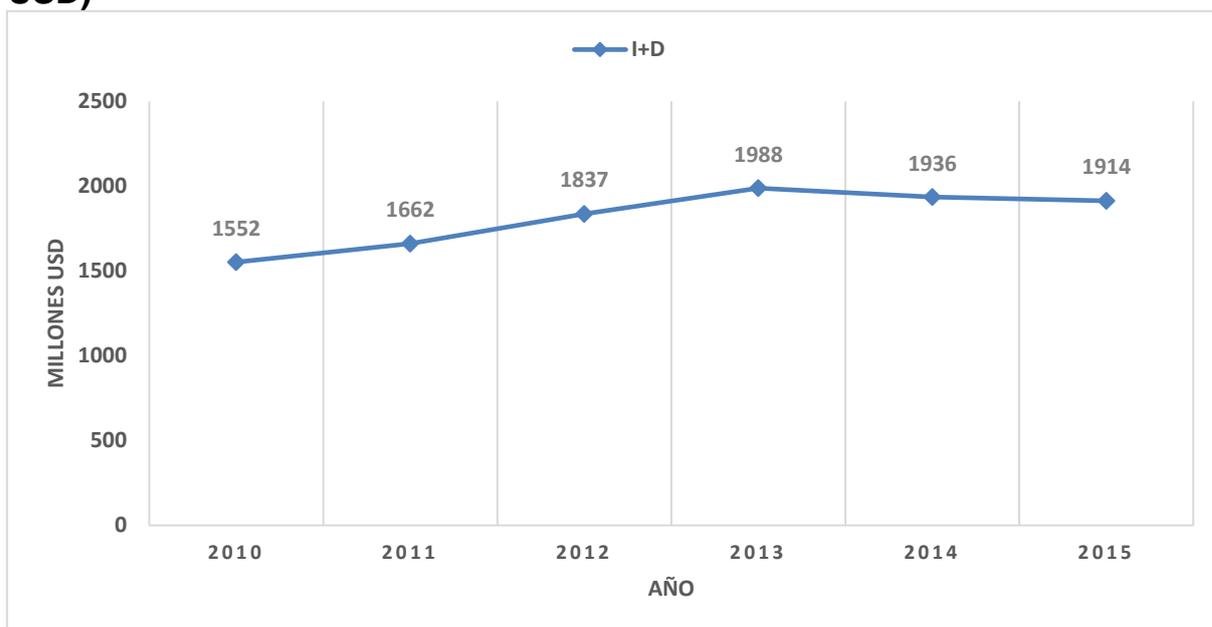
Fuente: IDES, AIAC, 2016.

3.5.6 I+D en la industria canadiense

Una de las características en la industria aeroespacial canadiense es la fuerte inversión que se hace en I+D, tan sólo en el año 2015 la inversión en I+D aeroespacial represento el 29% del total de la I+D de la industria manufacturera. Adicionalmente es la industria que más invierte en el país canadiense en I+D ya que más del 20% del total de la actividad aeroespacial es dedicado a este rubro de investigación, alcanzando la cantidad de 1.9 billones de dólares estadounidenses para el mismo año mencionado (IDES, AIAC, 2016).

La inversión en I+D ha ido creciendo de manera constante en esta industria para el año 2010 se invirtieron 1,552 millones de dólares estadounidenses, mientras que, para el año 2015 se invirtieron 1,914 millones de dólares estadounidenses en este rubro (IDES, AIAC, 2016).

Figura 39. Inversión en I+D industria aeroespacial canadiense (millones USD)



Fuente: IDES, AIAC, 2016.

3.6 Estadísticas y números de la industria en Estados Unidos de América

3.6.1 Ventas e ingresos de la industria estadounidense

En el año 2015 la industria estadounidense generó \$604.7 billones de dólares estadounidenses en ventas, con una tasa promedio anualizada del 1.6% calculada dentro del periodo 2013-2015. La manufactura de productos terminados en sistemas aeroespaciales y de defensa representa el 58% del total de las ventas por la cantidad de 349 billones de dólares estadounidenses del total de las ventas, por otro lado, las ventas de la cadena de valor de la industria representan el 42% o 256 billones de dólares estadounidenses (AIA, 2016).

El segmento que más aporta a los ingresos de la industria es la aeronáutica comercial con un 46% del total, mientras que la defensa y seguridad nacional acapara el 34% de las ventas, por último, el segmento de servicios ocupa el tercer puesto con el 20% del total de las ventas (AIA, 2016).

Figura 40. Ventas de la industria 2013-2015 (billones de USD).

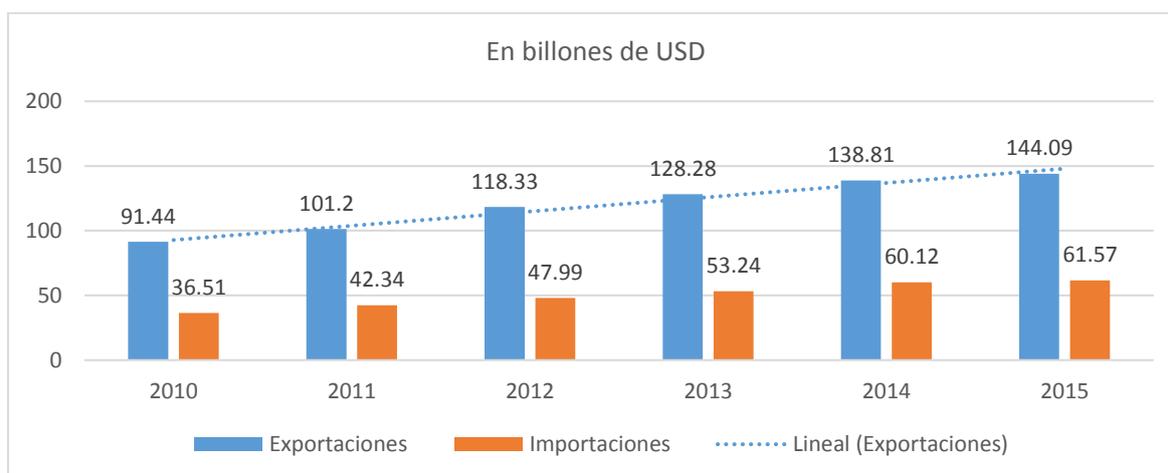
Ventas por segmento A&D	2013	2014	2015
Aeroespacial comercial	268.4	268.8	276.2
Defensa y seguridad nacional	198.3	199.4	204.3
Servicios	199.7	120.90	124.2
Total, de ventas	586.4	589.1	604.7

Fuente: AIA, 2016.

3.6.2 Balanza comercial estadounidense

La industria aeroespacial e EE.UU. es por su volumen de comercio la más grande a nivel mundial, tan sólo para el año 2015 se exportaron 142.8 billones de dólares estadounidenses mientras que para el año 2010 las exportaciones ascendieron a 91.4 billones de dólares reflejando un crecimiento muy significativo en 5 años. Por su parte las importaciones del año 2010 al año 2015 han tenido un crecimiento importante alcanzando los 61.5 billones de dólares estadounidenses para el último año, contra los 36.5 billones de dólares alcanzados para el año 2010 (Trade.gov, 2017).

Figura 41. Importaciones y exportaciones (billones USD)



Fuente: Elaboración propia en base a TRADE.GOV, 2016.

Las exportaciones de EE.UU. para el año 2015 están dirigidas en primer lugar a China, a el Reino Unido en segunda posición, en tercer lugar, de importancia Francia, Canadá con el cuarto sitio y Japón en la quinta posición. Referente a las importaciones dentro del sector en primer término se realizan a Francia, Canadá, Alemania, Japón y Reino unido en orden de mayor a menor actividad importadora (AIA, 2016).

Figura 42. Países importaciones y exportaciones de EE.UU.

2015 Rank	Destino de exportación	Exportaciones (millones USD)	2015 Rank	País de Importación	Importaciones (millones USD)
1	China	\$15,578	1	Francia	\$12,647
2	Reino Unido	\$10,464	2	Canadá	\$11,632
3	Francia	\$ 9,767	3	Alemania	\$ 7,193
4	Canadá	\$ 8,723	4	Japón	\$ 6,968
5	Japón	\$ 7,758	5	Reino Unido	\$ 4,555

Fuente: AIA, 2016.

Las exportaciones para el año 2015 por estado en los EE.UU. son lideradas por Washington con \$51,715 millones de dólares estadounidenses seguido por California y Kentucky en menor proporción se encuentra Connecticut, Georgia y Texas (AIA, 2016).

Figura 43. Estados exportadores de la industria aeroespacial en EE.UU.

Estado	Exportaciones (millones usd)	% Total exportaciones A&D
Washington	\$51,715	36%
California	12,563	9%
Kentucky	8,777	6%
Connecticut	7,749	5%
Georgia	7,048	5%
Texas	6,967	5%
Florida	5,387	4%
Ohio	5,242	4%
South Carolina	3,969	3%
Arizona	3,621	3%
Otros estados	29,787	21%
Total exportaciones	142,824	100%

Fuente: AIA, 2016.

3.6.3 Los impuestos de la industria

Durante el año de 2015 la industria aeroespacial de los EE.UU. generó un total de \$ 62.6 billones de dólares estadounidenses por impuestos recibidos por estado y la federación, incrementando en un 2.9% de los \$60.9 billones de dólares estadounidenses recibidos en 2014 y los \$60.6 billones de dólares

estadounidenses recibidos en 2013. Los impuestos recibidos por el nivel federal se aproximan a \$41.7 billones de dólares estadounidenses, contribuyendo en un aproximado en un 1.6% del total de impuestos federales de \$3.8 trillones recaudados durante el año fiscal 2015 (AIA, 2016).

Figura 44. Impuestos recaudados de la industria estadounidense

Recepción de impuestos (millones de dólares)	2013	2014	2015
Impuestos federales recibidos	\$40,355	\$40,524	\$41,709
Impuestos estatales y locales recibidos	\$20,292	\$20,353	\$20,928
Total impuestos recibidos	\$60,647	\$60,877	\$62,637

Fuente: AIA, 2016.

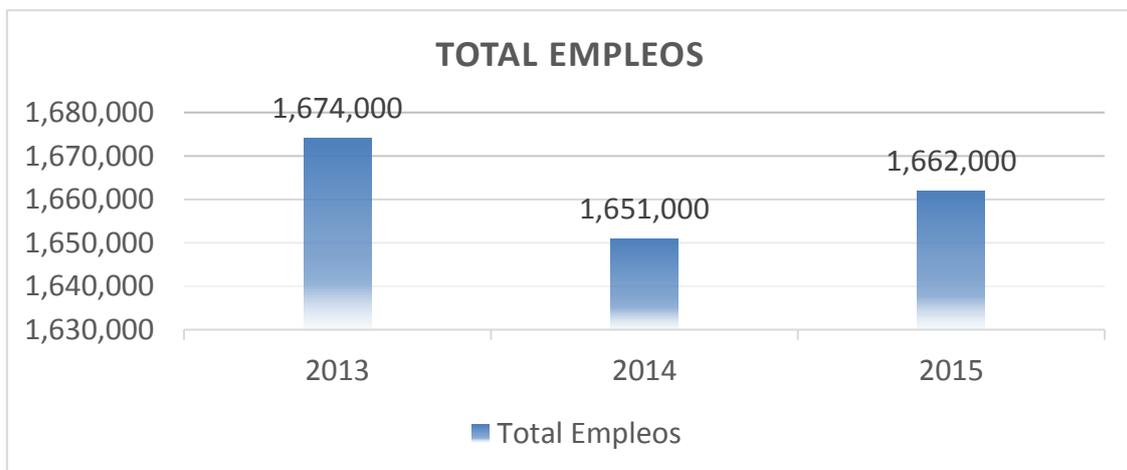
3.6.4 Empleos generados

La industria aeroespacial de los EE.UU. es la líder mundial en producción e innovación de tecnología avanzada en aeronaves y sistemas de defensa y soporte que la convierte en una de las fuerzas de trabajo más altas en habilidades y salarios dentro de la nación. Para el año 2015 la industria sostuvo cerca de 1.7 millones de empleos en compañías productoras de bienes y servicios para la industria de aeronaves comerciales y sectores de manufactura de defensa (AIA, 2016).

El 42% equivalente a 697,000 de los empleos soportados son atribuibles a firmas que producen bienes o servicios finales, mientras que 965,000 o lo equivalente a 58% es atribuible a la intensiva industria de la cadena de suministro. La fuerza de trabajo de esta industria representa el 13% del total de la fuerza manufacturera del país (AIA, 2016).

Dentro de los empleos generados por esta industria para el año 2015 se obtiene que los empleos generados por el subsector comercial aeroespacial fueron de 547,000 empleos, 519,000 para defensa y seguridad, y servicios por 596,000 empleos. Para ese mismo año del total de empleos 965,000 correspondieron a la cadena de suministro (AIA, 2016).

Figura 45. Empleos generados por el sector en EE.UU.



Fuente: AIA, 2016.

Los principales estados que concentran los empleos generados por la industria aeronáutica en los EE.UU. se posiciona Washington como el número uno, seguido de California, Texas, Michigan y Florida (AIA, 2016).

Figura 46. Empleos generados por la industria en EE.UU.



Fuente: AIA, 2016.

CAPÍTULO 4. MODELOS ECONOMETRÍCOS

4.1 Econometría

Econometría en términos literales significa medición económica, el alcance de esta disciplina es mucho más amplio, podemos decir que la econometría consiste en la aplicación de estadística matemática a los datos económicos para dar soporte empírico a los modelos construidos por la economía matemática y obtener resultados numéricos. Podría decirse que es también la ciencia social en la cual las herramientas de la teoría económica, las matemáticas y la inferencia estadística se aplican al análisis de los fenómenos económicos (Gujarati y Porter, 2010).

La teoría económica hace afirmaciones y plantea hipótesis de naturaleza cuantitativa. Pero la teoría económica por sí sola no proporciona medida numérica de la relación entre variables, en otras palabras, la econometría da contenido empírico a gran parte de la teoría económica. El interés principal de la economía matemática es expresar la teoría económica en forma de ecuaciones sin preocuparse por la capacidad de medición o de verificación empírica de la teoría (Gujarati y Porter, 2010).

Aunque la econometría otorgue muchas herramientas a la teoría económica, esta requiere de métodos especiales por la naturaleza única de la mayoría de los datos económicos, ya que no se generan como resultado de un experimento controlado (Gujarati y Porter, 2010).

4.2 Modelo econométrico de datos panel

Existen diferentes dimensiones durante el análisis de la información, ya sea de orden económica, social, comercial entre otras, sobre las que interesa obtener conclusiones derivadas de la aplicación de modelos diseñados que puedan establecer una relación y que además ayuden a entender el comportamiento de ciertas variables entre sí, a partir de los datos que se tienen disponibles para su análisis.

Existe un tipo especial de datos combinados en el cual se estudia a través del tiempo la misma unidad transversal (por ejemplo, una familia o una empresa) llamados datos panel. Los datos en panel que se obtienen de las entrevistas periódicas de la misma o muestra y proporcionan información muy útil sobre la dinámica del comportamiento de las unidades estudiadas (Gujarati y Porter, 2010).

Un conjunto de datos panel puede llegar a ser útil debido a que se le permite al investigador clasificar y ordenar eventos económicos que no pueden distinguirse sólo con el uso de datos de series de tiempo o de corte transversal (Pindyck, R. y Rubinfeld, D., 2001).

Debido a sus múltiples aplicaciones existen otros nombres para los datos de panel, como datos agrupados (agrupamiento de observaciones de series de tiempo y de corte transversal); combinación de datos de series de tiempo y de corte transversal; datos de micropanel; datos longitudinales (un estudio a lo largo del tiempo de una variable o grupo de sujetos); análisis de historia

de sucesos (un ejemplo sería, el estudio del movimiento de sujetos a lo largo del tiempo y a través de sucesivos estados o condiciones); análisis de generaciones (por ejemplo, dar seguimiento a la trayectoria profesional de los egresados en 1965 de una escuela de administración) (Gujarati & Porter, 2010).

4.3 Estimación de modelos con datos panel

La primera técnica para el uso de datos panel tan sólo combina los datos de series de tiempo y corte transversal y luego estima el modelo subyacente utilizando mínimos cuadrados ordinarios (Pindyck, R. & Rubinfeld, D., 2001).

Una segunda técnica implica el reconocimiento de que las variables omitidas pueden conducir a cambios en los interceptos de corte transversal y de la serie de tiempo. Los modelos con *efectos fijos* agregan variables indicadoras para permitir estos interceptos cambiantes (Pindyck, R. & Rubinfeld, D., 2001).

Una tercera técnica mejora la eficiencia por el método de mínimos cuadrados explicando las perturbaciones del corte transversal y de la serie de tiempo. El modelo de *efectos aleatorios* es una variación del proceso de estimación por mínimos cuadrados generalizados (Pindyck, R. & Rubinfeld, D., 2001).

4.4 Ventajas del uso de datos panel

Entre las ventajas de utilizar el método de datos panel tenemos las siguientes:

- Como los datos de panel se refieren a individuos, empresas, estados, países, etc., a lo largo del tiempo, lo más seguro es la presencia de heterogeneidad en estas unidades.
- Las series de tiempo de las observaciones de corte transversal al combinarlas, los datos de panel proporcionan “una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia”
- Los datos de panel resultan más adecuados para estudiar la dinámica del cambio.
- Los datos de panel son aptos para estudiar modelos de comportamiento más complejos.
- Los datos de panel reducen el sesgo posible si se agregan individuos o empresas en conjuntos numerosos (Gujarati y Porter, 2010).

4.5 Prueba de Hausman- Efectos fijos y aleatorios

Como ya se había mencionado anteriormente existen dos modelos alternativos de datos panel: efectos fijos y efectos aleatorios.

El **modelo de efectos fijos (MEF)** se debe a que, aunque el intercepto puede diferir entre los sujetos, el intercepto de cada entidad no varía con el tiempo, es decir, es invariante en el tiempo, cabe señalar que el MEF supone que los coeficientes (de las pendientes) de las regresoras no varían según los individuos ni a través del tiempo. (Gujarati y Porter, 2010).

“Los modelos de regresión de datos anidados, realizan distintas hipótesis sobre el comportamiento de los residuos, el más elemental y el más consistente es el de Efectos Fijos. Este modelo es el que implica menos suposiciones sobre el comportamiento de los residuos. Supone que el error (puede descomponerse en dos una parte fija, constante para cada individuo y otra aleatoria que cumple los requisitos MCO, lo que es equivalente a obtener una tendencia general por regresión dando a cada individuo un punto de origen distinto” (Montero. R, 2011).

El **modelo de efectos aleatorios (MEFA O MCE)** tiene la misma especificación que el de efectos fijos con la excepción que el termino de error aleatorio, en vez de ser un valor fijo para cada individuo y constante a lo largo del tiempo para cada individuo, es una variable aleatoria con un valor medio y una varianza $Var(v_i) \neq 0$ (Montero. R, 2011).

Para elegir un método de cálculo de nuestro modelo, ya sea entre efectos fijos o aleatorios se empleará el test o **prueba de Hausman**. Si se rechaza la hipótesis nula, la conclusión es que el modelo de efectos aleatorios no es apropiado porque es probable que los efectos aleatorios estén correlacionados con una o más regresoras (Gujarati y Porter, 2010).

Por ejemplo, si p valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula de igualdad al 95% de confianza y se deben asumir las estimaciones de efectos fijos. Por el mismo criterio, si p valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula de igualdad al

95% de confianza y se debe rechazar la hipótesis de independencia o irrelevancia de las variables Montero. R (2005).

4.6 Raíz unitaria

La prueba de raíz unitaria es un test sobre estacionariedad o no estacionariedad. Una serie de tiempo se dice que es estacionaria si su media, su varianza y su autocovarianza (en los diferentes rezagos) permanecen iguales sin importar el momento en el cual se midan; es decir, son invariantes respecto del tiempo. Si una serie de tiempo no es estacionaria en el sentido antes definido, se denomina serie de tiempo no estacionaria (recuerde que hablamos sólo de estacionariedad débil). En otras palabras, una serie de tiempo no estacionaria tendrá una media que varía con el tiempo o una varianza que cambia con el tiempo, o ambas (Gujarati y Porter, 2010).

Un serio problema que afrontan las series de tiempo es que a menudo tienen tendencia o están afectadas por persistentes innovaciones en el proceso. Para resolver este problema, o por lo menos comprender sus posibles efectos, es común probar si las series son estacionarias. Estas pruebas son a menudo llamadas pruebas de raíz unitaria (Mahadeva y Robinson, 2009).

Es común que las variables macroeconómicas crezcan o, con menos frecuencia, disminuyan a lo largo del tiempo. El producto crece a medida que la tecnología mejora, la población aumenta y surgen invenciones; los precios y la cantidad de dinero se incrementan a medida que los bancos centrales fijan como meta una tasa de inflación positiva, etc. Las variables que se

incrementan a lo largo del tiempo representan ejemplos de variables no estacionarias. Hay también series que no aumentan a través del tiempo, pero donde los efectos de las innovaciones no desaparecen con el tiempo. Éstas también son no estacionarias (Mahadeva y Robinson, 2009).

Existe un problema con las regresiones que manejan variables no estacionarias, cuando los errores estándar producidos son sesgados. El sesgo significa que, el criterio convencional usado para juzgar si existe o no una relación entre las variables no es de fiar. En la mayoría de los casos se descubre una relación significativa cuando en realidad no existe. Una regresión donde esto ocurre recibe el calificativo de regresión espuria (Mahadeva y Robinson, 2009).

4.7 R^2 cuadrada

La R^2 mide la proporción de variación de Y que es explicada por la ecuación de regresión múltiple. R^2 a menudo se usa de manera informal como un estadístico de bondad de ajuste y para comparar la validez de resultados de regresión bajo especificaciones alternativas de las variables dependientes en el modelo (Pindyck, R. y Rubinfeld, D., 2001).

Existen dos problemas con la raíz cuadrada, el primero es que el resultado se deriva de la suposición que el modelo usado es el correcto. Segundo, R^2 es sensible al número de variables independientes incluidas en el modelo. La dificultad de usar R^2 como bondad de ajuste es que sólo se relaciona con

la variación explicada e inexplorada de Y y no da cuenta del número de grados de libertad (Pindyck, R. y Rubinfeld, D., 2001).

El valor de R^2 va de 0 a 1, es decir sus límites son $0 \leq r^2 \leq 1$. Un r^2 de 1 significa un ajuste perfecto, es decir, $\hat{Y}_i = Y_i$ por cada i . Por otra parte, un r^2 de cero significa que no hay relación alguna entre la variable regresada y la variable regresora (Gujarati y Porter, 2010).

4.8 Modelo econométrico aplicado en la investigación

El modelo general de datos panel se presenta de la siguiente manera (Gujarati y Porter, 2010):

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + U_{it}$$

Con una variable explicativa y siendo $i = 1, 2 \dots n$ grupos o individuos, y $t = 1, 2, 3 \dots T$ periodos de tiempo. Además, supone que $E(U_{it}) = 0$ y tiene varianza constante.

El modelo de efectos aleatorios usa menos grados de libertad y tiene un atractivo conceptual como una caracterización amplia de las fuentes de error en un conjunto de datos grande con una variación considerable en las series de tiempo y los cortes transversales, por otra parte, el modelo de efectos fijos también tiene ventajas ya que permite analizar el grado en que la variable dependiente para cada unidad de corte transversal difiere de la media global del corte transversal, no requiere además la suposición de que los efectos individuales que son incorporados en el término del error no están

correlacionados con las variables explicativas en el modelo (Pindyck, R. y Rubinfeld, D., 2001).

Para elegir el método que mejor se acople a la investigación en turno existe la denominada prueba de Hausman. El estadístico de prueba desarrollado por Hausman tiene distribución asintótica X^2 (Gujarati y Porter, 2010).

En el presente trabajo de investigación se tiene una base de datos que se encuentra dispuesta en forma de panel ya que se recopiló información de tres países (México, Canadá y EE.UU.) a lo largo del periodo 2005-2015.

Se busca identificar la incidencia de las variables independientes (I+D e IED) sobre la variable dependiente (patentes) la cual representa el desarrollo tecnológico, a fin de conocer tal incidencia en la industria y el impacto en el desarrollo.

El modelo econométrico utilizado en la presente investigación es el siguiente:

$$P = \alpha_i + \beta_1(I + D) + \beta_2(IED) + U_{it}$$

En donde:

t = se refiere al tiempo

P = número de solicitudes de patentes

$I+D$ = inversión en I+D

IED = inversión extranjera directa

U_{it} = error o residuos

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente apartado se muestran los resultados de las pruebas aplicadas a el panel de datos de los tres países México, Canadá y EE.UU.

Una vez aplicado el modelo y realizadas las pruebas econométricas respectivas, en el siguiente apartado se realizará el análisis de los resultados obtenidos a efecto de determinar, el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico a través de las variables I+D e IED durante el periodo 2005-2015.

Se estimó el modelo con datos panel y se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1 Prueba de raíz unitaria- estacionariedad

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria aplicadas a los datos panel objeto de la presente investigación. La prueba usada fue LLC propuesta por Levin, Lin y Chu (2002), adicionalmente se usó el Criterio de Información de Schwarz para definir el número de rezagos. Cabe señalar que los datos de panel procesados fueron ingresados en su forma logarítmica.

Tabla 1. Resultados prueba raíz unitaria NPAT

Panel prueba raíz unitaria			
Series: NPAT01			
Variable exógena: Efectos Individuales			
			Secciones
Método	Estadístico	Prob.	Cruzadas
Levin, Lin & Chu t*	-2.11107	0.0174	3

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

Como se puede observar en la tabla 1 para la variable NPAT se rechaza la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria común de la prueba LLC cuando se usa intercepto, por lo que se puede concluir que en su forma logarítmica no existe raíz unitaria.

Tabla 2. Resultados prueba raíz unitaria ID

Panel prueba de raíz unitaria			
Series: ID01			
Variables exógenas: Efectos individuales, línea de tendencia individual			
			Secciones
Método	Estadístico	Prob.	cruzadas
Levin, Lin & Chu t*	-98.2041	0.0000	3

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

En la tabla número 2 se muestra la prueba de raíz unitaria realizada a los datos de la serie ID incluyendo el intercepto y tendencia, dados los resultados obtenidos en la prueba se puede afirmar el rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria.

Tabla 3. Resultados prueba raíz unitaria IED

Panel prueba de raíz unitaria			
Series: IED01			
Variables exógenas: Efectos individuales, línea de tendencia individual			
			Secciones
Método	Estadístico	Prob.	cruzadas
Levin, Lin & Chu t*	-4.78159	0.0000	3

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

Por último, la variable IED en la prueba de raíz unitaria igualmente se utiliza intercepto y tendencia, arrojando un resultado positivo para el descarte de la hipótesis nula, por lo que se puede decir que esta variable al igual que las anteriores sometidas a prueba de estacionariedad no presentan raíz unitaria en sus niveles logarítmicos.

5.2 Efectos aleatorios

Posteriormente, para datos panel se realizó la prueba con el modelo de efectos aleatorios con el software E-views, arrojando los siguientes resultados.

Tabla 4. Método de estimación efectos aleatorios

Variable dependiente: NPAT				
Método: Panel EGLS (Efectos aleatorios)				
Periodos incluidos: 11				
Secciones cruzadas incluidas: 3				
Total panel (balanceado) observaciones: 33				
Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-estadístico	Prob.
IED	0.136488	0.018156	7.517350	0.0000
I+D	0.338924	0.017741	19.10401	0.0000
C	-5.403306	0.363043	-14.88336	0.0000
R cuadrada	0.511868	Promedio Variable dependiente		4.133080
R cuadrada ajustada	0.479326	Error estándar var. dep.		2.701964
Estadístico-F	15.72938			

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

En la tabla 1 se aprecian los resultados del modelo de efectos aleatorios para la variable IED el valor Prob se encuentra por debajo de 0.01 por lo que se puede concluir que la variable IED tiene un impacto en la variable dependiente NPAT (número de patentes). Respecto a la variable I+D el valor

Prob arrojado de igual manera se mantiene por debajo de 0.01, lo cual representa que la variable tiene un efecto sobre la variable NPAT en este modelo de efectos aleatorios a un nivel de significancia de 1%.

Sin embargo, como se observa el coeficiente determinado de R^2 es de 0.5118 mientras que el coeficiente de R^2 ajustado presenta un valor de 0.4793, lo cual significa que las variables independientes I+D e IED explican en un 47.93% la variable dependiente NPAT.

Una vez establecido el modelo se procedió a aplicar la prueba de **Hausman** a fin de determinar y definir el uso de efectos fijos o efectos aleatorios. La cual plantea las siguientes hipótesis:

H₀: el modelo de efectos aleatorios es adecuado

H₁: el modelo de efectos fijos es el adecuado

Tabla 5. Prueba de Hausman

Test de Hausman			
Sumario del test		Estadístico Chi-cuadrada	Prob.
Aleatorio transversalmente		741.075879	0.0000

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

Como se observa en la tabla 2 se aplica la prueba de Hausman y se rechaza la H₀ de que el modelo de efectos aleatorios es el correcto, a un nivel de significancia de 1% debido a que el estadístico P arroja un valor de 0.0000 el

cual está por debajo del nivel de aceptación de 0.01 a un nivel de significancia del 99%.

Dado lo anterior se descartan los resultados obtenidos mediante el método de efectos aleatorios, y se deberán de considerar en tomar efectos fijos. Lo que concluye que los resultados de efectos aleatorios anteriormente expuestos no deben ser tomados en consideración para la presente investigación, ya que representan un método no del todo ajustable a el panel de datos usados en el estudio.

5.3 Método de efectos fijos

Considerando la prueba de Hausman descrita anteriormente se procedió a estimar el modelo de efectos fijos.

Tabla 6. Método de estimación efectos fijos – (SUR)

Variable Dependiente: NPAT				
Método: Panel EGLS (Cross-section SUR)				
Periodos incluidos: 11				
Secciones cruzadas incluidas: 3				
Total panel (balanceado) observaciones: 33				
Variable	Coeficiente	Error Std.	t-Estadístico	Prob.
IED	0.106687	0.017459	6.110554	0.0000
I+D	0.085528	0.020603	4.151197	0.0003
C	0.173810	0.553826	0.313834	0.7560
R cuadrada	0.984599			
R cuadrada Ajustada	0.982399			
F-estadístico	0.0000	Durbin-Watson stat		1.904714

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

Se utilizó el método de mínimos cuadrados generales (MCG) con el estimador de regresiones aparentemente no relacionadas (*Seemingly Unrelated Regression*, SUR).

El programa E-views estima la especificación del modelo GLS más factible debido a que corrige problemas de heteroscedasticidad de la sección transversal, así como de correlación. Adicionalmente las estimaciones de la matriz de la varianza de ecuaciones cruzadas se basan en estimaciones de parámetros del sistema no ponderado.

Dadas estas ventajas se decidió aplicar este modelo SUR debido a que estas características hacen más robusto el modelo ante la presencia de correlación y heteroscedasticidad que se presenta cuando la varianza de las perturbaciones no es constante a lo largo del tiempo.

Como se puede observar las variables independientes son positivas, es decir, con un coeficiente positivo de 0.0855 se tiene a la variable I+D y con otro coeficiente positivo de 0.1066 se tiene a la variable IED para el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo de estudio, lo que las hace variables significativas.

Respecto al valor Prob se obtuvieron resultados positivos con un 99% de confianza para la variable I+D con un estadístico de 0.0003, para la variable IED el estadístico arroja 0.0000 la cual se encuentra dentro del rango de aceptación con un 99% de confianza.

Lo que implica que las variables IED e I+D tienen un impacto muy grande en el desarrollo tecnológico representado por las patentes como variable dependiente dentro del sector aeronáutico en los países de estudio. Se puede concluir que una inversión en I+D y el ingreso de IED repercuten en la generación de innovaciones y desarrollo de nuevos productos y técnicas patentables generadoras de nuevo conocimiento.

5.4 R² cuadrada

Tabla 7. Estadístico R² cuadrada

R cuadrada	0.984599		
R cuadrada Ajustada	0.982399		
F-estadístico	447.5106	Durbin-Watson stat	1.904714

Fuente: Elaboración propia con base en los cálculos realizados en E-Views 7.

El estadístico R² ajustada señala la bondad de ajuste del modelo aplicado, expresa un resultado de 0.9823 que está explicando en gran parte la relación existente entre las patentes solicitadas en la industria aeronáutica y las variables independientes I+D e IED, es decir que por cada cambio en una unidad en la variable dependiente (patentes) esta es explicada en un 98% por las variables independientes.

Es decir, existe una relación muy apegada entre la variable dependiente y las variables independientes, cuantos más cambios en la unidad presenten las variables independientes, se puede decir que se verá afectada la variable independiente en un 98% en la generación de innovaciones y sus patentes.

Por lo tanto, debido a que el efecto es muy positivo en el registro de nuevas patentes como respuesta a la generación de nuevas innovaciones y conocimientos, se debe de invertir más en ambos rubros, especialmente en el rubro de I+D las empresas nacionales del sector aeronáutico deben de realizar inversiones para así poder fortalecer la industria mexicana y empezar a ser eje de desarrollo.

CONCLUSIONES

En esta investigación se estudia las innovaciones y patentes generadas en el sector aeronáutico y aeroespacial en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo 2005-2015. Considerando como base fundamental la teoría de desarrollo económico de Schumpeter (1997) y consecuentes teorías desarrolladas a partir de esta, tal como la de Pavitt (1984) y Lall (1992), todas ellas en torno al desarrollo tecnológico. Así mismo se revisaron los distintos aportes teóricos y técnicos aportados por la OCDE en relación al estudio, análisis e interpretación de los datos de I+D e IED recogidos por entidades gubernamentales. Adicionalmente se mencionan esfuerzos previos realizados en torno a la medición del desarrollo tecnológico a través de las patentes.

Se recopiló información de la industria en los tres países de estudio a fin de establecer un panorama general y particular en cada uno. Para el caso de México se puede observar que es una industria muy importante y con una importante expansión, pero de reciente ingreso a la economía mexicana convirtiéndola en la más joven y pequeña económicamente de los países de estudio. En segunda posición, Canadá una industria consolidada a nivel mundial con un potencial en crecimiento para llegar a ocupar un lugar más alto económicamente. Por último, se analizó a EE.UU. con la industria aeroespacial más importante a nivel global.

En el trabajo se hicieron estimaciones a través del modelo de datos panel ya que se consideró el más adecuado para el estudio, en específico el método de estimación de efectos fijos (*Seemingly Unrelated Regression*, SUR).

En una primera parte se dio el tratamiento a los datos convirtiéndolos a logaritmos. Se aplicaron pruebas de raíz unitaria a fin de determinar si las series usadas son estacionarias o no estacionarias, posteriormente se procedió a aplicar la prueba de modelo de efectos aleatorios, adicionalmente se aplicó la prueba de Hausman, la cual es punto de referencia para la elección de los resultados arrojados por los modelos de efectos fijos o aleatorios. Dando como resultado que el modelo de estimación más adecuado es el llamado de efectos fijos (SUR) debido que fue rechazada la hipótesis nula de la prueba de Hausman.

Los resultados obtenidos concuerdan con la hipótesis sugerida en la presente investigación, la cual establece que hay una incidencia directa sobre el desarrollo tecnológico por parte de la inversión destinada a I+D y la IED captada por el sector.

Sin embargo, dado los análisis realizados podemos decir que existe una relación directa con el número de patentes generadas en esta industria, la cual se ve afectada en un 0.9823 de acuerdo a R^2 , es decir por cada cambio en la inversión en I+D e IED el número de patentes aumenta o se ve explicado en un 98% por estas, en el marco del estudio realizado en los países de México, Canadá y EE.UU. por el periodo 2005 - 2015.

Por ello se puede decir que es muy factible la inversión realizada para generar innovaciones tecnológicas que son patentables dentro del sector aeronáutico, trayendo consigo una ventaja frente a los demás competidores del sector.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones emitidas en el presente trabajo se realizan con base en la investigación realizada. Se propone encontrar los mecanismos necesarios para que los apoyos para el desarrollo de tecnología en las empresas pequeñas y medianas de la industria aeroespacial de origen mexicano a fin que se intensifiquen los apoyos para estos, ya que como se vio existe una alta tasa de relación entre los recursos invertidos y los desarrollos logrados, por lo tanto, trayendo un desarrollo económico para las regiones y estados donde se intensifiquen estos apoyos, trayendo consigo un posicionamiento de estas empresas.

Adicionalmente se propone la creación de un instituto u órgano gubernamental que reúna las pequeñas y medianas empresa dentro de la industria a fin de fortalecer y apoyar estas empresas, ofreciendo las herramientas y recursos necesarios para hacerlas competitivas en una industria tan demandada y exigida tecnológicamente.

Por el lado tributario se proponen estímulos fiscales más eficaces y certeros para estas empresas pequeñas y medianas en vías de destinar recursos para el desarrollo de tecnología y procesos propios.

Adicionalmente se propone la creación de un instituto gubernamental que pueda proveer de los conocimientos, capacitaciones y herramientas para el desarrollo de tecnología en la pequeña y mediana empresa impulsando la competitividad y desarrollo de la industria mexicana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aerospace Industries Association. (2016). *The Strength to Lift America: The State of the U.S. Aerospace & Defense Industry*. Recuperado el 24 de enero de 2017, de Aerospace Industries Association. Sitio web: <http://www.aia-aerospace.org/report/the-strength-to-lift-america-the-state-of-the-u-s-aerospace-defense-industry-2016/>

AeroStrategy (2009). *Aerospace Globalization 2.0: The Next Stage*, septiembre 2009.

Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometría*, 60(2), 323–351. <http://doi.org/10.2307/2951599>

Aia-aerospace.org. (2017). *Reports – Aerospace Industries Association*. [en línea] Disponible en: <http://www.aia-aerospace.org/communications/reports/> [Consultado el 19 Ene 2017].

Aibar Puentes, Eduard (2001). "Fatalismo y tecnología: ¿Es autónomo el desarrollo tecnológico?" Universidad de Cataluña. España. Disponible en: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107026/aibar.html>

Airbus (2015). *Global Market Forecast 2015-2034*. [Electrónico]. [Fecha de consulta: 11 de junio 2016] Disponible en: <http://www.airbus.com/company/market/forecast/>

Almanza Lorena. (2015). En el 2014 Querétaro recibió 51% menos recursos: seied aeroespacial atrajo 34.9 mdd. 18 de junio de 2015, de El economista Sitio web: <http://eleconomista.com.mx/estados/queretaro/2015/04/12/ied-aeroespacial-atrajo-349-mdd>

Alonso C. & Fracchia E. (2009). El emprendedor schumpeteriano. Aportes a la teoría económica moderna. En *XLIV Reunión Anual de Asociación Argentina de economía política*. (p.p. 2-24) Mendoza, Argentina.

ASALE, R. (2016). sistema. Diccionario de la lengua española. Recuperado el 24 agosto de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s>

BANCO MUNDIAL (2016). *Tasa de cambio oficial (UMN por US\$, promedio para un período)*. Disponible en <http://datos.bancomundial.org/indicador/PA.NUS.FCRF?end=2015&locations=MX&start=2005&view=chart> Recuperado el 20 noviembre 2016 de la base de datos Estadísticas Financieras Internacionales.

BANCO MUNDIAL (2016). *Índice de precios al consumidor*. Disponible en <http://databank.bancomundial.org/data/reports.aspx?source=2&series=FP.CPI.TO.TL&country=USA> Recuperado el 20 noviembre 2016 de la base de datos Indicadores de Desarrollo.

Bannock, G., Baxter, R., Davis, E., & Borja Aburto, L. (2007). *Diccionario de economía*. México, D.F.: Editorial Trillas.

Bernal G. (2006). El desarrollo tecnológico, una perspectiva social y humanista. *En Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*. (p.p. 1-10) Distrito Federal, México.

Boeing: The Boeing Company: General Information. (2016). *Boeing.com*. Recuperado 02 de agosto de 2016, de <http://www.boeing.com/company/general-info/>

Canadian Intellectual Property Office [en línea] *Canadian Patents Database* [fecha de consulta: 19 de noviembre de 2016] Base de datos disponible en: http://www.ic.gc.ca/opic-cipo/cpd/eng/currency_of_information.html

Carrillo Huerta, Mario M. y Caballero, González Elvia (2008). Transferencia de Tecnología incorporada al capital físico. La inversión extranjera directa. *En transferencia y adopción de Tecnología en la competitividad y el desarrollo regional*, Instituto Politécnico Nacional, México, pág. 1.

Deloitte. (2016). *2015 Global aerospace and defense industry outlook* [en línea] [fecha de consulta: 08 mayo 2015] disponible en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx-mnfg-2015-global-a-and-d-outlook.pdf>

El Banco Mundial (2014). Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes). Recuperado el 15 de julio de 2015 de la base de datos.

Ernst & Young (2014). *Megratrends shaping the mexican aerospace and defense sector*. [electrónico]. México, 08 abril 2014.

Escorsa P. & Valls J. (2005). *Tecnología e innovación en la empresa*. (2ª ed.) México: Alfaomega.

Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (2013). *Pro-Aéreo 2012 – 2020: Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. [electrónico] Secretaría de Economía. [fecha de consulta: 03 junio 2016]. Disponible en:

http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/proaereo_bueno.pdf

González, R. (2009, 10 de mayo). México destina sólo 0.4% del PIB a la investigación científica [versión electrónica]. *La jornada*, pp. 28.

Gujarati, D. & Porter, D. (2010). *Econometría*. México: Mc-Graw Hill Interamericana.

ICF International Hires Staff of AeroStrategy LLC, Expands Services into High-Growth Aerospace Manufacturing and Aviation Supply Chain Management Sectors. (2016). Icfi.com. Recuperado el 23 de agosto 2016, de <http://www.icfi.com/news/2011/icf-hires-staff-aerostrategy-llc>

IDES y AIAC (2016). The State of the Aerospace Industry: 2016 Report [en línea] Canada, 2016 [fecha de consulta 19 de noviembre 2016], Disponible en: https://www.ic.gc.ca/eic/site/ad-ad.nsf/eng/h_ad03964.html#tab6

INEGI (2014). *Exportaciones – principales países – bienes de alta tecnología – 1991-2012*. Recuperado el 16 de julio de 2015 de la base de datos Comercio exterior por bienes de alta tecnología y balanza de pagos tecnológica.

INEGI (2014). *Importaciones – principales países – bienes de alta tecnología – 1991-2012*. Recuperado el 16 de julio de 2015 de la base de datos Comercio exterior por bienes de alta tecnología y balanza de pagos tecnológica.

INEGI-CONACYT (2012). *Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología* (ESIDET-MBN). INEGI.

Instituto de Estadística de la UNESCO (2010). “Medición de la investigación y el desarrollo (I+D): Desafíos Enfrentados por los Países en Desarrollo, Canadá.

Jasso J. (2004). *Relevancia de la innovación y las redes institucionales*. *Revista de la FE-BUAP*, VIII, (025), pp. 5-18.

L. Mahadeva & P. Robinson (2009). *Prueba de raíz unitaria para ayudar a la construcción de un modelo* [electrónico] Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). Recuperado el 14 noviembre 2016. Disponible en: <http://www.cemla.org/PDF/ensayos/pub-en-76.pdf>

Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World development*, 20(2), 165-186.

Maldonado I. (2015). Primer vuelo de un jefe de estado en funciones en el mundo. Sociedad mexicana de estudios aeronáuticos latinoamericanos. Recuperado el 17 de febrero de 2016, de <http://smeal.com.mx/articulos/articulo/?Id=17>

Montero. R (2005). Test de Hausman. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España

Montero. R (2011). *Efectos fijos o aleatorios: test de especificación*. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España

National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics. (2016). *Research and Development in Industry: 2005*. Detailed Statistical Tables NSF 10-319. Arlington, VA. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/nsf10319/>.

National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics. (2016). *Business R&D and Innovation: 2013*. Detailed Statistical Tables NSF 16-313. Arlington, VA. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/2016/nsf16313/>.

National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics. (2016). *Business Research and Development and Innovation: 2012*. Detailed Statistical Tables NSF 16-301. Arlington, VA. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/2016/nsf16301/>

National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics. (2016). *Business R&D and Innovation: 2011*. Detailed Statistical Tables NSF 15-307. Arlington, VA. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/2015/nsf15307/>.

National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics. (2016). *Business Research and Development and Innovation: 2008–10*. Detailed Statistical Tables NSF 13-332. Arlington, VA. Disponible en: at <http://www.nsf.gov/statistics/nsf13332/>.

National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics. (2016). *Research and Development in Industry: 2006–07*. Detailed Statistical Tables NSF 11-301. Arlington, VA. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/nsf11301/>.

NELSON, R. & WINTER, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press, Cambridge.

OCDE (2008). OCDE Definición Marco de Inversión Extranjera Directa: Cuarta edición, Éditions OCDE.

OCDE.STAT (2015). *Main Science and Technology Indicators*. Recuperado el 14 de Julio de 2015 de la base de datos Gerd as a percentage of GDP.

OECD (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

OECD/Eurostat (2007). *Oslo Manual: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, 3ª edición, Tragsa, Madrid

Pavitt, K. (1984). 'Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory', *Research Policy*, 13, pp. 343-73.

Pindyck, R. & Rubinfeld, D. (2001). *Econometría*. México: McGraw-Hill.

Porter M. (2008). *Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia*. Harvard Business Review. Recuperado el 04 de enero de 2016 de https://www.academia.edu/5151135/Las_5_fuerzas_competitivas_Michael_Porter

Porter, M. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*, Buenos Aires, Vergara Editores.

Porter, M. E. (2000). "Location, Clusters, and Company Strategy." In *Oxford Handbook of Economic Geography*, edited by G. Clark, M. Feldman, and M. Gertler. Oxford: Oxford University Press.

ProMéxico (2015c). *ProMéxico: Mapa de Inversión en México-Mapa Clúster*. Recuperado el 04 de junio de 2016, de http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/cluster_mapping

ProMéxico (2015a). *Diagnostico sectorial*. Unidad de inteligencia de negocios. Ciudad de Mexico.

ProMéxico (Jul. 2015b). *National flight plan Mexico's aerospace industry road map 2015* (5ª edición). Ciudad de Mexico pp-57.

PwC. *Selected information about the Aerospace and Defence Industry in Mexico*. [electrónico]. México, mayo 2015[fecha de consulta: 30 mayo 2015]. Disponible en: http://recursos.pwc.mx/aerospace-industry-in-mexico?_hstc=104096415.85092b6ab06ab82cbdbda631cc3b625a.1464729780905.1464729780905.1464729780905.1&_hssc=104096415.6.1464729780907&_hsfp=1695992268

Quintanilla, Miguel Ángel. (2005). "Tecnología: Un Enfoque Filosófico" y otros ensayos de filosofía de la tecnología. México, FCE.

Ramírez O. (24 de julio 2014). Los tratados de bucareli y las construcciones aeronáuticas. *Mexican Aviation History*. Recuperado el 16 de febrero 2016, de <http://www.mexicanaviationhistory.com/articulos/articulo.php?id=36>

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, RICYT (2001). *Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Manual de Bogotá*. Bogotá: OEA / RICYT / COLCIENCIAS / OCYT.

Rivas, R. y Herruzo, A. (2003). *Las patentes como indicadores de la innovación tecnológica en el sector agrario español y en su industria auxiliar*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas.

Schumpeter J. (1952). *Capitalismo, socialismo y democracia*. México: Aguilar S.A.

Schumpeter J. (1997). *Teoría del Desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica. (Primera edición en alemán 1912).

SE, DGIPAT (2011). *La industria aeronáutica en México [electrónico] Secretaria de Economía [fecha de consulta: 09 junio 2016] Disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Industria_Aeronautica.pdf*

Secretaría de Economía (2015). *Perfil del sector industria aeroespacial [en línea] [fecha de consulta: 30 mayo 2015] disponible en: http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/perfil_del_sector*

Secretaría de Economía. (2011). *Inversión Extranjera Directa en México*. Recuperado el 14 de Julio de 2015, de Secretaria de Economía Sitio web: <http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2157/1/images/13.pdf>

Secretaría de Economía. (2015). *IED EN EL SECTOR AEROESPACIAL (1999 – 2015-2T)*. Recuperado el 03 de septiembre de 2015 de la base de datos Flujos totales de IED hacia México por tipo de inversión, país de origen, sector económico y entidad federativa de destino (1999-2015).

Smith, H; Mujica, M; Castro, E; Marín, F; Lovera, M I; (2008). Evolucionismo económico desde la perspectiva de Nelson y Winter. *Multiciencias*, 8 (48-54). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90411691007>

Statistics Canada (2016) *Canadian Trade Balances*. Base de datos disponible en: <https://www.ic.gc.ca/app/scr/tdst/tdo/crtr.html?naArea=9999&searchType=BL&hSelectedCodes=%7C33641&productType=NAICS&reportType=TB&timePeriod=5%7CComplete+Years¤cy=US&toFromCountry=CDN&countryList=ALL&grouped=GROUPEd&runReport=true> Recuperado el 19 de noviembre de 2016.

Statistics Canada. (2016). *Table 358-0024 - Business enterprise research and development (BERD) characteristics, by industry group based on the North American Industry Classification System (NAICS) in Canada, annual (dollars unless otherwise noted)*, CANSIM (database). Disponible en: <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26> [Recuperado el 20 de Nov 2016].

Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015). *Ciclos económicos*. Recuperado el 31 de agosto de 2016 de: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/ciclos_economicos

Trade.gov. (2017). *Industry & Analysis*. [en línea] Disponible en: <http://www.trade.gov/td/otm/aerostats.asp> [Recuperado el 20 Ene 2017].

UNESCO. (2010). *Medición de la investigación y el desarrollo (I+D): Desafíos Enfrentados por los Países en Desarrollo*. Instituto de estadística de la UNESCO, 5ª, 39. 14 de julio de 2015.

US Department of commerce (2016). *Foreign Direct Investment in the United States: Selected Items by Detailed Industry of U.S. Affiliate, 2008–2015*. Disponible en <https://www.bea.gov/international/index.htm> Recuperado el 20 de enero 2017.

Ventura A. (14 octubre 2015). Congreso busca rescatar la historia de la aeronáutica. *El universal*. Recuperado el 16 de febrero 2016, de <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/artes-espectaculos/2015/10/14/congreso-busca-rescatar-la-historia-de-la-aeronautica>

Zabatta V. (2008). Primeras reflexiones sobre un modelo general de desarrollo tecnológico. *Investigación y postgrado*, 23(2), 433-445.

ANEXO 1. DATOS Y TABLAS DE ESTUDIO MÉXICO, CANADÁ Y EE.UU.

TABLA 8. DATOS PANEL MÉXICO, CANADÁ Y EE.UU. 2005-2105.

PAIS MEX:1 CANADA :2 USA: 3	AÑO	NPAT	ID	IED
1	2005	2	-	145,937,500.00
1	2006	1	2,437,319.57	- 6,190,476.19
1	2007	8	4,884,283.45	48,250,553.36
1	2008	6	7,003,420.58	264,874,095.35
1	2009	10	7,759,812.54	247,391,865.74
1	2010	5	10,238,834.68	378,820,000.00
1	2011	12	12,140,445.74	201,460,220.03
1	2012	9	13,110,471.25	132,641,280.62
1	2013	10	15,244,037.50	169,113,068.47
1	2014	4	16,229,413.78	197,620,026.48
1	2015	6	15,117,388.59	120,703,922.50
2	2005	22	959,821,428.57	24,789,732,142.86
2	2006	13	941,528,379.03	23,293,506,493.51
2	2007	19	972,793,414.60	21,911,304,037.24
2	2008	17	1,012,786,660.63	20,404,005,179.69
2	2009	20	1,125,155,280.91	19,777,119,653.02
2	2010	16	1,228,000,000.00	19,800,000,000.00
2	2011	16	1,274,757,912.32	16,536,954,544.75
2	2012	13	1,380,928,125.64	16,094,365,898.92
2	2013	28	1,472,379,790.27	15,484,792,670.32
2	2014	28	1,406,505,618.42	15,304,844,371.76
2	2015	26	1,389,199,108.08	14,101,382,946.37
3	2005	1091	14,225,882,227.89	14,785,926,870.75
3	2006	1384	13,178,097,299.53	15,445,603,999.18
3	2007	1678	12,206,436,488.27	16,085,571,045.66
3	2008	2211	10,503,610,457.38	15,842,008,945.55

3	2009	2375	12,587,102,979.91	17,363,168,621.26
3	2010	3037	10,152,000,000.00	19,194,000,000.00
3	2011	1830	7,352,881,190.10	19,970,561,027.98
3	2012	2122	6,781,173,876.92	19,315,898,362.58
3	2013	4660	9,399,642,628.02	19,535,007,134.72
3	2014	3734	7,016,808,142.82	19,458,963,781.76
3	2015	4027	6,484,252,217.81	22,407,505,613.52

Fuente: Elaboración propia en base a datos recolectados.

TABLA 9. LOGARITMOS DATOS PANEL MÉXICO, CANADÁ Y EE.UU.

2005-2015

PAIS MEX:1 CANADA :2 USA: 3	AÑO	NPAT01	ID01	IED01
1	2005	0.693147181	-	18.80
1	2006	0	14.71	-
1	2007	2.079441542	15.40	17.69
1	2008	1.791759469	15.76	19.39
1	2009	2.302585093	15.86	19.33
1	2010	1.609437912	16.14	19.75
1	2011	2.48490665	16.31	19.12
1	2012	2.197224577	16.39	18.70
1	2013	2.302585093	16.54	18.95
1	2014	1.386294361	16.60	19.10
1	2015	1.791759469	16.53	18.61
2	2005	3.091042453	20.68	23.93
2	2006	2.564949357	20.66	23.87
2	2007	2.944438979	20.70	23.81
2	2008	2.833213344	20.74	23.74
2	2009	2.995732274	20.84	23.71
2	2010	2.772588722	20.93	23.71
2	2011	2.772588722	20.97	23.53

2	2012	2.564949357	21.05	23.50
2	2013	3.33220451	21.11	23.46
2	2014	3.33220451	21.06	23.45
2	2015	3.258096538	21.05	23.37
3	2005	6.994849986	23.38	23.42
3	2006	7.232733136	23.30	23.46
3	2007	7.425357887	23.23	23.50
3	2008	7.701200181	23.07	23.49
3	2009	7.772752716	23.26	23.58
3	2010	8.018625465	23.04	23.68
3	2011	7.512071246	22.72	23.72
3	2012	7.660114319	22.64	23.68
3	2013	8.446770727	22.96	23.70
3	2014	8.225235324	22.67	23.69
3	2015	8.300776961	22.59	23.83

Fuente: Elaboración propia en base a datos recolectados.

TABLA 10. PATENTES MÉXICO 2005-2015

AÑO	NÚMERO DE PATENTES MEX
2005	2
2006	1
2007	8
2008	6
2009	10
2010	5
2011	12
2012	9
2013	10
2014	4
2015	6
Total general	73

Fuente: Elaboración datos INEGI ESIDET-MBN, (2012).

TABLA 11. PATENTES CANADÁ 2005-2015

AÑO	NÚMERO DE PATENTES CANADÁ
2005	22
2006	13
2007	19
2008	17
2009	20
2010	16
2011	16
2012	13
2013	28
2014	28
2015	26
Total general	218

Fuente: Elaboración con datos de Canadian Intellectual Property Office (2016).

TABLA 12. PATENTES EE.UU. 2005-2015

AÑO	NÚMERO DE PATENTES EE.UU.
2005	1,091
2006	1,384
2007	1,678
2008	2,211
2009	2,375
2010	3,037
2011	1,830
2012	2,122
2013	4,660
2014	3,734
2015	4,027
Total general	28,149

Fuente: Elaboración con datos de National Science Foundation/National Center for Science and Engineering Statistics and U.S. Census Bureau (2016).

TABLA 13. IED DIRECTA RECIBIDA POR INDUSTRIA AEROESPACIAL-MÉXICO 1999-2015

IED por sector, subsector, rama, subrama y clase.

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, versión 2007 (SCIAN 2007)

(Millones de Dolares)

		Total 2005	Total 2006	Total 2007	Total 2008	Total 2009	Total 2010	Total 2011	Total 2012	Total 2013	Total 2014	Total 2015
Rama	3364	130.8	-5.7	45.9	26.15	243.4	378.8	207.8	139.7	180.7	214.5	131.2
	Fabricación de equipo aeroespacial											
Subrama	33641	130.8	-5.7	45.9	26.15	243.4	378.8	207.8	139.7	180.7	214.5	131.2
	Fabricación de equipo aeroespacial											

Clase	336410	130.8	-5.7	45.9	26.15	243.4	378.8	207.8	139.7	180.7	214.5	131.2
	Fabricación de equipo aeroespacial											

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2015).

TABLA 14. IED DIRECTA RECIBIDA POR INDUSTRIA AEROESPACIAL EE.UU. (MILLONES DE USD) 2005-2015

INDUSTRY	Direct investment position on a historical-cost basis										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aerospace products and parts	13,248	14,272	15,295	15,642	17,083	19,194	20,601	20,338	20,870	21,126	24,356

Fuente: Elaboración propia con datos de US Department of Commerce (2016).

TABLA 15. TIPO DE CAMBIO MXN A USD 2005-2015

AÑO	Tasa de cambio oficial (UMN por US\$, promedio para un período)
2005	10.8979
2006	10.8992
2007	10.9282
2008	11.1297
2009	13.5135
2010	12.6360
2011	12.4233
2012	13.1695
2013	12.7720
2014	13.2925
2015	15.8483

Fuente: Elaboración propia con datos BANCO MUNDIAL (2016).

TABLA 16. DATOS MÉXICO 2005-2015.

AÑO	Número de patentes por año	Gasto en IDT intramuros Productos (bienes o servicios miles de pesos)	Gasto en IDT intramuros Productos (bienes o servicios, pesos)	TC PESOS A DLLS	Gasto en IDT intramuros Productos (bienes o servicios, DLLS)	PCPI USA	Gasto en IDT intramuros Productos (bienes o servicios, DLLS) REALES BASE 2010
2005	2	-	-	10.90	-	89.6000	-
2006	1	24,546.00	24,546,000.00	10.90	2,252,083.28	92.4000	2,437,319.57
2007	8	50,754.00	50,754,000.00	10.93	4,644,318.24	95.0870	4,884,283.45
2008	6	76,962.00	76,962,000.00	11.13	6,915,000.81	98.7375	7,003,420.58
2009	10	103,170.00	103,170,000.00	13.51	7,634,601.76	98.3864	7,759,812.54
2010	5	129,378.00	129,378,000.00	12.64	10,238,834.68	100.0000	10,238,834.68
2011	12	155,586.00	155,586,000.00	12.42	12,523,700.38	103.1568	12,140,445.74
2012	9	181,794.00	181,794,000.00	13.17	13,804,212.43	105.2915	13,110,471.25
2013	10	208,002.00	208,002,000.00	12.77	16,285,791.98	106.8338	15,244,037.50
2014	4	234,210.00	234,210,000.00	13.29	17,619,776.64	108.5669	16,229,413.78
2015	6	260,418.00	260,418,000.00	15.85	16,431,954.67	108.6957	15,117,388.59

IED (MILLONES DE USD)	IED (USD)	IED (USD) REALES BASE 2010
130.76	130,760,000.00	145,937,500.00
-	-	-
5.72	5,720,000.00	6,190,476.19
45.88	45,880,000.00	48,250,553.36
261.53	261,530,000.00	264,874,095.35
243.40	243,400,000.00	247,391,865.74
378.82	378,820,000.00	378,820,000.00
207.82	207,820,000.00	201,460,220.03
139.66	139,660,000.00	132,641,280.62
180.67	180,670,000.00	169,113,068.47
214.55	214,550,000.00	197,620,026.48
131.20	131,200,000.00	120,703,922.50

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados.

TABLA 17. DATOS CANADÁ 2005-2015

AÑO	Número de patentes por año	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, millones USD)	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, MILLONES USD)	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, USD)	PCPI USA	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, USD) REALES BASE 2010
2005	22	860	860,000.00	860,000,000.00	89.6000	959,821,428.57
2006	13	870	869,972.22	869,972,222.22	92.4000	941,528,379.03
2007	19	925	925,000.00	925,000,000.00	95.0870	972,793,414.60
2008	17	1000	1,000,000.00	1,000,000,000.00	98.7375	1,012,786,660.63
2009	20	1107	1,107,000.00	1,107,000,000.00	98.3864	1,125,155,280.91
2010	16	1228	1,228,000.00	1,228,000,000.00	100.0000	1,228,000,000.00
2011	16	1315	1,315,000.00	1,315,000,000.00	103.1568	1,274,757,912.32
2012	13	1454	1,454,000.00	1,454,000,000.00	105.2915	1,380,928,125.64
2013	28	1573	1,573,000.00	1,573,000,000.00	106.8338	1,472,379,790.27
2014	28	1527	1,527,000.00	1,527,000,000.00	108.5669	1,406,505,618.42
2015	26	1510	1,510,000.00	1,510,000,000.00	108.6957	1,389,199,108.08

IED (MILLONES DE USD)	IED (USD)	IED (USD) REALES 2010
22,211.60	22,211,600,000.00	24,789,732,142.86
21,523.20	21,523,200,000.00	23,293,506,493.51
20,834.80	20,834,800,000.00	21,911,304,037.24
20,146.40	20,146,400,000.00	20,404,005,179.69
19,458.00	19,458,000,000.00	19,777,119,653.02
19,800.00	19,800,000,000.00	19,800,000,000.00
17,059.00	17,059,000,000.00	16,536,954,544.75
16,946.00	16,946,000,000.00	16,094,365,898.92
16,543.00	16,543,000,000.00	15,484,792,670.32
16,616.00	16,616,000,000.00	15,304,844,371.76
15,327.60	15,327,600,000.00	14,101,382,946.37

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados.

TABLA 18. DATOS EE.UU. 2005-2015

AÑO	Número de patentes por año	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, MILLONES USD)	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, USD)	PCPI USA	Gasto en IDT intramuros (Total business enterprise research and development current expenditures, USD) REALES BASE 2010
2005	1,091	12,746.39	12,746,390,476.19	89.6000	14,225,882,227.89
2006	1,384	12,176.56	12,176,561,904.76	92.4000	13,178,097,299.53
2007	1,678	11,606.73	11,606,733,333.33	95.0870	12,206,436,488.27
2008	2,211	10,371.00	10,371,000,000.00	98.7375	10,503,610,457.38
2009	2,375	12,384.00	12,384,000,000.00	98.3864	12,587,102,979.91
2010	3,037	10,152.00	10,152,000,000.00	100.0000	10,152,000,000.00
2011	1,830	7,585.00	7,585,000,000.00	103.1568	7,352,881,190.10
2012	2,122	7,140.00	7,140,000,000.00	105.2915	6,781,173,876.92
2013	4,660	10,042.00	10,042,000,000.00	106.8338	9,399,642,628.02
2014	3,734	7,617.93	7,617,933,333.33	108.5669	7,016,808,142.82
2015	4,027	7,048.10	7,048,104,761.90	108.6957	6,484,252,217.81

IED (MILLONES USD)	IED (USD)	IED (USD) REALES BASE 2010
13,248.19	13,248,190,476.19	14,785,926,870.75
14,271.74	14,271,738,095.24	15,445,603,999.18
15,295.29	15,295,285,714.29	16,085,571,045.66
15,642.00	15,642,000,000.00	15,842,008,945.55
17,083.00	17,083,000,000.00	17,363,168,621.26
19,194.00	19,194,000,000.00	19,194,000,000.00
20,601.00	20,601,000,000.00	19,970,561,027.98
20,338.00	20,338,000,000.00	19,315,898,362.58
20,870.00	20,870,000,000.00	19,535,007,134.72
21,126.00	21,126,000,000.00	19,458,963,781.76
24,356.00	24,356,000,000.00	22,407,505,613.52

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados.

TABLA 19. GASTOS I+D INDUSTRIA AEROESPACIAL CANADÁ 2005-2015.

Ref_Date	GEO	INDUSTRIAL	NAICS	Coordinate	Value
2005	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	860
2006	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	X
2007	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	925
2008	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1000
2009	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1107
2010	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1228
2011	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1315
2012	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1454
2013	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1573
2014	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1527
2015	Canada	Total business enterprise research and development intramural expenditures	Aerospace products and parts manufacturing (x 1,000,000)	1.1.37	1510

Fuente: Elaboración con datos de Statistics Canada (2016).

TABLA 20. IPC EE.UU. 2005-2015.

IPC EE.UU.	
Índice de precios al consumidor (2010 = 100)	FP.CPI.TOTL
2005	89.60
2006	92.40
2007	95.09
2008	98.74
2009	98.39
2010	100.00
2011	103.16
2012	105.29
2013	106.83
2014	108.57
2015	108.70

Fuente: Elaboración propia con datos BANCO MUNDIAL (2016).

ANEXO 2. MATRIZ DE CONGRUENCIA

Identificación	Objetivos	Marco Teórico	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo incidió la inversión en I+D y la IED en el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo 2005-2015?	Investigar cómo determinó la inversión en I+D y la IED, el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. durante el periodo 2005-2015.	Desenvolvimiento económico (Schumpeter)	La inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) incidió directamente en el desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México durante el periodo 2005-2015.	VD: Desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México 2005-2015.	Escorsa P. & Valls J. (2005) Abarca la utilización de distintos conocimientos científicos para la producción de materiales, dispositivos, procedimientos, sistemas o servicios nuevos o mejoras substanciales. Realiza trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes, procedentes de la investigación aplicada o de la experiencia práctica.	- Número de patentes registradas por la industria.

				VI: - La inversión en I+D.	Unesco (2010). Las actividades de innovación incluyen la generación y transferencia de conocimientos, la adquisición de tecnologías, la comercialización de productos y la investigación y el Desarrollo experimental (I+D).	- Gasto en ciencia y tecnología.
				VI: - IED	OCDE (2008). La inversión directa es una categoría de inversión transfronteriza que realiza un residente de una economía (el inversor directo) con el objetivo de establecer un interés duradero en una empresa (la empresa de inversión directa) residente en	Flujo IED en la industria.

					una economía diferente de la del inversor directo.	
--	--	--	--	--	--	--