



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

***LA AGENCIA ESPACIAL MEXICANA COMO GENERADORA DE CONDICIONES
QUE IMPULSEN LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DEL SECTOR ESPACIAL
NACIONAL***

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES**

PRESENTA

LUIS FERNANDO JUÁREZ JIMÉNEZ

DIRECTOR: HUGO JAVIER BUENROSTRO AGUILAR

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, 2020





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A mis padres, pues les debo mi calidad de vida, mi formación personal y ahora mi título profesional. Mis logros no podrían ser más suyos, pues ambos han sido esenciales en cada uno.

A mi abuelita, cuyo apoyo constante me permitió continuar la universidad y enfocarme sólo en mis estudios.

A mis hermanos, por ser ejemplo e inspiración permanente para mí.

A mis amigos y amigas, agradezco la influencia mutua que nos empuja a superarnos.

A mi familia en general, pues no muchos tienen la fortuna de nacer en familia tan unida y llena de cariño como en la que he crecido.

A mi asesor, Hugo Buenrostro, no sólo por guiarme en este proceso, sino por haberme motivado y llenado de positivismo en cada reunión, así como por convertirse en un gran amigo.

A mis cinco sinodales, cuyo apoyo y consejo me ha impulsado a entregar una mejor tesis.

A cada uno de mis maestros de carrera, cuyas enseñanzas trascendieron la formación escolar y profesional.

Finalmente, a la UNAM y a mi país, infinitamente agradecido por permitirme estudiar y desarrollarme en la mejor institución. Por mi raza hablará el espíritu.

Índice

Introducción	4
Capítulo 1: Ventajas competitivas en el sector espacial	8
1.1. Precisiones sobre la ventaja competitiva.....	8
1.2. Las ventajas competitivas del sector espacial	19
1.3. Condiciones que impulsan a las ventajas competitivas	34
Conclusión	44
Capítulo 2: Condiciones para impulsar las ventajas competitivas del sector espacial mexicano.....	45
2.1. Condiciones del sector espacial nacional.....	45
2.2. Condiciones del sector espacial en países líderes y emergentes	61
2.3. Generación de condiciones que impulsan al sector espacial por parte de la AEM y otras agencias espaciales.....	80
Conclusión	97
Capítulo 3: El clúster espacial y las alianzas estratégicas internacionales.....	100
3.1. Características del clúster espacial para ser una ventaja competitiva y fuente de las mismas.....	100
3.2. Características de la alianza estratégica a nivel internacional para ser una ventaja competitiva y fuente de las mismas.....	115
3.3. Estados e Instancias internacionales para la alianza estratégica que posicione al sector espacial mexicano y al clúster espacial	132
Conclusión	148
Conclusiones finales	152
Recomendaciones.....	163
Anexos	165
Glosario, acrónimos y siglas.....	178
Fuentes de consulta.....	181

Introducción

Desde la primera década del siglo XXI el interés del gobierno, de la iniciativa privada y de la sociedad mexicana en el sector espacial ha aumentado por su potencial para desarrollar al país. Prueba de ello es la creación de la Agencia Espacial Mexicana (AEM), así como el desarrollo de planes estratégicos como ruta de acción para impulsar al sector, a saber, el Plan de Órbita del 2012 y su actualización 2.0 en el 2017.

De acuerdo con el Plan de Órbita 2.0, en la actualidad el sector espacial está desarrollándose y evolucionando. Como ejemplo, en 2015 se realizó el tercer número más grande de lanzamientos en dos décadas; están surgiendo nuevos nichos y modelos de negocios; y, además, en términos reales el sector ha ido creciendo, alcanzando un valor de 323 mil millones de dólares en 2015 a nivel global, con tres cuartas partes ocupadas por el sector comercial.¹

De igual manera, en este documento estratégico se precisa que la economía del espacio ha incidido en mayor medida sobre la vida diaria de las personas, esto debido a su creciente accesibilidad, por lo cual diversos actores son motivados para invertir más en el sector espacial, convirtiéndolo en uno de los principales motores de desarrollo, tanto económico como social.²

Sobre los beneficios sociales en específico, el sector espacial se relaciona con necesidades relativas a las telecomunicaciones, a la salud, a la agricultura, a la prevención de desastres y a la seguridad, entre otras. En cuanto a desarrollo económico, el Plan de Órbita 2.0 precisa que la industria espacial ha promovido el avance de otros sectores económicos al crear procesos industriales, productos y

¹Cfr., Bereniz A. Castañeda; *et. al.* *Plan de Órbita 2.0 Mapa de ruta del sector espacial mexicano* (PDF), México, ProMéxico y Agencia Espacial Mexicana, 2017 URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/plan-orbita-2.0.pdf> [Consulta: 15/08/17]. p. 23.

² Cfr. *Ibid.* p. 19.

nuevos materiales usados por una gran variedad de industrias, tanto de defensa y medicina como del sector aeronáutico y automotriz.³

Asimismo, se detalla que el impacto económico del sector se ha ampliado debido a cambios estructurales en el mismo, cambios relativos al desarrollo de capacidades en tecnologías de la información relacionadas con la robótica, grandes datos (*Big data*), ambientes 3D y el internet de las cosas (industria 4.0).

Debido a estos alcances el sector espacial representa una gran oportunidad para el desarrollo y crecimiento de México, sin embargo, se aprecian una serie de problemáticas que no permiten aprovechar sus beneficios al máximo. Uno de los principales problemas es el reciente interés en una política espacial nacional, así como la creación de un organismo que impulse el desarrollo del sector, como lo es la AEM, apenas con ocho años de fundación y la responsabilidad de enfrentar los retos actuales del sector.

Algunas de estos retos se perciben como debilidades y amenazas propias del sector espacial mexicano. Como lo refiere el Plan 2.0, México se enfrenta a un creciente número de Estados competidores; rezago del gasto gubernamental; bajo desarrollo tecnológico e industrial dentro de la cadena global de valor; y recursos humanos poco especializados; entre otros.⁴

Los problemas que enfrentan la AEM y el sector espacial nacional, son factores tanto internos como externos, lo cual obstaculiza la generación de condiciones que permitan impulsar ventajas competitivas para posicionar este sector económico; que se beneficie a la sociedad y las industrias mexicanas; y se desarrolle el país con una derrama económica.

El presente trabajo de investigación examina las ventajas competitivas y las condiciones del sector espacial, a nivel internacional de forma general y en el caso de México en particular, así como la labor de la AEM en el desarrollo del sector. Esto teniendo como premisa que esta agencia espacial debe generar condiciones

³Cfr. *Ibid.* pp. 10, 19.

⁴Cfr. *Ibid.* p. 43.

que impulsen las ventajas competitivas con la formación de un clúster innovador y de alianzas estratégicas internacionales.

La importancia de estudiar este tema desde las Relaciones Internacionales versa tanto en el enfoque de la disciplina como en las categorías de análisis de la misma, ya que éstos permiten abordar los esfuerzos de la AEM y del país a nivel nacional, pero a su vez inscrito en la dinámica del sistema internacional.

Dicho aporte de las Relaciones Internacionales se reconoce al abordar las oportunidades y problemáticas de la inserción de México en la cadena global de valor del sector, así como los retos que afronta la AEM para impulsarlo, con lo que a su vez promueve el crecimiento y desarrollo de la industria nacional y la población.

Es por tanto que en el presente trabajo de investigación se analizan las condiciones que debe generar la Agencia Espacial Mexicana para impulsar las ventajas competitivas del sector espacial nacional, esto desde el año 2010 -en el que se decretó la formación de la Agencia- hasta el año 2019.

Con este objetivo cabe cuestionarse cuáles son las condiciones que impulsan a las ventajas competitivas del sector espacial nacional. Se postula que dichas condiciones serán las que surjan de la formación del clúster innovador y alianzas estratégicas a nivel internacional.

Para poder abordar el tema se examinan cuáles son las ventajas competitivas del sector espacial, así como las condiciones que las impulsan, de lo cual se infiere que son aquellas relacionadas a la innovación, la especialización y el desarrollo tecnológico.

Aunado, se deben analizar en particular las condiciones del sector espacial nacional y de otros países relevantes, al igual que la forma en que la AEM y otras agencias espaciales generan condiciones que impulsen al sector; pues se presupone que debido al reciente interés en México por el espacio, tanto las

condiciones del sector como las formas en que la AEM las impulsa se encuentran rezagadas respecto a otros países y agencias espaciales.

Finalmente, se plantea analizar a los países y a las instancias internacionales con las cuales se debe realizar una alianza estratégica, así como las características que debe tener el clúster para que ambos aspectos sean tanto ventajas competitivas como fuente de las mismas. Al respecto, se asume que ello se logrará en cuanto el clúster sea un espacio innovador y las alianzas se realicen con países líderes y emergentes del sector, así como con sus agencias espaciales.

Para llevar a cabo lo propuesto se estudia la labor de la AEM y las condiciones del sector espacial a nivel internacional y del caso mexicano en particular, ello con base en las ventajas competitivas, a través de documentos estratégicos gubernamentales, estudios del tema y recurriendo a posturas teóricas que permiten tratar el objeto de estudio.

En el primer capítulo se examinan las ventajas competitivas del sector espacial y las condiciones que las promueven; en el segundo capítulo, se analizan las condiciones del sector espacial mexicano y las de otros países con peso en el sector espacial mundial, abordando la forma en que la AEM y algunas de sus homólogas generan condiciones que impulsen sus sectores espaciales; y por último, en el capítulo tres se analizan las características del clúster del sector espacial, así como los países y actores internacionales con los cuales realizar alianzas estratégicas.

Capítulo 1: Ventajas competitivas en el sector espacial

En este capítulo, como primer punto, se aborda el concepto de ventaja competitiva para definirla y precisar sus implicaciones en el desarrollo de los países. A través del contraste de autores se analiza el papel del Estado como impulsor de desarrollo, de este tipo de ventajas y de un entorno nacional que las fomente, así como definiendo y confrontando los conceptos de competitividad y productividad.

En un segundo apartado se examinan las ventajas competitivas del sector espacial, investigando aquellas propias de sectores económicos en general, así como las del sector espacial a nivel internacional y las del sector espacial mexicano en particular.

Finalmente, en el tercer apartado se analizan las condiciones que permiten impulsar las ventajas competitivas, ello a partir del estudio del esquema del “Diamante de la ventaja nacional” de Porter, así como de las políticas empresariales y gubernamentales que este autor propone para generar dichas condiciones.

1.1. Precisiones sobre la ventaja competitiva

En este apartado se aborda el concepto de ventaja competitiva, haciendo una aproximación a su definición y sus implicaciones para el desarrollo de un país, esto debido a la ambigüedad que existe en esta categoría de análisis, así como las críticas a la misma.

De acuerdo con Michael E. Porter, la economía clásica está equivocada al asumir que la prosperidad de una nación surge por sus recursos naturales y laborales, por las tasas de interés o por su moneda, es decir, ventajas comparativas. Para este autor la prosperidad no se hereda, sino que se crea, apreciación que muestra una idea central de sus planteamientos; a saber, que el

desarrollo no se alcanza por factores estáticos sino por factores dinámicos, es decir, ventajas competitivas.⁵

Ha-Joon Chang tiene una postura similar al afirmar que las naciones desarrolladas recurrieron a políticas activas en la industria, el comercio y la tecnología. Asimismo, considera que el problema para superar el atraso respecto a países desarrollados se debe a que alcanzar un desarrollo con actividades de alto valor agregado no ocurre de forma natural.⁶

Bajo esta línea, Porter sostiene que los Estados han adquirido un papel más importante debido a que la competencia es cada vez más internacional y a que la base de la competitividad se ha ido vinculando con la creación y asimilación de conocimiento⁷. A su vez, considera que el Estado debe desarrollar un entorno nacional dinámico y estimulante, que permita a las empresas obtener y mantener ventajas competitivas para competir a nivel internacional, con lo cual se elevará el estándar de vida local. En concreto, afirma que el papel del Estado es el de estimular a las empresas a aumentar sus aspiraciones y competitividad.⁸

Al respecto, de acuerdo al análisis de *La ventaja competitiva de las naciones* de Porter, realizado por el Colegio Panamericano, existen dos tipos de ventaja competitiva; por un lado, está la ventaja por costo inferior, que se refiere a la capacidad de una empresa para diseñar, producir y comercializar de forma más eficiente que sus competidores; y por el otro lado está la ventaja por diferenciación, que refiere a la capacidad de ofrecer a un comprador un valor superior y singular, con calidad, características especiales y servicios posventa.⁹

⁵ Cfr. Michael E. Porter, *Las ventajas competitivas de las naciones* (pdf), Estados Unidos, Harvard Business Review, noviembre 2007, URL: <https://bit.ly/2Ja62wP> [Consulta: 11/03/18]. p. 1.

⁶ Cfr. Cordera C. Rolando, Reviewed work: Kicking away the ladder? Development strategy in historical perspective by Ha-Joon Chang (en línea), 2004, Investigación Económica Vol. 63, No. 250, octubre-diciembre, pp. 162-163.

⁷ Cfr. Michael E. Porter, *op cit.* p. 1.

⁸ Cfr. Michael Porter, *La competitividad de las ubicaciones* (pdf), Unión Industrial de Córdoba, Argentina, URL: http://cort.as/-9l_I [Consulta: 11/03/18] pp. 163, 192.

⁹ Cfr. Colegio Panamericano, *Ventaja competitiva de las naciones de M. Porter* (pdf), México, Colegio Panamericano, URL: <https://bit.ly/2sgKqFa> [Consulta: 19/05/18], p. 2.

Por su parte, Porter define a la ventaja competitiva como aquella proveniente principalmente del valor que una empresa logra crear para sus compradores¹⁰. Asimismo, precisa que las empresas la obtienen por actos de innovación –entendida como nuevas tecnologías o nuevos procesos que se obtienen del conocimiento- y que sólo las podrán mantener a través de una mejora incesante.¹¹

El autor detalla que la innovación puede manifestarse como un nuevo diseño de producto, de procesos productivos, mercadotecnia o capacitación. No obstante, explica que esto no quiere decir que la innovación surgirá necesariamente de ideas nuevas o de adelantos tecnológicos, sino también de ideas que pudieron estar disponibles hace tiempo o de pequeños hallazgos y avances¹². Con esto se puede entender que la innovación son ideas puestas en marcha, nutridas por la acumulación y aplicación de información y conocimiento.

De igual forma, Alicia Bárcena, Secretaria Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), menciona que –recurriendo a Schumpeter- la innovación es el verdadero motor de desarrollo, así como una condición necesaria para crear espacios de competitividad. Además, explica que la innovación implica un proceso no espontáneo, en el cual se genera y prolonga el crecimiento fomentando el cambio estructural, lo que a su vez generará más innovaciones.¹³

Hasta ahora, a través de los autores revisados, se han expuesto dos puntos clave para que un país se desarrolle. El primero es la importancia de las ventajas competitivas como factores dinámicos respecto a la ventaja comparativa de la teoría clásica, debido a que con las primeras se mantiene una mejora constante; y el segundo es el papel que el Estado debe tener para crear un ambiente que permita a las empresas adquirir ventajas competitivas a través de la innovación.

¹⁰ Cfr. Michael E. Porter, *Ventaja competitiva* (pdf), México, Grupo Editorial Patria, 2015, URL: <https://bit.ly/2H2A2FE> [Consulta: 11/03/18]. Prefacio.

¹¹ Cfr. Michael E. Porter (2007). *Op cit.* p. 5, 9.

¹² Cfr. *Ídem*.

¹³ Cfr. Alicia Bárcena, *Competitividad: visión de organismos regionales* (pdf), Foro de competitividad de las Américas III, 2009, URL: <https://bit.ly/2JhEXrw> [Consulta: 01/05/18].

Sobre este último punto, Porter precisa que el gobierno no crea industrias competitivas, sino que las empresas son las que se encargan de obtener las ventajas. No obstante, sí acepta que una nación pueda denominarse competitiva debido a ciertos factores que determinan su competitividad.¹⁴

En su artículo *La ventaja competitiva de las naciones* esquematiza el “Diamante de la ventaja nacional”, donde expone las cuatro determinantes de la competitividad nacional, es decir, las causas que hacen a una nación competitiva. Éstas son la condición de los factores, la condición de la demanda, las industrias relacionadas y de apoyo, y el contexto para la estrategia y la rivalidad.

Si bien, este autor admite que no existe un consenso para definir a una nación competitiva, sí la vincula directamente, entre otros aspectos, con la productividad, y considera que las empresas pueden generar un estándar de vida alto en sus países si elevan su nivel de productividad.¹⁵

Al respecto, Porter aclara que no se debe reducir el concepto de productividad tan sólo al superávit o al equilibrio comercial, ya que ello se puede obtener con bajos salarios que perjudican al estándar de vida. Por tanto este autor centra su preocupación en la tecnología y las habilidades, variables que pueden reforzar una productividad alta.

En contraposición a Porter, Paul Krugman hace una crítica directa a sus posturas, en particular a la idea de competitividad territorial. Esta comparación sirve para contrastar a ambos autores y así contar con un marco teórico más detallado.

Krugman reprueba el paralelo que Porter hace entre una nación y una compañía, pues argumenta que en dicha equiparación no se toma en cuenta que el éxito y fracaso entre naciones no es igual al de las empresas, ya que el fracaso de un país destruye más que oportunidades, puede ir en juego el desarrollo

¹⁴ Cfr. Michael E. Porter, *La competitividad de las ubicaciones*, op cit. pp. 166- 170.

¹⁵ Cfr. Michael E. Porter (2007), op cit. p.7-8.

económico y social. Asimismo, este autor afirma que la competitividad tan sólo es otra forma de decir productividad, no reconoce diferencia entre conceptos.¹⁶

A partir del contraste de ambos autores, resultan algunas posturas a favor y en contra. Se acepta, con matices, las críticas mencionados por Krugman, pero se asume que ello no resta utilidad analítica o importancia a los aportes de Porter. Por tanto se hacen algunas apreciaciones sobre estos tres puntos.

Primero, respecto a la crítica de Krugman sobre el paralelismo que hace Porter entre país y compañía, se comparte la idea de que esta comparación es errónea, ya que un Estado y una empresa tienen diferentes implicaciones en cuanto a competitividad. Concretamente, puntualiza que las empresas compiten entre ellas, mejorando su posición con el deterioro de otras compañías, en tanto los Estados pueden mejorar su posición sin comprometer necesariamente la posición de otros países.¹⁷

Por otro lado, si bien, no hay una definición de competitividad nacional y se asume que el paralelismo Estado-empresa no permite definirla, se puede aceptar que la presencia de empresas competitivas sea considerada una ventaja competitiva nacional, como Porter parece plantear.

Por tanto, para efectos de esta tesis, se rechaza el uso del término de ventaja nacional o competitividad nacional que desarrolla Porter a partir del paralelismo Estado-empresa, mas no así se rechazan los aportes del análisis que hace este autor en cuanto al planteamiento de un entorno nacional favorable que permita desarrollar y obtener ventajas competitivas.

En otras palabras, se considera que el “Diamante de la ventaja nacional” sirve para este proyecto de investigación, en tanto se use para analizar algunos factores nacionales que permiten a las empresas desarrollar ventajas

¹⁶ Cfr. Nikolaos A. Psfogiorgos; *Theodore Metaxas, Porter vs Krugman: History, Analysis and Critique of Regional Competiveness* (Pdf), Alemania, Munich Personal RePEc Archive, 2015, URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/68151/1/MPRA_paper_68151.pdf [Consulta: 17/04/2018]. p. 1.

¹⁷ Cfr. Nikolaos A. Psfogiorgos, *op cit.* p. 12.

competitivas, y no en la determinación de la existencia o definición de la competitividad nacional.

La siguiente crítica, sobre la diferencia de resultados que surgen de la competencia entre naciones y entre compañías, se acepta ya que el fracaso en un Estado destruye más que oportunidades en otros países. Ello resalta una falta de análisis por parte de Porter sobre los efectos de la competencia entre Estados.

No obstante, un punto importante que no desaparece por esta falla es que las naciones sí están compitiendo, tanto en la atracción de inversión e industria, como en el posicionamiento de las empresas de su país en el mercado mundial y el posicionamiento nacional dentro de la división internacional del trabajo.

Dicha competencia entre Estados se percibe aún más en la actualidad, debido a la fragmentación de la producción que las firmas realizan a nivel internacional, lo cual provoca que los países compitan, pero también que cooperen para posicionarse en las cadenas globales de valor.¹⁸

Por último, se acepta la crítica sobre la ambigüedad en el concepto de ventaja competitiva, ya que no hay un consenso en su definición exacta, pero no se comparte la idea de Krugman respecto a que la competitividad sea lo mismo que la productividad.

Para dilucidar la diferencia entre los dos conceptos, primero se realizara una aproximación al concepto de competitividad, para después comparar la definición de competitividad y productividad, de tal forma que se aprecie si existen diferencias.

García desarrolla el concepto de competitividad dentro del pensamiento histórico, pasando por el mercantilismo, el pensamiento clásico, el marxista y por

¹⁸ Cfr. Sobre la cooperación, Porter reprueba dicha práctica, pues considera –entre otras cosas- que no permiten a las empresas competir ni enfocarse en sus propias metas; no obstante, refiere a las empresas, no a los Estados. En Michael E. Porter, *Las ventajas competitivas de las nacional*: Michael E. Porter, *Las ventajas competitivas de las naciones*, URL: <https://bit.ly/2Ja62wP>

el desarrollo teórico actual¹⁹, lo cual permite tener una visión más holística del concepto.

García explica que en el pensamiento mercantilista del siglo XVI, la competitividad de los precios se relacionaba con el superávit comercial –en particular por la acumulación de metales preciosos-, el cual era considerado indicador del bienestar nacional.

El autor explica que este pensamiento traduce la competitividad como el crecimiento de exportaciones basado en el tipo de cambio, precios y salarios. García puntualiza que por el afán mercantilista para evitar que la riqueza salga de la nación, se recurre a la *competitividad espuria*, que se vincula con salarios bajos, explotación excesiva de recursos y devaluación de la moneda, lo cual perjudica el desarrollo económico en el largo plazo.

En el pensamiento clásico, Adam Smith basa la productividad en la división del trabajo y la inversión. Considera que la división del trabajo genera mayor riqueza económica al mejorar la habilidad del trabajador –con lo cual se llega a innovar-, por el ahorro de tiempo y por la posibilidad para crear nueva maquinaria. En cuanto a la inversión, postula que es la base del crecimiento de la nación, así como del proceso de crecimiento obtenido en la división del trabajo.

Otro exponente de este pensamiento que García introduce es David Ricardo, el cual explica que en un momento el producto marginal disminuirá, debido a que se añade más capital y trabajo a un mismo factor fijo. Por lo cual propone aumentar insumos variables a la par que se aumenta el factor fijo para incrementar la productividad.

Respecto al pensamiento marxista, Carl Marx hizo aportes para analizar y criticar la productividad en el sistema capitalista. Explica que la productividad del trabajo se refiere al aumento de la producción sin aumentar los insumos, es decir,

¹⁹ Cfr. Maximiliano García H. *Los determinantes de la competitividad nacional. Análisis y reflexiones a partir de un marco teórico conceptual* (Pdf), México, Temas de Ciencia y Tecnología, vol. 12, número 36, septiembre-diciembre 2008, URL: http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas036/ENSAYO2-36.pdf [Consulta: 24/04/2018]. pp. 14-16.

se aumenta la productividad haciendo eficiente la mano de obra, y precisa que se requiere su especialización y la introducción de tecnología, pero sin aumentar el tiempo de trabajo.

Sobre el desarrollo teórico actual, García argumenta que no hay una definición plena de competitividad, pues existen diferentes tipos de ésta y se modifican con base en el tiempo, el lugar y el objeto de estudio. Explica que para Heckscher-Ohlin (H-O) las diferentes dotaciones de factores crean productividad diferente, y que la cantidad de capital por unidad de trabajo es el factor central en la producción de bienes.

El autor precisa que el modelo H-O postula poder impulsar la productividad a partir de la exportación, debido a lo cual un país exportará bienes cuya producción utilice más su factor más abundante y barato, así como importará los bienes cuya producción requiera usar su factor más escaso y caro, por lo que vinculan su análisis del comercio internacional a las ventajas comparativas.

Por otro lado, García también recurre a Porter y a Krugman. Explica que el primero asume que se eleva el nivel de vida por medio de la productividad –que define como la cantidad de productos elaborados por unidad de capital invertido-, la cual se relaciona con la forma en que se usa el capital y el trabajo; mientras que Krugman rechaza el concepto de competitividad por el de productividad, como ya se ha puntualizado.

En resumen se puede decir que, a través de las diferentes posturas, el concepto de competitividad se ha vinculado al superávit comercial, a la división del trabajo, al aumento de los factores de producción, a las ventajas comparativas y al capital invertido.

De esta forma García expone, a través de los pensamientos expuestos, una estrecha relación entre competitividad y productividad, sin embargo, no es pertinente definirla llanamente como productividad, como propone Krugman. Porter mismo explica que la productividad es parte importante de la competitividad, más no lo es todo.

Por un lado, Prokopenko define a la productividad como la relación de la producción obtenida de bienes o servicios y los recursos utilizados para obtener dicha cantidad de producción. De esta forma es entendida como el uso eficiente de recursos en la producción de bienes y servicios, recursos entendidos como factores de producción, energía, materiales, información, etc.²⁰

Asimismo, precisa que una productividad mayor implica la obtención de más bienes y servicios con la misma cantidad de recursos, y también la relaciona con una mayor producción en volumen, calidad y tiempo que lleva conseguir los resultados esperados.

Por último, cabe mencionar la explicación que hace Stefan Tangen respecto a un error frecuente cuando se trata de entender el concepto de productividad. Este autor afirma que la productividad suele confundirse simplemente con el aumento de la cantidad de bienes o servicios producidos,²¹ pero como se ha visto el concepto no se reduce a este aspecto.

En suma, la productividad se refiere al aumento de la producción y de la calidad de bienes y servicios por medio del uso eficiente de los recursos, lo cual se traduce como el incremento del volumen de producción sin aumentar los recursos utilizados y haciéndolo en el menor tiempo posible.

Por otro lado, Hernández López recurre a Porter para definir el concepto de competitividad como “la capacidad primordialmente empresarial para obtener espacios en los mercados, basada en su capacidad para añadir valor [...]”²². Además, afirma que dicha capacidad conformará una ventaja competitiva nacional, aunque explica que las organizaciones empresariales son los agentes que compiten en el mercado internacional a partir de una creciente productividad.

²⁰ Cfr. Joseph Prokopenko, *La gestión de la producción* (pdf), Ginebra, Oficina Internacional del Trabajo, 1989, URL: <https://bit.ly/2J1yWvH> [Consulta: 20/04/18]. p. 3.

²¹ Cfr. Stefan Tangen, *Understanding the concept of productivity* (pdf), Taipei, The Royal Institute of Technology of Stokholm, 2002, URL: http://www.aipa.ca/wp-content/uploads/2013/11/pap_Tangen2002-UnderstandingTheConceptOfProductivity.pdf [Consulta: 20/04/18]. p. 2.

²² Cfr. Mario H. Hernández López, *La competitividad en México: análisis de su pilar institucional* (pdf), México, UNAM, p. 7.

Por su parte, García define a la competitividad como “la capacidad de una empresa, sector, región o país, con ventajas para incorporarse al mercado mundial de forma eficiente”²³. Además, precisa que dichas ventajas pueden ser resultado de tecnologías, calidad, aprovechamiento de economías a escala, excelente comercialización y mano de obra, así como un marco económico adecuado para la producción.

Comparando ambas definiciones se observa que los dos autores conciben a la competitividad como una capacidad de las empresas u otras instancias para posicionarse en los mercados internacionales. Por su parte, García hace otra aportación importante al mencionar los componentes de la competitividad. De acuerdo con este autor son la innovación, una organización empresarial que impulse capacidad de aprendizaje e innovación, y por último, la creación de una red de cooperación, apoyada por instituciones, para encaminar y fomentar la innovación.²⁴

Con lo expuesto hasta ahora se puede afirmar que el concepto de competitividad está estrechamente relacionado con el de productividad, pero también queda claro que la competitividad dista, sutilmente, del mero uso eficiente de los recursos y del incremento en la producción.

Resumiendo este primer apartado se concluye que los Estados tienen un papel importante para el desarrollo económico, así como en la adquisición de un nivel de vida alto para su población, lo cual logrará impulsando un entorno nacional donde las empresas obtengan y mantengan ventajas competitivas, además de políticas activas industriales que incentiven actividades con valor agregado.

De igual forma se acepta la crítica que hace Porter a la economía clásica, la cual postula sólo utilizar los factores abundantes y baratos, de tal modo que no se

²³ Maximiliano García H. *Op cit.* p. 15.

²⁴ *Cfr. Ibid.* p. 19.

puede llegar a un mayor desarrollo, como si lo supone la formación de ventajas competitivas.

Respecto a los aportes de Porter sobre ventajas competitivas, se concluye que, pese a las fallas expuestas en los planteamientos de este autor, el “Diamante de la ventaja nacional” sigue siendo de utilidad para analizar factores nacionales que permitan a las empresas adquirir ventajas competitivas.

Asimismo, se acepta que los Estados y sus empresas compiten para posicionarse en el mercado mundial –aunque entre países no necesariamente se posicionan en detrimento de otros-, y que una forma de hacerlo es promoviendo ambientes donde las empresas puedan obtener ventajas competitivas.

Sobre la competitividad, se entiende que la diferencia entre ésta y la productividad es difícil de precisar, pero se puede decir que la competitividad hace especial énfasis en posicionarse en el mercado (internacional), además de tener por bases el conocimiento y la innovación, que puede ser a través de la organización empresarial eficiente y las redes de colaboración e instituciones.

En concreto, se concluye que las ventajas competitivas implican la obtención de valor agregado, así como productividad, calidad y desarrollo tecnológico, comercialización, especialización de la mano de obra y marcos económicos que impulsen la producción. Aunado, éstas son de costo inferior o por diferenciación y surgen de actos de innovación, ya sean relativos a la asimilación o surgimiento de tecnologías o procesos, y se mantiene por la mejora incesante. En otras palabras, la ventaja competitiva es toda ventaja que permita posicionarse para competir y mantenerse en el mercado.

1.2. Las ventajas competitivas del sector espacial

Como se expuso en el apartado anterior, las ventajas competitivas son aquellas que permiten a una empresa –primordialmente-, a un sector, a una región o a un país posicionarse en el mercado internacional para competir, y cuya fuente principal es la innovación, para añadir valor tanto a sus productos como a sus procesos, con lo cual aumente la productividad.

Una vez que se realizó esta aproximación a las implicaciones de la ventaja competitiva, en este apartado se analizan específicamente las ventajas competitivas propias del sector espacial, tanto del sector espacial en general como del sector mexicano en particular.

Cabe señalar que este esfuerzo no se lleva a cabo para hacer una clasificación rigurosa y completa de las ventajas competitivas del sector espacial, ya que la diversidad, dinamismo y transformación de las mismas no permite hacerlo a cabalidad.

No obstante lo anterior, lo que sí se puede hacer es precisar algunas ventajas competitivas del sector, con el objetivo de tener más claro a qué refiere esta categoría de análisis. A continuación se muestra en la tabla 1 el conjunto de las ventajas competitivas que se identificaron en el análisis.

Tabla 1. Resumen de las ventajas competitivas

Del análisis del Diamante de Porter y documentos del sector espacial.	Del análisis de las tendencias expuestas en el Plan de Órbita 2.0		Del análisis de los FODA elaborados en el Plan de Órbita y su actualización.	
	En general	Caso mexicano	Omitidas en plan 2.0	Conservadas y agregadas.
Conocimiento/innovación y Productividad.	Certificación espacial.	Diversos proyectos: 1) establecer un centro que normalice y certifique productos y sistemas espaciales. 2) NMX-AE-001-SCFI-2018	Marco de protección de propiedad intelectual.	Experiencia en el sector aeronáutico.
Factores especializados.	Adecuación de marcos nacionales y armonización internacional de normas.		Programa de innovación de la SE-CONACyT.	Reserva de talento humano.
Interconexión entre industrias.			Capacidad para desarrollar proveeduría	Costos competitivos
Mecanismos para obtener información sobre las tendencias en la industria.	Acuerdos e instrumentos internacionales para la transferencia tecnológica.	Diecinueve convenios con agencias y organismos internacionales. (No todos prevén transferencia)	Vinculación de grupos académicos con agencias internacionales.	Capital humano capacitado.
Productos de calidad.			Estrategia a nivel nacional y en clústeres regionales. (No se cuenta con un clúster espacial)	Centros académicos y de I&D de alto nivel
Concentración geográfica de los competidores.				
Prácticas de gestión y modos de organización en un país.		Centro de innovación y transferencia tecnológica. (En proceso)		
Cadenas de valor que permitan obtener insumos económicos.				
Estándares estrictos.	Aprovechar compensaciones industriales	Programa de compensaciones industriales. (No aparecen avances)		Investigación especializada
Tener proveedores avanzados y compradores exigentes.				
Presupuesto gubernamental dirigido a I&D.	Desarrollar tecnologías de producción y componentes electrónicos para acelerar la asequibilidad.	—		Apoyo gubernamental (Es limitado)
Localización productiva.				Infraestructura tecnológica para pruebas
Inversión público-privada.	Involucrarse en temas de vanguardia y mayor importancia local y mundial.	Tendencias en temas importantes y de vanguardia.		Vinculación académica-industrial
Esfuerzos combinados de sector público, privado, científicos, de estudiantes y ciudadanos.	Capital humano especializado.	Capital humano calificado. (No especializado)		Tratados de libre comercio

Elaboración propia con datos de los documentos citados en la investigación.

Lo que se puede apreciar en la tabla anterior es que, como se plantea en la primera hipótesis, varias de las ventajas competitivas ubicadas están relacionadas con la innovación, la especialización de factores y el desarrollo tecnológico, ejemplo de se encuentra explícitamente en los primeros dos puntos de la primer

columna de la tabla, así como con otros puntos como los que mencionan la I&D, los que mencionan la transferencia tecnológica, centros de innovación, la obtención de información, el capital humano especializado o por especializar, infraestructura tecnológica para pruebas, entre otras.

No obstante, es preciso decir que no se reducen a la innovación, la especialización y el desarrollo tecnológico, sino que también se relacionan con la calidad, la productividad y costos inferiores, como se detalló en la descripción de las ventajas competitivas en el primer apartado de este capítulo; además, de manera muy especial, en la tabla anterior destacan varios puntos que implican relaciones estrechas entre los involucrados.

Antes de entrar en tema se define al sector espacial, el cual puede entenderse a través de la economía del espacio que refiere al segmento económico de un país que resulta de las actividades de explotación, uso y exploración del espacio exterior, hablese de la investigación, el desarrollo tecnológico, telecomunicaciones, el diseño, fabricación y manufactura, entre otros campos que emplean objetos lanzados y ubicados en el espacio.²⁵

Una vez definido el sector espacial, se prosigue con el análisis de sus ventajas competitivas. Para comenzar se presentan algunas ventajas competitivas aplicadas a un sector en general, por lo cual se pueden aplicar al sector espacial en particular.

Desde el apartado anterior se expusieron dos grandes determinantes de dichas ventajas –la obtención de conocimiento/innovación (mejora continua) y la productividad (incremento de volumen y calidad)- que son la base de la competitividad. Esto significa que ambas son fuente de ventajas, pero al mismo tiempo ventajas en sí mismas, debido a que diferencian a las empresas.

Por su parte, Michael Porter identifica otras ventajas competitivas cuando desarrolla su “Diamante de la ventaja nacional”. Si bien, el objetivo principal de

²⁵ Cfr. Jorge A. Sánchez; *et. al.* Plan de Órbita. Mapa de ruta de la industria espacial mexicano (pdf), México, ProMéxico y Agencia Espacial Mexicana, 2012, URL: <https://bit.ly/2J3VHPu> [Consulta: 23/08/17]. p.13

éste es exponer las condiciones nacionales que permiten obtener competitividad, al analizarlo se pueden ubicar explícita o implícitamente siete ventajas competitivas, las cuales se presentan a continuación.

Primero, para entender por qué estas ventajas se asumen competitivas, las siete ventajas se clasifican a partir de la base de la competitividad, es decir, entre ventajas que surgen o que permiten que surja el conocimiento/innovación y ventajas que surgen o permiten que surja la productividad.

De forma concreta, las ventajas que se vinculan en mayor medida con el conocimiento/innovación son los factores especializados; los mecanismos para obtener información sobre las tendencias en la industria; la interconexión entre industrias relacionadas y de apoyo; prácticas de gestión y modos de organización en un país; y la concentración geográfica de los competidores.

En cuanto a las que se vinculan con la productividad, son los productos de calidad y las cadenas de valor que permiten obtener insumos económicos; asimismo, la gestión y organización en un país, la obtención de información sobre las tendencias en la industria, y la concentración geográfica de los competidores, son ventajas competitivas que, además de relacionarse con el conocimiento/Innovación, también se relacionan con la productividad.

Esta clasificación tampoco pretende ser determinista, pues se entiende que todas las ventajas competitivas están relacionadas en mayor o menor medida con ambas bases de la competitividad; sin embargo, esta clasificación justo hace referencia a la relación más estrecha con cualquiera de los dos factores base.

Además del Diamante, Porter propone una serie de políticas a los gobiernos y a las empresas, de las cuales también se pueden ubicar algunas ventajas competitivas. De las políticas gubernamentales surge la ventaja competitiva de los estándares estrictos en productos, seguridad y medioambiente, los cuales pueden clasificarse como ventaja más estrecha con la productividad.

Sobre las políticas empresariales, propone que las empresas tengan proveedores avanzados y compradores exigentes, lo cual se vuelve una ventaja competitiva en la medida en que se cuenta con mejores insumos y se exijan mejores productos y servicios que promueven la mejora continua.

Por último, Porter destaca la localización productiva como otra política empresarial, la cual puede clasificarse como ventaja competitiva, estrechamente relacionada con los dos factores base de la competitividad referidos líneas arriba – la productividad y el conocimiento/innovación-, ya que la proximidad e interacción entre los actores del sector promueve una mayor productividad e intercambio de información.

Como se explicó en un principio, las ventajas competitivas expuestas hasta este momento pueden ser aplicadas a diversos sectores y empresas, pero ahora se analizan las ventajas competitivas propias tanto del sector espacial a nivel internacional como del sector espacial mexicano. Para ello se recurrió a análisis realizados desde el mismo sector espacial, se abordaron documentos tanto de agencias espaciales de otros países como estudios del sector, así como los planes de órbita desarrollados por la AEM.

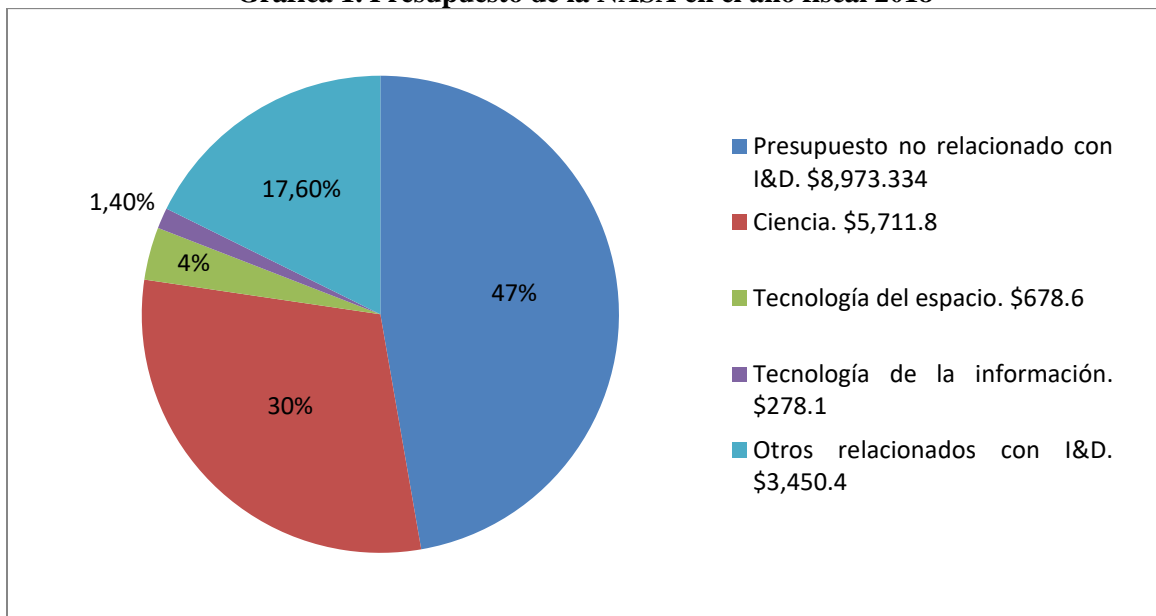
Uno de los primeros factores que se pueden catalogar como ventaja competitiva en el Plan de Órbita 2.0 es el presupuesto que los gobiernos destinan al sector espacial. Pero para que éste sea considerado una ventaja competitiva, se entiende que debe impulsar el desarrollo competitivo del sector, es decir, que sea dirigido para mejorar el conocimiento, la tecnología y la productividad.

La importancia del presupuesto gubernamental como ventaja competitiva del sector espacial es manifiesta en el documento *Ensuring U.S. leadership in space*, del *American Institute of Aeronautics and Astronautics* (AIAA), donde se remarca el riesgo que corren las ventajas competitivas estadounidenses, en vista

de la reducción de su presupuesto, a la par del rápido crecimiento de la inversión china en investigación y desarrollo (I&D).²⁶

Sobre el caso estadounidense, en el documento de la AIAA se menciona que el presupuesto estadounidense en I&D se ha reducido en un 60% desde 1964²⁷. No obstante, la NASA plasma en el *Fiscal Year 2018 Budget Estimates* su preocupación por invertir más en I&D y en el manejo de las tecnologías de la información (TI). De los \$19,092.2 mil millones de dólares (mdd) requeridos en el año fiscal 2018, la NASA destinó 53% a I&D, que va desde los \$5,711.8 mdd a ciencia y \$678.6 mdd a tecnologías del espacio, hasta los \$278.1 mdd para servicios de tecnologías de la información de la agencia, entre otros rubros.²⁸ Enseguida se expone la distribución del presupuesto de la NASA (Gráfica 1).

Gráfica 1. Presupuesto de la NASA en el año fiscal 2018



Elaboración propia con datos del Fiscal Year 2018 Budget Estimates USA.

²⁶AIAA, *Ensuring U.S. leadership in space* (pdf), Estados Unidos, AIAA, URL: https://www.aiaa.org/uploadedFiles/Whats_New/EnsuringUSLeadershipInSpace_FINAL.pdf [Consulta: 16/05/18], p. 2.

²⁷Cfr, AIAA. *Op cit.* p. 3.

²⁸NASA, *FY 2018 Budget Estimates* (pdf), Estados Unidos, NASA, 2017, URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy_2018_budget_estimates.pdf [Consulta: 17/05/18], pág. 2-6, 713.

Por su parte, otros países líderes también saben de la importancia de dirigir el presupuesto del sector espacial a áreas del conocimiento y del desarrollo científico. En 2015 Rusia incluyó en su plan espacial rubros sobre el despliegue de una constelación satelital, financiamiento a la ciencia y operaciones de la Estación Espacial Internacional, y lanzamiento y desarrollo de aeronaves.²⁹

Relacionado con el presupuesto gubernamental como ventaja competitiva, se observa otra ventaja importante como lo es la cooperación entre el sector público y el sector privado, particularmente dirigido al incremento de la inversión en I&D entre las empresas.

En el documento del AIAA antes referido se hacen recomendaciones para que EE.UU. mantenga su liderazgo espacial. Una de ellas sugiere continuar promoviendo la asociación público-privada, aunado al fortalecimiento de la inversión en I&D para obtener innovación y competitividad que fortalezca la base industrial³⁰. Por otro lado, en el nuevo plan de acción de la Unión Europea también se expresa la importancia de la inversión conjunta público-privada, así como priorizar la investigación, el desarrollo, el conocimiento y la innovación.³¹

Como se aprecia, la cooperación público-privada en materia de inversión representa una ventaja competitiva en la medida en que promueve colaborar en investigación y desarrollo. Aunado a esta importante relación público-privada también se encuentra aquella entre estas dos instancias y el sector académico.

Para exponer la importancia que tiene la colaboración entre diferentes instancias como ventaja competitiva, se recurre al documento de la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, *Emerging Space*, donde se menciona que la economía del espacio del futuro vendrá a través de los esfuerzos

²⁹ Yuri Karash, *Russian Space Program: financial state, current plans, ambitions and cooperation with the United States* (pdf), The Space Congress Proceedings, Paper 27, 2016, URL: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3648&context=space-congress-proceedings> [Consulta: 17/05/2018], pp. 3-4.

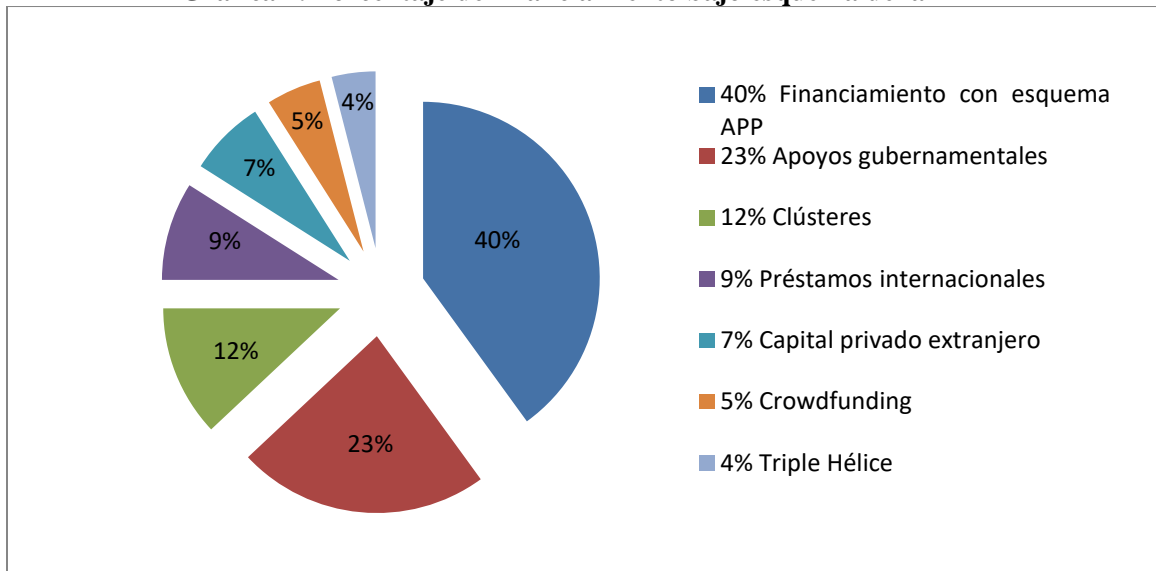
³⁰ Cfr, AIAA. *Op cit.* p. 3.

³¹ ESA, *The european space sector in a global context* (pdf), ESA's annual analysis, 2005, URL: <http://www.esa.int/esapub/br/br260/br260.pdf> [Consulta: 17/05/18], p. 8.

combinados del gobierno, la industria privada, científicos, estudiantes y ciudadanos, cada uno jugando su propio rol.³²

Sobre la coordinación público-privada, la AEM planteó la creación de una red de grupos de inversionistas de capital de riesgo para infraestructura, donde se proyecta mecanismos de asociación de esta índole. Asimismo, el taller de expertos que organizó la AEM destacó que la asociación público-privada (APP) es el esquema de financiamiento más importante para el desarrollo del sector y propuso un esquema de financiamiento con un 40% de la APP, 23% apoyo gubernamental, 12% clústeres, 9% préstamos internacionales, 7% capital privado extranjero, 5% *crowdfunding* y 4% de la Triple Hélice (Gráfica 2).³³ y ³⁴

Gráfica 2. Porcentaje de financiamiento bajo esquema de la APP



Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

Por último, respecto a la coordinación de los sectores público, privado y académico (Triple Hélice), la AEM eliminó la limitada coordinación como debilidad del esquema FODA –fortalezas, oportunidades, debilidades y Amenazas, actualizado en el Plan 2.0; además, a lo largo de este documento destacó la

³² Cfr. NASA, *Emerging space. The evolving landscape of 21st century American spaceflight* (pdf), Estados Unidos, NASA, URL: <https://go.nasa.gov/2kDiW8J> [Consulta: 18/05/18], p. 35.

³³ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.* *Op cit.* p. 72, 84.

³⁴ El crowdfunding permite que los ciudadanos destinen recursos a sectores específicos.

necesidad de coordinar a estas instancias y en particular proyectó mejorar el intercambio de información de la Triple Hélice a partir del clúster espacial.

Ahondando en este documento, se encontraron otras ventajas competitivas en su estudio de tendencias prospectivas del sector espacial a nivel nacional e internacional. En concreto se identificaron ocho ventajas competitivas del sector a nivel internacional, siete de las cuales México tiene o se encuentran en proyectos.

La primera ventaja apreciada es la certificación espacial de las empresas. En el Plan 2.0 se explica que la tendencia en este tema consta de la falta de empresas certificadas en países en desarrollo. Por tanto la certificación espacial es una ventaja competitiva al abalar productos y procesos de calidad.^{35 y 36}

Otra tendencia en el sector espacial es la limitación de transferencia tecnológica por parte de los países desarrollados, ya sea por seguridad nacional debido al uso dual o por proteccionismo económico³⁷. Por tanto, la segunda ventaja son los acuerdos e instrumentos que permitan una mayor transferencia tecnológica en el sector e incluso en sus industrias de apoyo. Al respecto, los mecanismos de propiedad intelectual también resultan ser ventaja competitiva, ya que con estos se fortalece la cooperación internacional, como se expresa en el Plan de Órbita 2.0.³⁸

La siguiente tendencia es la de armonización mundial de normas, sistemas de calidad y marcos jurídicos para el sector espacial. En este caso, la cuarta ventaja es el involucramiento y adecuación de los marcos nacionales al proceso de armonización descrito, ya que con normas, sistemas de calidad y legislaciones adecuadas se podrá competir mejor a nivel internacional.³⁹

³⁵ Algunas instancias de certificación espacial son la Organización Internacional de Normalización y *Space Foundation*. Esta última especifica que la certificación permite a las empresas reconocimiento entre otras cosas en innovación. En: Space Foundation websit URL: <https://bit.ly/2LGLABS>

³⁶ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.* , *op cit.* p. 58.

³⁷ Cfr. *Ibid.* pp. 58-59.

³⁸ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. op cit.* p. 89.

³⁹ Cfr. *Ibidem*, p. 59.

Enseguida, en el plan de órbita se describe la tendencia de los países desarrollados a crear políticas de compensación para el sector⁴⁰. En un documento de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se menciona que existen dos clases de compensaciones, la directa, que se aplica a productos y servicios del sector, y la indirecta, que se aplica a productos y servicios no relacionados al sector.⁴¹

Estas políticas de compensaciones son la quinta ventaja competitiva, ya que permite posicionarse gradualmente en el mercado, tanto a empresas proveedoras como a productoras, así como al sector espacial de un país, el cual podrá obtener y mantener ventajas competitivas.

Otra tendencia analizada fue la de la asequibilidad de la industria –gracias a la innovación-, entendiendo asequible como “[...] producción cada vez más fácil de componentes y sistemas en series de manufactura debido a nuevas tecnologías de producción [...], así como componentes electrónicos estandarizados”⁴². Por lo cual, la sexta ventaja competitiva ubicada es la innovación dirigida al desarrollo tecnológico de producción y componentes electrónicos accesibles para acelerar la asequibilidad de la industria espacial.

Después se describe una serie de tendencias en diferentes temas y nichos asociados, como el aumento de lanzamientos, *Big Data*, simulación y modelación, internet de las cosas, robótica, agricultura de precisión, gestión de recursos, vehículos reutilizables, tecnologías *nextgen* de ruta y satélites solares, entre otros.

Con esta pléyade de temas relacionados y asociados, la séptima ventaja es la coordinación del sector espacial de un país para estar involucrado en los temas

⁴⁰ La compensación puede definirse como “una práctica en la cual una entidad compradora, usualmente un gobierno, demanda que el vendedor no sólo provea servicios y productos, sino que además ayude a los compradores para obtener tecnología adicional, negocios o inversión [...]”. En: Joel Johnson, *Offsets in the International Marketplace: An Aerospace Industry View* (en línea), EE.UU. National Academy of Sciences, 2018, URL: <https://www.nap.edu/read/6315/chapter/16#166> [Consulta: 20/05/18], p. 158.

⁴¹ Cfr. Fernanda Beraldi; Edwin Broecker, *Offsets in public-sector procurement: tools for economic development or avenues for corruption?* (pdf), EE.UU. OCDE, 2017, URL: <https://bit.ly/2LHCJ35> [Consulta: 20/05/18], p. 4.

⁴² Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 54.

de vanguardia y mayor importancia, tanto a nivel local como mundial, para competir con sectores de otros países y beneficiar a la sociedad local.

Por último se analiza una tendencia más, la del cambio en la distribución de la fuerza de trabajo. En el Plan de Órbita 2.0 se explica que la fuerza de trabajo en la industria espacial estadounidense es de las más grandes a nivel mundial, pero que ha ido disminuyendo, a diferencia de Europa y Japón donde va aumentando.

Asimismo, en el documento precisan que la integración de las tecnologías espaciales y la vida cotidiana demanda nuevo talento en ingeniería informática, de sistemas y en *Big Data*. Con estas dos tendencias la octava ventaja competitiva apreciada es la de recursos humanos que no sólo sean calificados, sino que además sean especializados.

En suma, las ventajas competitivas que se aprecian a partir del análisis de las tendencias del sector son la certificación espacial; adecuación de marcos nacionales y armonización internacional de normas; acuerdos e instrumentos internacionales para transferencia tecnológica; compensaciones industriales; desarrollar tecnologías de producción y componentes electrónicos; involucrarse en temas de vanguardia y mayor importancia; y capital humano especializado.

Una vez expuestas estas ocho ventajas competitivas del sector espacial a nivel internacional, ahora se exponen las siete ventajas que el sector espacial mexicano comparte. Respecto a la ventaja de certificación, la AEM tiene en sus líneas generales de acción la coordinación, reglamentación y certificación, para impulsar procesos que permitan certificar al sector; además, estableció varios proyectos para la formación de esta ventaja.⁴³

Algunos de estos proyectos son fortalecer al Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio y la Entidad Mexicana de Acreditación para hacer un acuerdo entre entidades relacionadas con la utilización de lanzadores^{44 y 45}.

⁴³ Cfr. AEM, *Programa nacional de actividades espaciales 2011-2015* (pdf), México, AEM, 2012, URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/73432/PNAE_2011-2015.pdf [Consulta: 23/05/18].

⁴⁴ Cfr. *Ibidem*. p. 66, 67, 74.

Además, la AEM se planteó como objetivo establecer un Centro de validación, normalización y acreditación que certifique productos y sistemas espaciales.⁴⁶

Otro proyecto es el de extender la capacidad de la Red de innovación y validación de soluciones para el sector espacial, soluciones que sirvan de plataforma para certificar industria, procesos, productos y servicios. Además, la Red gestionará patentes para proteger la propiedad intelectual, con lo cual se aborda esta segunda ventaja competitiva.

Sobre la ventaja competitiva de los instrumentos internacionales para afrontar la limitación de transferencia tecnológica, la AEM ha concretado diecinueve convenios con agencias y organismos internacionales⁴⁷, aunque al no encontrar el contenido de éstos no se pudo constatar si prevén transferencia;⁴⁸ no obstante, la Agencia proyecta establecer un centro de innovación para disminuir esta limitante y con lo cual se puede tener mejor certeza para concretar acuerdos de esta índole.⁴⁹

En cuanto a la ventaja de adecuación de los marcos nacionales al proceso de armonización mundial de normas, la AEM ha avanzado al entregar la Norma Mexicana NMX-AE-001-SCFI-2018 sobre sistemas espaciales-diseño de satélites

⁴⁵ Estos dos proyectos buscan respectivamente apoyar la acreditación de laboratorios de prueba y de organismos de certificación, y desarrollar infraestructura de normalización, pruebas y certificación.

⁴⁶ Cfr. AEM, *Programa de Trabajo Institucional 2017* (pdf), México, AEM, 2017, URL: http://www.aem.gob.mx/downloads/PROGRMA_DE_TRABAJO_AEM_2017.pdf [Consulta: 23/05/18], p. 5.

⁴⁷ Cfr. AEM, *Acuerdos vigentes firmados con agencias espaciales y organismos internacionales* (pdf), México, AEM, 2018, URL: <https://bit.ly/2kxYjur> [Consulta: 23/05/18], p. 1.

⁴⁸ Pese a no poder revisar los convenios, se infirió la presencia de transferencia tecnológica en dos convenios debido al título mismo y a artículos sobre estos. El primero es el establecido con el Centro Aeroespacial Alemán, por el cual se transfiere la propiedad del sistema de antena para la recepción de datos de satélite, y los acuerdos con Italia que permiten acceder a tecnología de radar. En: AEM, *Acuerdos vigentes firmados con agencias espaciales y organismos internacionales* (pdf), México, AEM, 2018, URL: <https://bit.ly/2kxYjur> [Consulta: 23/05/18], y en: Tania Robles, *Cooperación internacional en materia espacial* (en línea), México, CONACyT, 2016, URL: <http://CONACyTprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/9383-cooperacion-internacional-en-materia-espacial> [Consultar: 23/05/18].

⁴⁹ Cfr. AEM, *op cit.* (2017), p. 4.

cubesats-requisitos y clasificación, en concordancia con la Norma Internacional ISO/DIS 17770, Space System-Cube Satellites ISO 2015.⁵⁰

La quinta ventaja que el sector espacial mexicano se trata de las compensaciones industriales, ventaja que la AEM, ProMéxico y la SE tratan de crear con el programa de compensaciones industriales del sector espacial⁵¹. No obstante, cabe señalar que pese a establecer la entrega de un modelo al respecto, en sus programas de trabajo no figura ningún avance.

Sobre la sexta ventaja, la de innovación dirigida para acelerar la asequibilidad de la industria espacial, como se mencionó con anterioridad la AEM busca extender la capacidad de la Red de innovación y validación de soluciones. Al conformarse por diversos actores de la Triple Hélice y al ser repositorio de proyectos de investigación, se asume que la Red acelerará dicha asequibilidad.

La séptima ventaja competitiva, sobre la coordinación de actores para estar en temas de vanguardia y de mayor importancia, se puede apoyar tanto en la AEM como en la Red de innovación; sin embargo, no se sabe si estas instituciones fomentarán la investigación en temas de vanguardia. Mientras tanto México ya experimenta tendencia en algunos de estos temas.

Sobre el tema de *Big Data*, se cuenta con diversas entidades públicas y privadas, como el Laboratorio de análisis del INFOTEC; en tema de internet de las cosas (IoT) en ProMéxico desarrollaron un Mapa de Ruta del sector; sobre robótica, el país experimentó un aumento de inversión del 4% al 25% en diez años, además de contar con instituciones académicas que desarrollan el tema (como el Instituto Politécnico Nacional IPN); por último, en el país comienza a haber interés en la agricultura de precisión, así como en simulación y modelación, con proyectos en diversas universidades al respecto.⁵²

⁵⁰ Cfr. AEM, Publican la primera Norma mexicana para impulsar sector industrial de satélites miniaturizados (en línea), México, AEM, 2017, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/publican-la-primera-norma-mexicana-para-impulsar-sector-industrial-de-satelites-miniaturizados-172274?idiom=fr> [Consulta: 07/04/19]

⁵¹ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 76.

⁵² Cfr. *Ibidem*, pp. 56-57.

Para ubicar otras ventajas competitivas del sector espacial mexicano, se analizaron los FODA elaborados en ambos planes de órbita⁵³ y ⁵⁴, ya que de acuerdo con Otero y Gache, las fortalezas y oportunidades son ventajas competitivas⁵⁵. No obstante, sólo se expondrán las fortalezas, en vista de que las oportunidades no pueden ser consideradas ventajas competitivas propias o consolidadas.

Estos autores no lo dicen explícitamente, pero cabe señalar que –por las implicaciones del FODA- conservar ventajas competitivas se vincula con las Fortalezas, mientras que obtenerlas refiere a las Oportunidades y Debilidades, en tanto que de no contrarrestar las Debilidades y las Amenazas podrían perjudicar la conservación o adquisición de ventajas competitivas.⁵⁶

Al analizar ambos planes de órbita se identificó tres agrupaciones para clasificar las ventajas competitivas del sector nacional, las fortalezas del primer plan de órbita que fueron omitidas en el plan actualizado, las fortalezas que se mantuvieron y las que se añadieron.

Las fortalezas que fueron omitidas en la actualización son el marco de protección de propiedad intelectual y el Programa de innovación de la Secretaría de Economía (SE) con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), la estrategia a nivel nacional y en clústeres regionales, la capacidad para desarrollar proveeduría y la vinculación entre grupos académicos y agencias internacionales.⁵⁷

Las fortalezas que se mantuvieron en la actualización son la experiencia en el sector aeronáutico, capital humano capacitado, centros académicos y de I&D de

⁵³ Cfr. *Ibidem*, pp. 43-48.

⁵⁴ Cfr. Jorge A. Sánchez ; *at al. opt cit.* pp. 24-28.

⁵⁵ Cfr. Dino Otero; Fernando Luis Gache, *Evoluciones dinámicas en el diagrama foda*, Revista Científica "Visión de Futuro", 2006, URL: <http://www.redalyc.org/html/3579/357935465001/> [Consulta: 15/05/18].

⁵⁶ Para Otero y Gache las debilidades y amenazas son desventajas si las amenazas potencializan a las debilidades.

⁵⁷ El motivo de su omisión no está claro, quizá solamente respecto al Programa de innovación, ya que existe un proyecto para ampliar la red de innovación en el Plan 2.0, con lo cual se presupone que el Programa no era una fortaleza directa, de modo tal que la ampliación de la red consolidará esta ventaja.

alto nivel, reserva de talento humano, la investigación especializada y el apoyo gubernamental con fondos federales o reducciones fiscales. En tanto que se agregaron las fortalezas en costos competitivos, vinculación académica-industrial, tratados de libre comercio y la infraestructura tecnológica para pruebas.

Con esto quedan expuestas las fortalezas/ventajas competitivas que se encontraron en los planes de órbita, sin embargo, se debe mencionar una ventaja competitiva más que fue meramente mencionada en el marco regulatorio, pero que representa una ventaja competitiva considerable, me refiero a la pertenencia de México al acuerdo Wassenaar.

Este acuerdo es un régimen internacional de control de exportaciones de armas, bienes y tecnologías de uso dual susceptibles de desvío para usos militares⁵⁸. De acuerdo a la Oficina Representativa para Europa de la SE de México, con la admisión a este arreglo, México estableció los más altos estándares de seguridad internacional respecto al control de exportaciones, con lo cual se obtiene acceso a mercados y tecnologías de punta.⁵⁹

Una vez expuestas las ventajas competitivas tanto del sector a nivel internacional como del sector espacial mexicano en particular, se puntualiza que este esfuerzo no se llevó a cabo para hacer una clasificación rigurosa, ya que éstas son muy diversas. El esfuerzo se realizó para aproximarse a algunas de las ventajas competitivas del sector en México y en general, para obtener una visión más clara y completa de las mismas.

A partir del análisis de esta investigación se infiere que las ventajas competitivas del sector espacial están estrechamente relacionadas con la innovación, así como con la especialización de factores y el desarrollo tecnológico, pero de igual forma se concluye que dicha especialización y

⁵⁸ Cfr. Secretaría de Economía, *Dirección de control de exportaciones. Preguntas frecuentes* (en línea), Secretaría de Economía, URL: <http://www.siiicex.gob.mx/portalSiicex/CONTROL%20DE%20EXPORTACIONES/Preguntas%20frecuentes.html> [Consulta : 22/10/18].

⁵⁹ Cfr. Oficina Representativa para Europa de la SE de México, *México ingresa al arreglo de Wassenaar para bienes de uso dual* (pdf), Trade Links lazos comerciales, No. 1, 2012, URL: http://www.economia-snci.gob.mx/sic_php/pages/bruselas/trade_links/esp/eneesp2012.pdf [Consulta: 22/10/18], p. 1.

desarrollo tecnológico son parte de un círculo virtuoso que deviene y parte del conocimiento que se convierte en innovación.

1.3. Condiciones que impulsan a las ventajas competitivas

Una vez expuestas las ventajas competitivas en general y del sector espacial, en este apartado se presentan las condiciones que promueven a las ventajas competitivas. Para ello se desarrollan dichas condiciones, así como el quehacer de actores relevantes del sector.

Para abordar el tema se retoma a Porter y su teoría sobre el diamante de la competitividad expuesto en *La ventaja competitiva de las naciones*, en el cual se presentan cuatro determinantes que un país debe tener para propiciar un entorno nacional donde sus empresas superen las barreras al cambio y a la innovación, así como a buscar fuentes más sofisticadas de ventajas competitivas.

Como se vio en el apartado anterior estas determinantes son la condición de los factores, la condición de la demanda, las industrias relacionadas y de apoyo, y el contexto para la estrategia y la rivalidad⁶⁰. Durante el desarrollo de cada uno de estas cuatro determinantes Porter precisa cómo es que una nación puede obtener ventajas competitivas, basado en el análisis de diferentes países y sus empresas.

En el caso de la condición de los factores –que se refiere a la posición del Estado en los factores de producción-, señala que, en la competencia internacional moderna, un factor debe ser altamente especializado en una industria para ser una ventaja competitiva, lo cual vincula a la presencia de instituciones de clase mundial, las cuales en un primer momento deben crear factores especializados, para después mejorarlos continuamente⁶¹. De forma concreta, la ventaja competitiva que impulsa este entorno es la de especialización de factores, como se plantea en la primera hipótesis de esta investigación.

⁶⁰ Cfr. Michael E. Porter, *La competitividad de las ubicaciones*, op cit. pp. 174-189.

⁶¹ Cfr. *Ibid.* pp. 180-182.

Prosiguiendo con las condiciones de la demanda –que tratan sobre la naturaleza de la demanda del producto o servicio en su mercado de origen-, destaca que la demanda local no deja de ser importante en la globalización. Afirma que ésta ayuda a construir ventajas competitivas cuando un segmento industrial es más grande o más visible en el mercado doméstico que en el extranjero.⁶²

No obstante, Porter da a entender que la determinante para obtener ventajas competitivas es un entorno con compradores locales exigentes, ya que ello presionará a las empresas a alcanzar altos estándares, a innovar y a saber de las necesidades de sus compradores⁶³. En concreto la ventaja competitiva que impulsa este entorno es la de calidad de productos, así como la obtención de información sobre las tendencias de la industria.

Cabe señalar que el autor no precisa qué quiere decir con consumidores, no obstante, se interpreta que habla tanto del consumidor final como de las empresas establecidas en el país que compran insumos a proveedores locales. Además, es necesario puntualizar que hace referencia a atributos que un Estado debe tener de forma interna, lo cual no demerita la importancia de la demanda externa, tan sólo no compete a su análisis.

Si bien, como se dijo en el párrafo anterior, la condición de la demanda externa no es parte del análisis en *La ventaja competitiva de las naciones*, se asume que tener compradores internacionales exigentes también resulta ser un entorno que impulsan las ventajas competitivas del sector.

Respecto a la determinante sobre las industrias relacionadas y de apoyo – que habla de la presencia o ausencia de industrias proveedoras o relacionadas internacionalmente competitivas-, se detalla que este entorno impulsa las ventajas

⁶²Cfr. *Ibid.* p. 182.

⁶³Cfr. *Ibid.* p. 183.

competitivas de obtención de insumos más económicos de modo más eficiente y rápido, así como la de innovación y mejoramiento.⁶⁴

El autor afirma que el entorno para impulsar esta última ventaja se caracteriza por relaciones laborales estrechas, líneas directas de comunicación, un flujo constante de información y un intercambio mutuo de influencia técnica, ideas e innovación, dentro de la misma industria como con proveedores y otras industrias. Por tanto, otra ventaja competitiva que también impulsa este entorno es la de la interconexión de las industrias.⁶⁵

Sobre este entorno señala la importancia de que los proveedores locales sean competidores globales, para que incrementen su competitividad. Además, aclara que un país no debe necesariamente ser competitivo en todas sus industrias proveedoras para que las empresas obtengan ventajas competitivas, pues los insumos los pueden adquirir en el extranjero sin efectos importantes en la innovación⁶⁶; no obstante, dicha afirmación parece contradecir las ventajas que surgen de la relación estrecha entre proveedores y empresas, así como la importancia de la demanda local que propone.

Por último, sobre la determinante del contexto para la estrategia y la rivalidad –que es la forma en que las empresas se crean, organizan y gestionan, así como la naturaleza de la rivalidad doméstica-, explica que las circunstancias nacionales determinan la competitividad de las industrias, entendiendo dichas circunstancias como la convergencia entre prácticas de gestión y los modos de organización predilectos en un país. Es decir que las ventajas competitivas surgen de la dinámica particular en las industrias.⁶⁷

En ese sentido el autor hace referencia a una fuente importante de ventaja competitiva, la motivación individual y el talento excepcional. Afirma que las

⁶⁴ Cfr. *Ibid.* p. 183-184.

⁶⁵ Cfr. Porte menciona el ejemplo del clúster italiano del calzado, donde explica los beneficios de la retroalimentación entre empresas y proveedores. En: Michael E. Porter, *Las ventajas competitivas de las naciones* (pdf), Estados Unidos, Harvard Business Review, noviembre 2007, URL: <https://bit.ly/2Ja62wP>

⁶⁶ Cfr. Michael E. Porter, *La competitividad de las ubicaciones*, *op cit.* p. 184.

⁶⁷ Cfr. *Ibid.* p. 186

naciones tienden a ser competitivas en las actividades admiradas por las personas o de las que se saben dependientes⁶⁸. Siendo así, la dirección que escogen los recursos humanos impactará la competitividad de una industria y por tanto se debe propiciar un entorno que estimule el contacto del sector y la sociedad.

Asimismo, puntualiza que otra fuente de competitividad presente en esta determinante es la rivalidad entre empresas locales, pues asegura que de entre todos los puntos en el Diamante, la rivalidad doméstica es la más importante por sus efectos estimulantes en todos los demás. Además, destaca los mayores beneficios en la competencia local sobre la competencia con firmas extranjeras. Si bien, admite que ambas son importantes, considera que la concentración geográfica de los competidores amplifica la rivalidad y la igualdad de condiciones tanto en factores como en beneficios gubernamentales, todo lo cual obliga a las empresas a mejorar e innovar.⁶⁹

Una vez expuestos estos cuatro ejes del “Diamante de la ventaja nacional”, Porter explica que para que el Diamante se transforme en un sistema, en el que sus determinantes se influencien entre sí, requiere del impulso de éstas, las cuales lo obtienen de dos elementos antes expuestos, la rivalidad y la concentración geográfica, la primera promoviendo el avance y la segunda elevando la interacción de las determinantes.⁷⁰

Asimismo, el autor menciona que la naturaleza sistémica del Diamante promueve la creación de clústeres de industrias competitivas. Al respecto, explica que las industrias de un país no están organizadas de forma caótica y dispersa, sino que están vinculadas por relaciones verticales –entre comprador y vendedor– y horizontales –entre clientes, tecnología y canales comunes.

A su vez, el autor expresa que la dinámica anterior propicia una derrama económica, donde una industria competitiva ayuda a crear otras, con lo cual pueden desarrollar un proceso donde se refuerzan mutuamente. Asimismo, afirma

⁶⁸ Cfr. *Ibid.* p. 187.

⁶⁹ Cfr. *Ibid.* pp. 187-189.

⁷⁰ Cfr. *Ibid.* p. 190.

que es en los clústeres donde esa dinámica de ayuda mutua se desarrolla, así como la rivalidad que se contagia entre industrias del clúster, ya sea por escisiones, por el poder de compra o por la diversificación de las empresas.⁷¹

En cuanto al papel del gobierno, como se ha visto hasta ahora, Porter y Chang apoyan la intervención del Estado, aunque el primero lo admite en la medida en que sólo aliente a las empresas a ser más competitivas, así como transmitir y amplificar la fuerza del Diamante para crear un ambiente que permita a las empresas obtener ventajas competitivas.

Por otro lado, Chang defiende una intervención más directa protegiendo la industria naciente, argumentando que los países desarrollados no permiten que otros Estados apliquen políticas que en su momento utilizaron para desarrollarse⁷². No obstante dicha afirmación, de asumirse como certera, si no se permite la protección de industria naciente, se deben atender políticas más moderadas.

Para efectos del planteamiento anterior resulta relevante el ejemplo que hace Porter respecto a la estrategia del gobierno japonés. Explica que en Japón entienden que la acción del gobierno se va modificando en diferentes etapas, que en un principio se debe estimular la demanda de productos avanzados, magnificar las fuerzas del Diamante y que las industrias desarrollen tecnología pionera, para después no caer en proteger el mercado demasiado tiempo, gestionar la estructura de la industria o ceder ante presiones políticas.⁷³

Por tanto, se atienden los principios propuestos por Porter para que los gobiernos tengan un papel de apoyo apropiado para la competitividad. Dichos principios son alentar el cambio, promover la rivalidad doméstica y estimular la

⁷¹ Cfr. *Ibid.* p. 191.

⁷² Cfr. Cordera C. Rolando, *op cit.* p. 170.

⁷³ Cfr. Michael E. Porter, *La competitividad de las ubicaciones*, *op cit.* p. 192.

innovación. Con ello desarrolla varios enfoques de políticas que pueden guiar a las naciones para obtener ventajas competitivas.⁷⁴

De entre los enfoques propuestos destacan tres, los cuales son los más relevantes para el sector espacial. Éstos son el enfoque para crear factores especializados, el enfoque de imponer estándares estrictos de productos, seguridad y medioambiente, y el enfoque de rechazar el comercio regulado.

Respecto a la creación de factores especializados, se refiere a mecanismos que el gobierno debe impulsar, como programas especializados de aprendizaje, conectar investigación universitaria e industria, actividades de asociación comercial y la inversión privada de las empresas. Así, estos factores generarán ventajas competitivas.⁷⁵

Sobre el enfoque de imponer estándares estrictos de productos, seguridad y medioambiente, postula que las regulaciones estrictas pueden promover ventajas competitivas si estimulan y se aumenta la demanda doméstica, así como presionando a las empresas a elevar la calidad y mejorar la tecnología. Además, propone que dicha regulación debe anteceder a los estándares internacionales, para que la industria de una nación tenga ventaja para desarrollar productos valiosos a nivel mundial; aunque aclara que estos estándares se deben generar a la par de procesos reguladores rápidos y eficientes, que no absorban recursos o causen retrasos.⁷⁶

Por último, el enfoque de rechazar el comercio regulado se refiere a los acuerdos que realizan los gobiernos para ordenar, limitar o dividir los mercados. Con este enfoque propone un mercado libre, que la política comercial tenga el objetivo de abrir mercados en Estados con ventajas competitivas y abordar

⁷⁴ Cfr. *Ibid.* p. 193.

⁷⁵ Cfr. *Idem.*

⁷⁶ Cfr. *Ibid.* p. 194.

activamente las industrias emergentes y problemas incipientes, es decir, aconseja a los gobiernos impulsar su industria y motivarla a competir.⁷⁷

En cuanto a las empresas, Porter aconseja algunas políticas para sustentar sus esfuerzos en la concreción de ventajas competitivas. El autor considera que las empresas son las únicas que pueden lograr y mantener la ventaja competitiva, por lo cual propone que dirijan sus esfuerzos a la innovación, que surge de presiones y retos desde ambientes dinámicos y estimulantes.^{78 y 79}

Una de estas políticas es que las empresas creen presiones para la innovación buscando, entre otras cosas, compradores exigentes y abastecerse de los proveedores más avanzados. Otras sugerencias son que compitan con rivales fuertes, pero que lo hagan con prudencia; que estén atentas a los cambios y exigencias del mercado, y mantengan relaciones permanentes con centros de investigación.⁸⁰

De igual forma destaca una política en la cual las empresas deben mejorar los factores del “Diamante de la ventaja nacional”. En ese sentido, las empresas deben tener un papel activo en la formación de compradores, proveedores y canales nacionales para que desarrollen sus ventajas competitivas. Así las empresas se beneficiarán de ese cúmulo local dinámico que apoyará a la innovación misma; como ejemplo propone que se aliente a los proveedores a competir a nivel internacional.⁸¹

Otras propuestas para mejorar los factores nacionales son la creación de factores especializados y la mejor localización de las actividades productivas. Sobre la especialización de factores propone hacerlo desde recursos humanos

⁷⁷ Cfr. *Ibid.* p. 197.

⁷⁸ Cfr. *Ibid.* p. 198.

⁷⁹ Cfr. Porter asume que de no haber liderazgo las empresas tomarán rutas fáciles que parecen llevar a ventajas competitivas, pero que en realidad son atajos que llevan al fracaso. Como ejemplo critica los proyectos de investigación en colaboración, a los que considera útiles para reducir costos y riesgos, pero que también pueden desviar recursos de la empresa en investigación específica propia, pudiendo eliminar así la perspectiva de innovación.

⁸⁰ Cfr. *Ibid.* pp. 198-199.

⁸¹ Cfr. *Ibid.* p. 199.

hasta el conocimiento científico y la infraestructura. En cuanto a la localización, sugiere que la sede central y las actividades se concentren donde haya concentración de compradores evolucionados, proveedores importantes, universidades y laboratorios.⁸²

Referente a la incursión internacional de las empresas, Porter no propone una política empresarial como tal, sino más bien la aceptación de la rivalidad nacional, pues considera que con una competencia local vigorosa se alcanzará una ventaja competitiva sostenible y se crecerá para competir a nivel mundial.⁸³

En esta misma línea, sobre la internacionalización, el autor asegura que es importante que las empresas tengan una perspectiva mundial para obtener ventajas competitivas, sin embargo, reprueba y califica de solución mediocre a la suplantación de actividades nacionales por actividades del extranjero. Para él, el mercado nacional debe tener fundamentos de competitividad si las empresas quieren mantener ventaja competitiva a largo plazo.⁸⁴

Por tanto, propone que el objetivo en la internacionalización debe ser mejorar las capacidades nacionales y mantener las actividades extranjeras como complemento selectivo para obtener una ventaja competitiva conjunta. Dicho complemento debe realizarse aprovechando las fuentes de ventajas existentes en los Diamantes de otros países, ya sea identificando compradores evolucionados en otras naciones o aprovechar la investigación extranjera por colocación de personal en bases extranjeras y fomentando el esfuerzo científico.⁸⁵

Por lo anterior, postula dos políticas más para la incursión internacional de las empresas, las cuales son la utilización de alianzas selectivas y la ubicación de la base de operaciones en un país que propicie la ventaja competitiva. La primera

⁸² Cfr. *Ibid.* pp. 200-201.

⁸³ Cfr. *Idem.*

⁸⁴ Cfr. Michael Porter ahonda al respecto diciendo que es mejor innovar para compensar las desventajas en factores de producción que abastecerse fuera y subcontratar, así como es mejor impulsar el desarrollo de proveedores y compradores locales.

⁸⁵ Cfr. Michael Porter comenta que para obtener resultados de la cooperación en investigación con instancias extranjeras, debe permitir el acceso a sus ideas, dejar de pensar que la protección de secretos industriales contribuye a obtener ventajas competitivas y asumir que en realidad se obtienen por la mejora continua.

como una forma de beneficiarse de las ventajas de la empresa extranjera sin perder su independencia, y la segunda como propuesta en caso de que la nación-sede no tenga un ambiente que propicie la innovación.⁸⁶

El autor profundiza sobre las alianzas y explica que éstas pueden venir con ventajas selectivas, pero de igual forma implican costos significativos como la coordinación de operaciones separadas, conciliar metas con otra entidad y crear a un competidor y ceder utilidades. Debido a estos costos, dichas alianzas terminan siendo instrumentos transitorios a corto plazo, y devienen en mejores alianzas si se usa de forma selectiva, temporal y en actividades no centrales.⁸⁷

Finalmente, cabe hacer mención del rol del liderazgo que propone Porter, ya que caracteriza a los líderes como promotores de cambio, de innovación continua y quienes reconocen la importancia de su país como parte importante para su competitividad y el aumento de la misma. Así, afirma que los líderes reconocen la importancia de la presión y el desafío, ya que buscan fomentar políticas y regulaciones gubernamentales adecuadas o que pueden resultar difíciles para la empresa, pero que le reportarán ventajas competitivas sostenidas.⁸⁸

A manera de conclusión, en el Diamante se encontraron nueve condiciones, a saber, la presencia de instituciones de clase mundial; contar con un segmento industrial más visible en el mercado doméstico que en el extranjero; tener compradores locales e internacionales exigentes; relaciones estrechas y líneas directas de comunicación para el intercambio de información e influencia en la misma industria, con proveedores y con otras industrias; proveedores locales que sean competidores globales; aprovechar prácticas de gestión y modos de organización predilectos en el país; impulsar un entorno que estimule el contacto del sector y la sociedad; promover la rivalidad doméstica; y promover la concentración geográfica de los competidores.

⁸⁶ Cfr. *Idem*.

⁸⁷ Cfr. *Ibid.* p. 201.

⁸⁸ Cfr. *Ibid.* p. 202.

De las políticas gubernamentales se expusieron los cuatro enfoques, a saber, el de crear factores especializados, el de imponer estándares estrictos y el de rechazar el comercio regulado, los cuales tienen por objetivo alentar el cambio, promover la rivalidad doméstica y estimular la innovación.

Finalmente, respecto a las políticas empresariales, se sugirió que las empresas creen presiones para la innovación, ya sea adquiriendo compradores exigentes o abastecerse de los proveedores más avanzados. Asimismo, se sugirió que compitan prudentemente con rivales fuertes, que estén atentas a los cambios y exigencias del mercado, y que mantengan relaciones permanentes con centros de investigación.

Además, se destacó la importancia del cúmulo local dinámico y una incursión internacional a partir de una competencia local vigorosa y mejorando las capacidades nacionales, dejando las actividades extranjeras como complemento, utilizando alianzas selectivas y ubicando la base de operaciones donde se propicie la ventaja competitiva.

En suma, un Estado puede facilitar a sus empresas obtener ventajas competitivas en la medida en que fomente una acumulación más rápida de factores especializados, una mejor percepción e información continua para la innovación, y un ambiente nacional que presione a las empresas a competir, innovar, invertir y desarrollar tecnología pionera. Asimismo, se puede afirmar que la base de este entorno son las relaciones estrechas que permitan generar conocimiento y convertirlo en innovación para adquirir y mantener ventajas competitivas.

Conclusión

En éste primer capítulo se examinaron las ventajas competitivas y el entorno que las impulsa, tanto de sectores en general como del espacial a nivel internacional y de México en particular. En general se llegó a la conclusión de que los Estados deben promover su desarrollo económico y social, aunque con intervención moderada y centrada en la competitividad, lo cual puede lograrse impulsando condiciones nacionales que permitan impulsar ventajas competitivas.

Por su parte, la investigación permitió determinar que las ventajas competitivas implican la obtención de valor agregado, así como productividad, calidad y desarrollo tecnológico, comercialización, especialización de la mano de obra y marcos económicos que impulsen la producción; éstas surgen por actos de innovación y se mantiene por la mejora incesante, permiten posicionarse para competir y mantenerse en el mercado.

Además, del análisis realizado a las ventajas competitivas, se concluyó que éstas en efecto se relacionan con la innovación, la especialización de factores y el desarrollo tecnológico, de la misma forma que lo hacen las condiciones que las promueven, pues se detalló que se generarán dichas condiciones con una acumulación más rápida de factores especializados, una mejor percepción e información para la innovación, y un ambiente nacional que presione a las empresas a innovar y desarrollar tecnología.

No obstante lo anterior, también se confirmó que las ventajas competitivas y las condiciones que las impulsan no sólo están relacionadas con lo planteado en la primera hipótesis, sino también con otros puntos como la calidad, la productividad, los costos inferiores y un ambiente nacional que incentive a competir e invertir. Y además de lo ya expuesto, de igual manera se concluyó que la base del entorno que impulsará las ventajas competitivas son las relaciones estrechas que permitan generar conocimiento y convertirlo en innovación.

Capítulo 2: Condiciones para impulsar las ventajas competitivas del sector espacial mexicano

Este segundo capítulo tiene por objetivo analizar las condiciones del sector espacial nacional y de otros países relevantes del sector, así como la forma en que la AEM y otras agencias espaciales generan condiciones que impulsan ventajas competitivas.

En el primer apartado de este capítulo se analiza qué condiciones imperan en el sector espacial mexicano, esto a través de la revisión de las actividades espaciales que se llevan a cabo en México, de los actores involucrados y de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de éste.

En el segundo apartado se abordan las condiciones propias de otros países involucrados en el sector espacial, revisando sus actores, sus actividades relativas al espacio y las tendencias internacionales del sector. En tanto que, en el tercer apartado, se comparan las formas en que la AEM y otras agencias espaciales generan condiciones que lo impulsan.

2.1. Condiciones del sector espacial nacional

El análisis en este apartado se divide en tres partes, primero revisando la situación de las actividades espaciales en el país, después detallando los actores involucrados y finalmente analizando los resultados del FODA del Plan de Órbita 2.0, para así tener una visión de las condiciones del sector espacial mexicano. En la siguiente tabla se resumen las actividades y los actores que surgieron en la investigación.

Tabla 2. Actividades espaciales y actores involucrados en México

Actividades espaciales en México	Proyectos		Actores del sector espacial mexicano
	Descripción	Instancias involucradas	
Desarrollado en servicios de comunicación satelital.	Desarrollo de capacidades en satélites de comunicación, GPS y redes de satélites.	MxSpace y AEM.	Sector Privado: -285 empresas en el sector espacial. -MxSpace (industria nacional): Aisystems, Composite solutions, Latitud 19:36, Ketertech, Simple Complexity, Thumbsat, Pragmatec, Clusmext, Datiotec aeroespacial, Productos de primerísima, Yesod technologies, Advance material solutions, Intelliscience e Innomat.
Iniciando con actividades de observación terrestre.	Misión Thumsat: desarrollo y lanzamiento de un nanosatélite a la estratósfera.	Universidad Aeronáutica de Querétaro, MxSpace y la empresa Remtronic.	
Iniciando con la creación de satélites y actividades de navegación.	Aztechsat-1, desarrollo de nanosatélite.	UPAEP, NASA, AEM, MxSpace y la Universidad de Chihuahua.	-Internacionales: Airbus, SAFRAN, Advantech Wireless, Globalstar, Honeywell y UTC Aerospace Systems.
Iniciando con actividades de posicionamiento y sincronización.	Laboratorio privado de desarrollo de cargas útiles.	MxSpace y Aisystems (Chihuahua).	-Industria relacionada: la electrónica, la automotriz, de tecnologías de la información y la aeroespacial.
Poco interés y desarrollo en ciencia y tecnología de exploración espacial.	Manufactura de placas de circuitos impresos.	MxSpace y Simple Complexity (Ensenada).	Sector académico: -UNAM: Centro de alta tecnología y los institutos de Geofísica, de Ciencias Naturales y de Ingeniería.
Poco interés y desarrollo en capacidad de lanzamiento	Lanzadores de pequeñas cargas a órbita baja.	MxSpace, Ketertech y Diatec.	-Instituto nacional de astrofísica, óptica y electrónica; Centro de investigaciones científicas y de educación superior de Ensenada; la UAZ, la UPAEP, la Universidad de Chihuahua, la UABC y la UAQ.
Desarrollo de microsátélites y su propulsión.	Infraestructura/capacidad en segmentos terrestres.	Latitud 19:36	-IPN: Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica; Centro de investigación y desarrollo de tecnología digital, y el Centro de desarrollo aeroespacial.
	Tepotzines: robots de construcción sobre superficie planetaria.	LINX, CONACyT, AEM y UNAM.	
	Plataformas de acceso estratosférico Atón y Pixqui, nano-satélites Nano-SiPM y el Nano-Connect.	LINX	-LINX (Laboratorio de instrumentación espacial). -RedCyTE: Investigadores y empresarios que financian proyectos.
	EUSO-SPB: telescopio espacial	NASA, LINX, Alemania, Francia, Italia y Polonia.	Sector público: -AEM, SCT, SEMAR y SEDENA.

Elaboración propia con datos de las fuentes citadas en este apartado.

El sector espacial hace referencia a todas las actividades relacionadas con la exploración del espacio exterior y el desarrollo de tecnologías espaciales. Es en el Plan de Órbita 2.0 donde se especifican cuáles de estas actividades son las que se desarrollan o no en el país.

El documento asegura que México está desarrollado en materia de servicios de comunicación satelital, aunque apenas iniciando con actividades de observación terrestre, creación de satélites y actividades de navegación, posicionamiento y sincronización. Por otro lado, se tiene poco interés y desarrollo en ciencia y tecnología de exploración espacial, así como en capacidad de lanzamiento, aunado al nulo interés en vuelos tripulados.⁸⁹

Por su parte, de acuerdo a una entrevista realizada por Expansión al ex director de la AEM, Francisco Javier Mendieta, se quiere hacer de México una potencia espacial específicamente en nichos de oportunidad, ya que en ningún país dominan todos los temas. El director precisa que México se está especializando en plataformas de satélites pequeños e interconexión, con una gran oportunidad para entrar al campo de los satélites más pequeños, los cuales se construyen más rápido, barato y con menor riesgo.⁹⁰

Asimismo, el ex director Mendieta comenta que la AEM está impulsando el consorcio MxSpace, con el cual promocionan actividades espaciales, una de las cuales justo es sobre satélites miniaturizados. Detalla que el consorcio desarrolla capacidades en satélites de comunicación, GPS y redes de satélites que operarán con la infraestructura de un país.^{91 y 92}

En el sitio web de MxSpace se explica que la asociación busca apoyar a empresas para desarrollar todas las áreas de tecnologías –con inversión asequible- para la exploración del espacio. Dichas áreas contemplan el desarrollo y construcción de satélites, vehículos de lanzamiento, motores, sistemas ópticos y telemétricos, operaciones espaciales y servicios de información.⁹³

⁸⁹ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.* , *op cit.* p. 24.

⁹⁰ Cfr. Adrian Estañol, *El plan de México para convertirse en una potencia espacial* (en línea), México, Expansión, 2018, URL: <https://expansion.mx/empresas/2018/04/30/el-plan-de-mexico-para-convertirse-en-una-potencia-espacial> [Consulta: 14/10/2018].

⁹¹ Cfr. *Idem.*

⁹² El Director Mendieta también hace mención del internet de las cosas, el cual precisa que requerirá de una cantidad importante de satélites miniatura que provean la conectividad de todos los objetos.

⁹³ Cfr. MxSpace, *Nosotros* (en línea), México, 2018, URL: <http://mxspace.mx/nosotros/> [Consulta:16/10/18].

De igual forma, en el sitio también se menciona que MxSpace dirige esfuerzos para establecer una industria nativa mexicana para el desarrollo tecnológico y científico del sector a nivel mundial, así como consolidar el sector nacional en actividades de mayor valor agregado.

MxSpace plantea atender temas de interés nacional, tales como administración de recursos hídricos, prevención y atención de desastres, explotación de recursos naturales, seguridad nacional, y desarrollo de servicios de información geográfica y comercial. Con ello, las actividades que impulse no sólo seguirán tendencias globales sino que tendrán impacto en la sociedad mexicana.

Por último, respecto a las actividades espaciales del país, cabe señalar que se percibe un especial impulso a la manufactura de nanosatélites y su propulsión. Así, se cuenta con el caso del proyecto Misión Thumsat, desarrollado por la Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ), MxSpace y la empresa mexicana Remtronic, logrando el lanzamiento del primer nanosatélite queretano a la estratósfera.⁹⁴

Otro ejemplo del impulso en el ramo satelital es el proyecto Aztechsat-1, el cual en diciembre de 2019 realizó el lanzamiento de un nanosatélite mexicano, desarrollado en la Universidad Popular Autónoma de Puebla, con el apoyo de la NASA, la AEM, MxSpace y la Universidad de Chihuahua.

Por su parte, otras entidades también buscan incursionar en el desarrollo de satélites, como Baja California, donde los industriales de ese estado se perfilan como fabricantes de satélites mediante MxSpace, de acuerdo con el Dr. Tomás Sibaja, director del Clúster Aeroespacial de Baja California.⁹⁵

⁹⁴ Cfr. AEM, *Exitoso lanzamiento a la estratósfera de primer nanosatélite queretano de la UNAQ, fortalece la materia espacial del país: Mendieta* (en línea) 2018, URL: <http://mxspace.mx/2018/03/mxspace-en-colaboracion-con-la-unaq-y-la-aem-lanzan-a-la-atmosfera-el-primer-nanosatelite-queretano/> [Consulta: 21/10/18].

⁹⁵ Cfr. MxSpace magazine, *Clúster de baja california apuesta por microsatélites* (en línea), MxSpace magazine, Edición 2018, URL: <http://mxspace.mx/wp-content/uploads/2017/08/MX-space-REVISTAbaja-1.pdf> [Consulta: 21/10/18], p. 16.

Estas actividades involucran una diversidad de actores y contextos cuyas acciones y desarrollo pueden impulsar al sector o estancarlo. Para exponerlos se puede recurrir a la Quíntuple Hélice, que es un modelo de cooperación entre el sector privado, la academia y el sector público (Triple Hélice), más la sociedad civil (Cuádruple Hélice)⁹⁶ y el contexto medioambiental (Quíntuple Hélice)⁹⁷, lo cual se explica a continuación.

Por un lado, el sector privado son todas las empresas que desarrollan productos, servicios y tecnologías en la cadena de valor; el sector académico por universidades, laboratorios y centros de investigación relacionados; y el sector público se refiere a las inversiones, políticas públicas, acuerdos y proyectos de cooperación realizados por el gobierno para impulsar al sector.⁹⁸

Por otro lado, la sociedad civil es tanto actor como contexto, pues es intermediario entre los otros actores, así como instancia que identifica necesidades sociales. En cuanto al contexto medioambiental, está estrechamente vinculado al contexto social, pero abordando la sustentabilidad ambiental y los desafíos del cambio climático.^{99 y 100}

En el caso de México, referente al sector privado, hay en el país cerca de 285 empresas involucradas con la industria espacial, de acuerdo con el Directorio de empresas del Plan de Órbita 2.0. En este mismo plan se advierte que en México el sector de empresas dedicadas específicamente al espacio es emergente, aunque con importantes capacidades de compañías afines, las cuales se observan como potenciales desarrolladoras de proyectos espaciales.¹⁰¹

⁹⁶ Cfr. Yudy N. Flórez Ordóñez, *Articulación Cuádruple hélice* (en línea), Colombia, SciELO, 2016, URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982016000200001 [Consulta: 02/05/18].

⁹⁷ Cfr. Eduardo Bitran C. *Una respuesta desde COFRO a la sostenibilidad de las ciudades* (en línea), Chile, COFRO, 2015, URL: <https://bit.ly/2sp41TC> [Consulta: 02/05/18]. p. 11.

⁹⁸ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. op cit.* p. 26.

⁹⁹ Cfr. Eduardo Bitran C. *op cit.* p. 11.

¹⁰⁰ Cabe señalar que la AEM y la política espacial mexicana surgen por iniciativa ciudadana (de acuerdo con el Plan de Órbita 2.0), en tanto que la sustentabilidad medioambiental en el sector espacial es un tema que ha adquirido importancia en México y a nivel internacional (de acuerdo con la Dra. Lisette Farah Simón).

¹⁰¹ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. op cit.* p. 31.

En el Plan 2.0 se detallan cuatro industrias relacionadas, la electrónica, la automotriz, de tecnologías de la información y la aeroespacial. Respecto a la industria electrónica, se menciona que en México están establecidas nueve de las diez principales empresas trasnacionales de servicios de manufactura, así como empresas de componentes electrónicos y semiconductores con alto valor tecnológico.¹⁰²

Sobre la industria automotriz denota la presencia de las principales empresas armadoras en el mundo, así como la existencia de 24 complejos productivos en 14 estados del país, con actividades de ensamblaje, blindaje, fundición y estampado, entre otras.

Respecto a la industria de las tecnologías de la información, el plan explica la existencia de empresas pequeñas, medianas y grandes, pero denota la muy reciente tendencia de México en el internet de las cosas; no obstante, rescata los casos de Guadalajara y Puebla como polos competitivos en la materia.

Finalmente, en el plan se expresa el liderazgo adquirido por México en la industria aeroespacial, con trasnacionales como Bombardier o Grupo Safran, que han desarrollado en el país centros de diseño e ingeniería, laboratorios y líneas de producción.

Relativo al sector espacial en específico, en el Plan 2.0 se destaca la iniciativa MXSpace, comentada con anterioridad. Ésta es impulsada por empresas mexicanas, dirigida a unir esfuerzos y trabajando estrechamente con la AEM para coordinar los intereses de la industria con los de México a través de proyectos.¹⁰³

En el documento se mencionan algunos de estos proyectos, como el laboratorio privado para desarrollar carga útil, operado por Aisystems en Chihuahua; manufactura de placas de circuitos impresos por parte de Simple Complexity en Ensenada; desarrollo de femtosatélites por Thumbsat de México,

¹⁰² Cfr. *Ibid.* p. 34.

¹⁰³ Cfr. *Idem.*

de lanzadores para pequeñas cargas a órbita baja por Ketertech y Diatotec, y de infraestructura/capacidades en segmento terrestre por Latitud 19:36.

Por último, respecto al sector privado, en el gráfico Rainforest Canvas del Plan 2.0, se exponen seis de las empresas más representativas en México, a saber, las francesas Airbus y SAFRAN, y las estadounidenses Advantech Wireless, Globalstar, Honeywell y UTC Aerospace Systems.

Como se puede notar, en México las empresas dedicadas específicamente al espacio son emergentes y las empresas con mayor peso en la industria son extranjeras. Si bien, esta situación puede verse como debilidad en el sector nacional, también puede apreciarse como una oportunidad para conformar desde las bases un sector espacial con peso en la cadena global de valor.

La iniciativa MxSpace puede considerarse como un punto de partida debido a su objetivo de establecer una industria nativa mexicana para el desarrollo tecnológico y científico del sector a nivel mundial, además de la forma en que está perfilando dicha industria al apoyar a empresas en desarrollo tecnológico y científico, buscar que el sector nacional tenga actividades de mayor valor agregado y atender temas de interés nacional.¹⁰⁴

Con lo anterior se observa que la iniciativa atiende el desarrollo de ventajas competitivas para tomar un papel relevante en la cadena global de valor, tan sólo no debe perder de mira dirigir el desarrollo tecnológico y científico de acuerdo a las tendencias de la industria y las necesidades locales, tanto por la mejora incesante que demanda la innovación como la ventaja de fortalecer el mercado local planteada por Porter en el pilar de la condición de la demanda.

Por otro lado, debe mantener la vinculación académica-gubernamental y comenzar a articular cadenas de valor nacionales que permitan obtener insumos económicos y de calidad, además de promover la interconexión entre industrias

¹⁰⁴ No obstante, si MxSpace plantea crear una industria nativa, se debe tener un plan más desarrollado y definido, atendiendo si esta industria sólo será una manufacturera especializada y de ensamblaje –como ha sido el caso de la industria automotriz en México- o también una industria con empresas dedicadas desde el diseño y la manufactura hasta la entrega de productos y servicios finales.

relacionadas y de apoyo; ello sustentado en las políticas empresariales planteadas por Porter, las cuales postulan adquirir proveedores avanzados y compradores exigentes, sin olvidar la localización productiva que promueve una mayor productividad e intercambio de información, o en términos de Krugman, que genera externalidades benéficas para las empresas.

Prosiguiendo con el sector académico, en el Plan 2.0 se señala la importancia de éste como generador de capital humano especializado, desarrollador de tecnología e innovación, promotor de cooperación internacional, así como regulador y difusor del sector espacial.

El Plan 2.0 señala seis universidades y sus institutos como las más importantes, a saber, la UNAM y sus institutos de Geofísica, Ciencias Naturales, de Ingeniería y el Centro de Alta Tecnología; el Instituto nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); el Instituto Politécnico Nacional, con la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, y el Centro de Desarrollo Aeroespacial; y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP).¹⁰⁵

Por su parte, CONACyT expone otros programas educativos importantes para el sector espacial, como la licenciatura en ingeniería espacial de la Universidad de Chihuahua, dirigida a la manufactura de productos, diseño y construcción de vehículos, robótica, sistemas, investigación y desarrollo tecnológico.¹⁰⁶

De acuerdo con CONACyT, otras instituciones con programa en ingeniería espacial son la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la Universidad

¹⁰⁵ Cfr. *Ibid.* p. 31.

¹⁰⁶ Cfr. Tania Robles, *Formación y educación aeroespacial en México* (en línea), México, CONACyT, 2016, URL: <http://www.CONACyT.prensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/6396-formacion-y-educacion-aeroespacial> [Consulta: 08/11/18].

Autónoma de Querétaro (UAQ) (con maestría en ingeniería aeroespacial), y la maestría de ciencia en ingeniería aeronáutica y espacial del Politécnico.

Aunado, en el Plan 2.0 se detalla la infraestructura de las entidades académicas del país, como laboratorios de verificación y pruebas de subsistema de telemetría, infraestructura para observación con telescopio, laboratorios de análisis geográfico espacial, de comunicaciones, de procesamiento de materiales nanoestructurados, infraestructura para validar comunicación satélite-estación terrestre, espacios de diseño y desarrollo de terminales satelitales, para capacidades de propulsión espacial, así como manufactura satelital y divulgación.

Otra instancia destacable en el sector académico es LINX, el Laboratorio de instrumentación espacial del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, el cual es el primer laboratorio en México que pone instrumentación espacial en la estratósfera.¹⁰⁷

Este laboratorio colabora y desarrolla instrumentación con países y agencias espaciales internacionales, como la NASA, Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia, Agencia Espacial Italiana (ASI) de Italia, ROCOSMOS de Rusia y JAXA de Japón, sin olvidar la propia AEM. Como ejemplo, uno de los proyectos de colaboración es el EUSO-SPB, que consta de un telescopio espacial para observar rayos cósmicos de ultra alta energía.¹⁰⁸

Otros proyectos de LINX son diseñar y construir sistemas espaciales totalmente mexicanos, producir la primera misión mexicana sobre superficie lunar con los Tepotzines¹⁰⁹, las plataformas de acceso estratosférico Atón y Pixqui, así como los nano-satélites Nano-SiPM y el Nano-Connect.¹¹⁰

¹⁰⁷ Cfr. Gustavo Medina, *Linx laboratorio de instrumentación espacial ICNUNAM* (en línea), México, ICN UNAM, URL: <http://epistemia.nucleares.unam.mx/web?name=linx> [Consulta: 11/11/18].

¹⁰⁸ En este y otros proyectos LINX colaboró con sistemas de control de envío de comandos y recepción de telemetría (housekeeping), alimentación de bajo voltaje, arquitectura térmica, la interface térmica y desarrollo de CPU.

¹⁰⁹ Enjambres de robots auto-organizados para construir sobre superficies planetarias.

¹¹⁰ Nano-SiPM para experimentación en física de partículas y el Nano-Connect para fungir como canal secundario de telefonía celular para la red de GlobalStar.

LINX tiene una amplia participación de estudiantes de ingeniería de la UNAM y el IPN, con lo cual busca formar especialistas que creen nuevos espacios para desarrollo de tecnología espacial, sea en la academia o el sector privado, con miras a que sean la base del sector espacial mexicano en las próximas décadas.¹¹¹

En LINX tienen claro que por su bajo volumen de compras, resulta un beneficio económico limitado para una empresa promedio, aunque el laboratorio trata de sopesar este hecho con su amplio poder de difusión y divulgación en pro de sus socios.¹¹²

Si bien, la divulgación que ofrece LINX para sostener una cooperación igualitaria es importante, la realidad es que hace falta más que difusión para conseguir más proyectos con peso significativo. Una forma de hacerlo es siendo competitivo, lo cual ya está consiguiendo al desarrollar recursos humanos especializados, participando en proyectos de importancia mundial y local, y al buscar lazos estrechos con las empresas; sin embargo, hace falta atender otras fuentes de ventajas competitivas.

Algunas de estas fuentes pueden ser suministrarse de proveedores avanzados y vender a compradores exigentes, ubicar cadenas de valor que permitan obtener insumos económicos, adquirir certificaciones internacionales, gestionar acuerdos de transferencia tecnológica, acordar compensaciones industriales, ofrecer costos competitivos y adquirir infraestructura tecnológica, ya sea con el mismo apoyo del sector privado o con programas gubernamentales como el de innovación de CONACyT-AEM.

Para concluir la exposición del área académica del sector espacial mexicano, se debe abordar con especial énfasis la Red de Ciencia y Tecnología del Espacio (RedCyTE), la cual es parte de las redes temáticas del CONACyT y

¹¹¹ Cabe señalar que el laboratorio tiene clara la necesidad de financiamiento fuera del sector público, por lo cual busca recursos de empresas nacionales o extranjeras a cambio de sus recursos humanos especializados. No obstante, es preciso decir que LINX busca cooperación académica, tecnológica o de vinculación empresarial en términos iguales y con peso real en los proyectos.

¹¹² *Idem.*

está conformada por investigadores y empresarios con el objetivo de proporcionar fondos semilla para realizar proyectos, talleres y seminarios a nivel local e internacional con actores de la cuádruple hélice del sector. En la red participan 56 instituciones nacionales, 9 centros de investigación, 10 empresas, 6 instituciones extranjeras, 4 laboratorios nacionales y 1 independiente¹¹³, lo cual la convierte en un referente del área privada y como espacio de interrelación entre actores.

Por último, sobre el sector público, se cuenta con la Agencia Espacial Mexicana (AEM), que busca atender las necesidades de los mexicanos y generar empleos de alto valor agregado a través de la ciencia y la tecnología; así como impulsar la innovación y el desarrollo del sector, para hacer competitivo a México y posicionarlo a nivel global en el uso pacífico, eficaz y responsable del espacio.¹¹⁴

Además, la AEM plantea contar con infraestructura espacial soberana y sustentable, para mejorar la calidad de vida de la población y el crecimiento económico del país. Con ello se infiere que la Agencia busca crear un sector espacial mexicano de compañías nacionales proveedoras y armadoras; caso contrario la soberanía espacial y el desarrollo económico quedarían comprometidas. No obstante sus objetivos, los alcances del organismo están determinados por sus recursos.

De acuerdo al Presupuesto de Egresos de la Federación del 2010 al 2018, los fondos de la AEM han variado considerablemente. Del 2017 (\$92,482,883.00 MXN) al 2018 (\$77,821,489.00 MXN) disminuyó un 15.86% y si se compara con el año 2014, año en que recibió más recursos (\$112,811,973.00 MXN), la diferencia es de 31%¹¹⁵. Actualmente, con la política de austeridad de Andrés Manuel López Obrador, en el Proyecto de presupuesto de egresos 2019 se reducen sus recursos

¹¹³ Cfr., RedCyTE, *Red de Ciencia y Tecnología del Espacio* (en línea), RedCyTE, México, URL: <https://www.redcyte.mx/> [Consulta: 27/04/19].

¹¹⁴ Cfr. AEM, *¿Qué hacemos?* (en línea), México, AEM, URL: <https://www.gob.mx/aem/que-hacemos> [Consulta: 25/11/18].

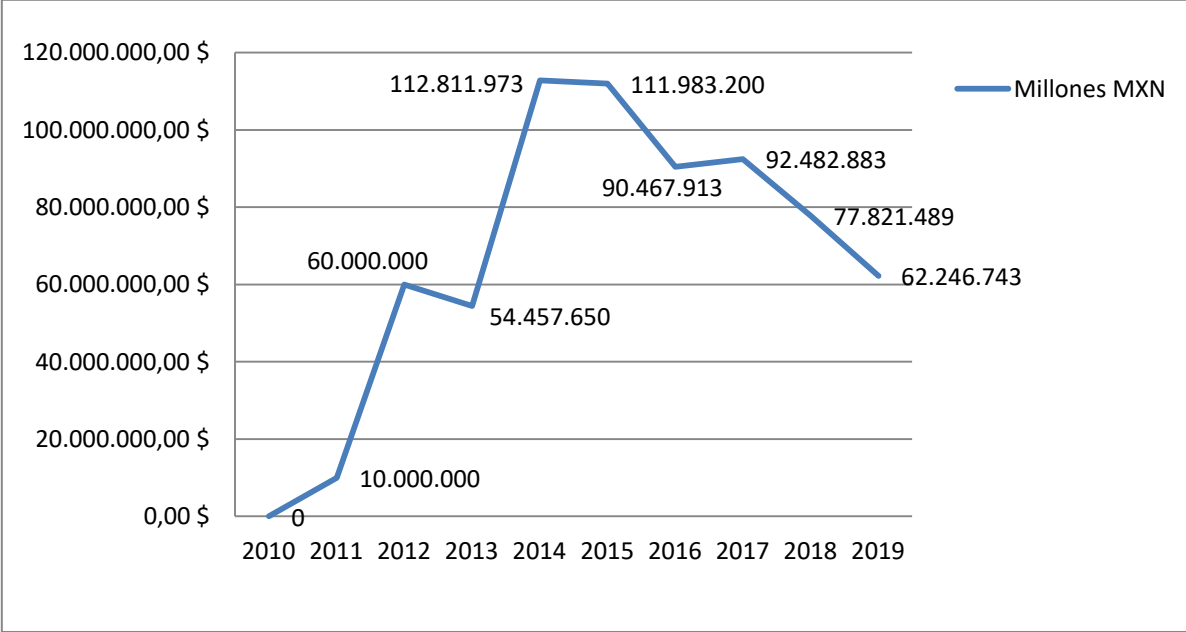
¹¹⁵ En 2010 se destinó 10 millones de pesos para la creación y operación de la AEM, para el año 2012 recibió \$60,000,000.00 MXN, en 2013 \$54,457,650.00 MXN, en 2014 \$112,811,973.00 MXN, en 2015 \$111,983,200.00 MXN, en 2016 obtuvo \$90,467,913.00 MXN, en 2017 \$92,482,883.00 MXN y en 2018 fueron \$77,821,489.00 MXN.

a \$62,246,743.00 MXN, es decir, disminuyó \$15,574,746.00 MXN, un 20 % menos respecto al año anterior.¹¹⁶

En cuanto al uso de esos recursos, el Análisis del Ejercicio del Presupuesto de Egresos de la AEM 2017 indica que 97.6% se destinó a desarrollo económico para la ciencia, la tecnología y la innovación, pero concretamente para aplicar el Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE).¹¹⁷

En el apartado 2.3 se abordan las actividades a las que se destinan dichos recursos, pero al momento lo que se observa es que su presupuesto se percibe variable y en disminución (Gráfica 3), por lo cual la Agencia debe tratar de alcanzar sus objetivos, cumplir con la política espacial nacional y sus actividades en condiciones no tan óptimas.

Gráfica 3. Fluctuación de los fondos de la AEM 2010-2019



Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

¹¹⁶ Cfr. SHCP, Proyecto de presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2019 (pdf), México, SHCP, 2018, URL: https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2019/paquete/egresos/Proyecto_Decreto.pdf [Consulta: 19/12/18], p. 71.

¹¹⁷ Cfr. SHCP, Cuenta pública 2017. Análisis del ejercicio del presupuesto de egresos de la AEM (pdf), México, SHCP, 2017, URL: https://www.cuentapublica.hacienda.gob.mx/work/models/CP/2017/tomo/VII/Print.JZN.03.AEPE_A.pdf [Consulta: 12/12/18], p. 2.

Si bien la AEM es el máximo organismo gubernamental del sector, existen otras instancias públicas con influencia, como el CONACyT y sus fondos como ya se ha revisado. Además, la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) también está relacionada ya que en esta se sectoriza la AEM.

Por otro lado, destacan la Secretaría de Marina (SEMAR) y la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), ya que utilizan productos satelitales (fotografías y comunicaciones) y apoyan el desarrollo del sector desde sus institutos de tecnología, específicamente al supervisar la construcción de los satélites Centenario y Morelos 3, así como desarrollando nanosatélites experimentales. Así, ambas pueden apoyar con proyectos que desarrollen la industria espacial.¹¹⁸

Una vez detallados los actores involucrados en el sector, se abordan los resultados del análisis FODA del Plan de Orbita 2.0.¹¹⁹ Debido a que este tipo de análisis muestra circunstancias tanto internas como externas, es un referente clave para conocer las condiciones del sector espacial mexicano.

En la tabla 3 se presentan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, ordenadas de la más a la menos importante para el desarrollo del sector espacial nacional de acuerdo con este documento estratégico.

¹¹⁸ Cfr. José R. Rivera, *La exploración espacial: una oportunidad para incrementar el poder nacional del estado mexicano* (pdf), Centro de estudios superiores navales, México, 2017, URL: http://www.semar.gob.mx/redes/cap_parga.pdf [Consulta: 26/09/19], pp. 8-9, 14.

¹¹⁹ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 43.

Tabla 3. Factores del análisis FODA en orden decreciente por importancia

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Disponibilidad de capital humano calificado	Necesidad de fortalecer la estrategia	Regulación actual permite incorporación al mercado internacional	Inestabilidad financiera (crisis económicas mundiales)
Investigación especializada	Bajo presupuesto gubernamental	Integración con mercado estadounidense (desarrollo de proveedores)	Competencia de países emergentes
Capacidad instalada de la industria aeronáutica	Recursos humanos con capacidades poco desarrolladas	Vinculación de redes de investigación con programas espaciales.	Aumento de la brecha tecnológica
Apoyo gubernamental (fondos federales o reducciones fiscales)	Baja integración de la industria espacial a industria 4.0	Nuevos nichos de mercado (Ind. 4.0, biotecnología, nanotecnología)	Competencia internacional en manufactura
Vinculación académico-industrial	Poco desarrollo de emprendimiento basado en desarrollos tecnológicos	Cooperación internacional para países emergentes	Dependencia tecnológica (proteccionismo económico y de transferencia tecnológica de otros países)
Infraestructura tecnológica para pruebas	Escaso conocimiento del sector	Desarrollo de nuevas tecnologías y descenso en costos	Fuga de talento
Centros académicos y de I&D de alto nivel	Disminución de presupuesto gubernamental	Terciarización de la órbita baja y geostacionaria hacia el sector privado	Enfoque de apoyo gubernamental desligado de interés privado
Costos competitivos	Brecha tecnológica con países líderes.	Posicionamiento geográfico	Cancelación de acuerdos comerciales
Red de tratados de libre comercio	Infraestructura de TICs deficiente	Cambio demográfico de la disponibilidad de talento	Menor inversión gubernamental
	Bajo nivel en desarrollo de proveedores	Integración con industria latinoamericana (desarrollo de proveedores)	Riesgo por inseguridad
		Recursos humanos mexicanos en el extranjero	

Elaboración propia con datos del análisis FODA del Plan de Órbita 2.0.

En el Plan 2.0 enfatizan que para mantener las fortalezas, aprovechar las oportunidades, disminuir las debilidades y contrarrestar las amenazas, se debe poner especial atención a algunos factores, toda vez que éstos tienen los mayores efectos de afectación y vinculación. Al establecer una relación causa-efecto, consideran que el fortalecimiento de la estrategia es el factor decisivo.

De igual forma otros factores determinantes son los recursos humanos capacitados, que México cuenta en gran cantidad, pero hace falta especializar; vinculación de capacidades avanzadas de manufactura con el sector; explorar nichos de mercado y definir factores de competitividad del país para incursionar; el apoyo gubernamental y la vinculación, para aumentar el presupuesto en apoyo al sector y definir con otros actores prioridades de inversión, programas, vinculación en investigación, desarrollo industrial y políticas públicas.

Por último, con el factor de cooperación internacional se contempla participación estratégica en programas espaciales internacionales y cooperación activa con Latinoamérica para asumir liderazgo regional, así como integrarse en cadenas internacionales de producción con mercados desarrollados, en particular con la región de América del Norte.

Si bien, el análisis FODA muestra las condiciones que enfrenta el sector espacial mexicano, se observan ciertas discrepancias y apreciaciones contrarias en cuanto a la importancia que se da a cada factor, mismas que en la tabla se resaltan en color azul.

Lo primero a destacar es que el apoyo gubernamental se ubica en las fortalezas, a su vez que en las debilidades se especifica la disminución y el bajo presupuesto gubernamental. Si bien, esto no resulta contradictorio si se refiere a reducciones fiscales, sí se contradice respecto a los fondos federales destinados al sector. Por tanto, el respaldo del gobierno no es una fortaleza tan prominente como para ubicarse en el cuarto lugar en orden de importancia.

Por otro lado, en las debilidades también se especifica una infraestructura deficiente en tecnologías de la información y comunicación (TIC's), así como bajo nivel de desarrollo de proveedores; ambas como las de menor importancia. Sin embargo, como se revisó en el primer capítulo, el intercambio de información es fundamental en los entornos que impulsan ventajas competitivas y deberían estar entre las prioridades, sin restar importancia a los otros factores enlistados.

En cuanto a las oportunidades, llama la atención que el último factor en importancia son los mexicanos en el extranjero, ya que este punto –como se verá en el apartado 2.3 con el clúster espacial RGMX- ha sido uno de los primeros en los que la AEM realizó un proyecto para vincular al talento mexicano internacional.

Aunado, en la columna de las oportunidades destacan la integración con el mercado estadounidense, con la industria latinoamericana y la cooperación con países emergentes, sin embargo, no se comenta puntualmente la oportunidad que representan los países de la región Asia-Pacífico, cuyo dinamismo se espera determine en un futuro a la industria espacial; previsión que se aborda con más detalle en el apartado 3.1.

En esta misma línea, la competencia de países emergentes destaca como segundo lugar en importancia respecto a las amenazas, pero de igual forma no se menciona en específico a la región asiática y del Pacífico, competencia que devendrá en la más importante, como se revisa más adelante.

Esta misma omisión en las perspectivas a futuro puede explicar otra discrepancia, aquella por la cual el aumento en la brecha y la dependencia tecnológica se ubican en los primeros cinco lugares como amenaza, pero entre las debilidades la misma brecha tecnológica se encuentra en los últimos tres lugares en orden de importancia.

En suma, el entorno del sector espacial mexicano se caracteriza por un limitado margen de actividades espaciales, aunque en crecimiento, así como el objetivo de la AEM por especializar a México en ciertos nichos de oportunidad, como el desarrollo de satélites pequeños.

En general este organismo busca el desarrollo tecnológico del sector nacional, para lograr el desarrollo económico, beneficiar a la sociedad mexicana, tener independencia en la materia y posicionar al país en la cadena global de producción en áreas de alto valor agregado. Aunque, como se ha detallado, hay puntos que analizar y adecuar en el análisis FODA del sector para que se alcancen los objetivos propuestos.

Para lograrlo, además, se cuenta con una variedad de actores de diferentes instancias que coadyuvan en el desarrollo del sector, con iniciativas como MxSpace en el sector privado, LINX y RedCyTE en la academia y la AEM en la gubernamental, esta última laborando para involucrar a la sociedad y vincular la tecnología espacial con el medio ambiente.

En general se aprecia coordinación entre los actores involucrados, con especial impulso por parte de la Agencia. Así ésta cumple uno de sus objetivos ubicándose como organismo rector del sector, aunque con grandes retos, siendo la obtención de más recursos e inversión uno de los principales, ya que esto rezaga sus acciones para capitalizar fortalezas tales como recursos humanos e investigación especializada, que agrava la debilidad en la brecha tecnológica, priva de oportunidades en desarrollo científico y genera desventaja ante la amenaza de competencia de otros países.

2.2. Condiciones del sector espacial en países líderes y emergentes

Para exponer las condiciones del sector espacial de Estados relevantes en el área, como primer punto se tratan las actividades espaciales que éstos realizan, enseguida se detallan los actores involucrados presentes en su entorno, y por último se revisan las tendencias internacionales.

En la actualidad existen más de 80 países involucrados con actividades del espacio¹²⁰, dentro de los cuales destacan Rusia, China, India, Brasil e Irán, los cuales se están convirtiendo en potencias espaciales de acuerdo al primer Plan de Órbita¹²¹. Esto demuestra la aceleración de la globalización del sector, así como su relevancia para el desarrollo de las naciones.

Debido a la dificultad que representa analizar las condiciones del sector espacial en diferentes países, se determinó hacerlo de forma general con apreciaciones de casos particulares. Para el análisis general se escogieron los

¹²⁰ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. Op cit.* p. 19.

¹²¹ Cfr. Jorge A. Sánchez Gómez; *et. al. Op cit.* p. 13.

países detallados en el Plan de Órbita 2.0, ello debido a las actividades en las que están involucrados, al presupuesto asignado al espacio y a su carácter de nación desarrollada o emergente de las regiones de Asia, Medio Oriente, África, América y Europa.

En tanto que de manera particular se trata el caso de Estados Unidos, Rusia y China, ya que de acuerdo a este mismo plan, esos países se desenvuelven en casi todas las actividades espaciales y son potencias espaciales de la región de América, Europa y Asia, respectivamente¹²². Además, para el análisis se agrega el caso de Brasil, tanto por su peso en el sector como por su condición de país latinoamericano en desarrollo; semejante a México, pero con más años de experiencia en la materia.

En el Plan 2.0 se presentan las actividades espaciales explotadas por los países de las diferentes regiones. En total son ocho las actividades especificadas, las cuales son observación de la Tierra; servicios de comunicaciones satelitales; ciencias y tecnologías de la exploración espacial; capacidad de lanzamiento y acceso al espacio; navegación y posicionamiento; vuelos espaciales tripulados; conciencia de la situación espacial; y satélites pequeños.

Asimismo, se detalla que los países líderes del sector invierten en casi todas las actividades espaciales; sin embargo, no se sabe si existe una relación causal entre liderazgo y diversidad de actividades. No obstante, lo que sí se puede constatar es que las actividades están relacionadas con el presupuesto y con el interés gubernamental.

Resulta que las actividades más realizadas en los países en general son la manufactura, lanzamiento y uso de satélites, seguidas por la observación de la Tierra, servicios de comunicación satelital y actividades de exploración espacial¹²³. En el caso de los tres líderes regionales están completamente desarrollados en casi todas las actividades, exceptuando algunos casos.

¹²² Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. Op cit.* p. 26.

¹²³ Cfr. *Íbid.* p. 26.

Estados Unidos apenas tiene operaciones y alianzas internacionales en materia de satélites pequeños, Rusia tiene nulo interés en la conciencia de la situación espacial, y China no presta atención a los vuelos tripulados, así como en operaciones y/o alianzas internacionales respecto a la conciencia en la situación espacial.

En el caso de Brasil, cuenta con actividades aunque ninguna es completamente desarrollada. En el caso de vuelos espaciales tripulados tiene un desarrollo mínimo, así como sin interés en cuanto a conciencia de la situación espacial y en la navegación, posicionamiento y sincronización.

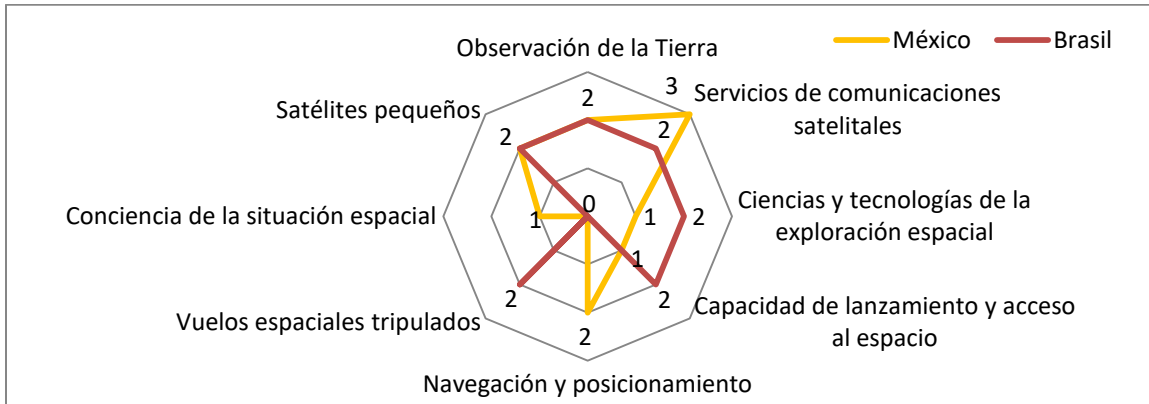
Además, respecto a Brasil cabe destacar su reciente incursión en 2017 para elaborar un microsatélite desarrollado totalmente por industria brasileña, ello con la cooperación público-privada, con un tercio financiado por la empresa Embrapii.¹²⁴

Es importante esta mención ya que, si bien, México está enfocándose en nanosatélites -cuya masa es menor a un microsatélite-, Brasil cuenta con su agencia espacial desde hace veinticinco años y apenas está incursionando en un satélite de este tipo con tecnología totalmente endógena. Ello permite inferir que, más allá de una efectividad estratégica, las condiciones internacionales actuales permiten que las actividades espaciales sean asequibles para más naciones.

No obstante lo anterior, como se mencionó, las potencias regionales desarrollan casi todo tipo de actividad espacial, a diferencia de países en desarrollo como México o Brasil que apenas están alcanzando ciertos nichos en la cadena global de valor, incluso a pesar de los años de experiencia brasileña. En las siguientes gráficas se ilustran las actividades desarrolladas por los cinco países analizados.

¹²⁴ Cfr. AEB, *Brasil terá satélite totalmente desenvolvido pela indústria brasileira* (en línea), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/brasil-tera-satelite-totalmente-desenvolvido-pela-industria-brasileira/> [Consulta: 20/01/19].

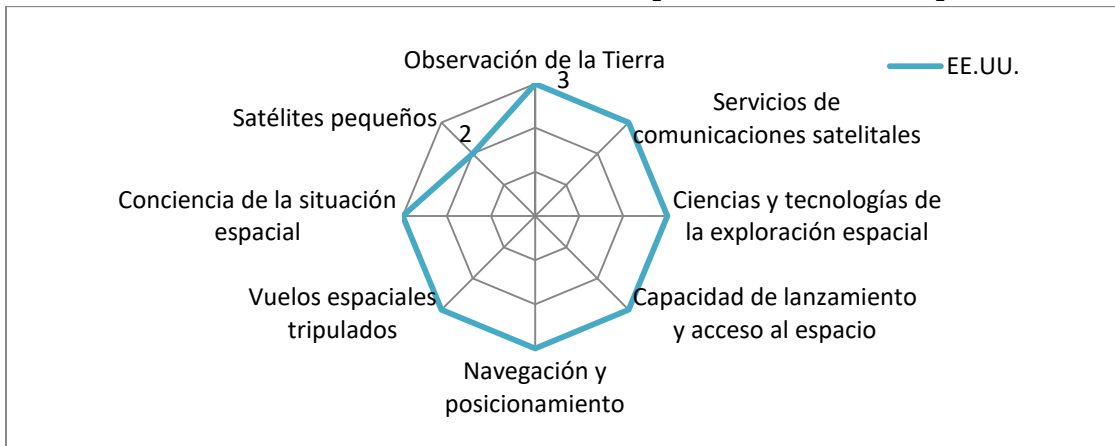
Gráfico 4. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por México y Brasil



Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

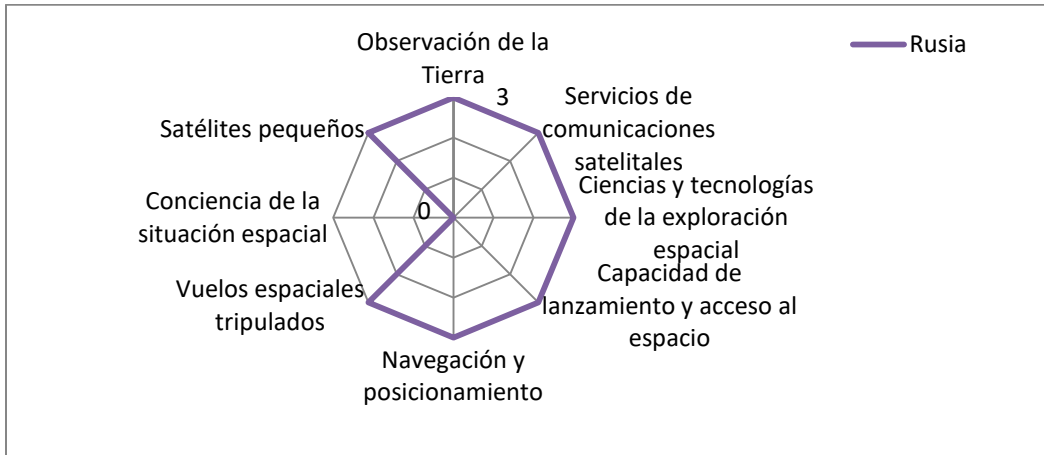
Nota: El nivel 3 refiere a actividades desarrolladas y con operaciones; el 2 a actividades con operaciones o en proceso de empezar, así como con alianzas internacionales; y el 1a actividades con interés y desarrollo mínimo; y el 0 implica desarrollo nulo.

Gráfico 4.1. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por EE.UU.



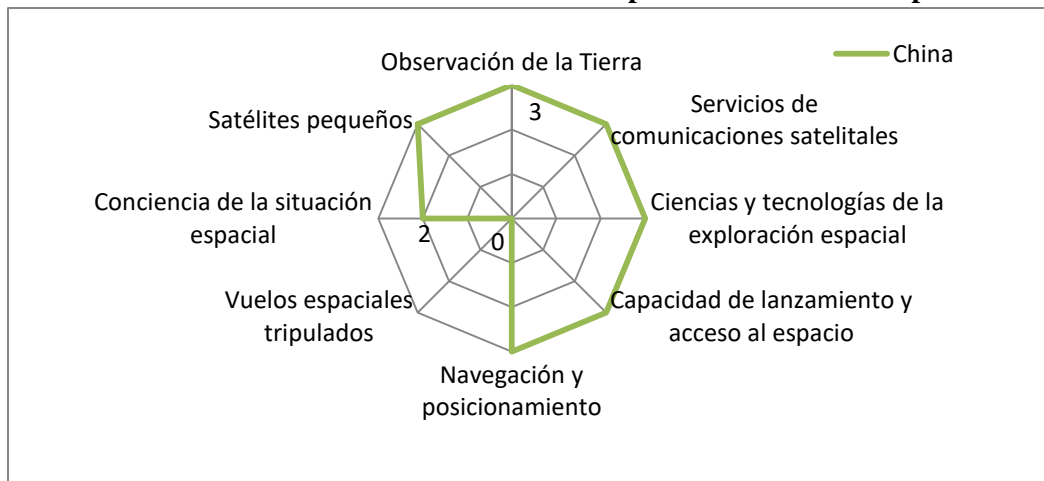
Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

Gráfico 4.2. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por Rusia



Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

Gráfico 4.3. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por China

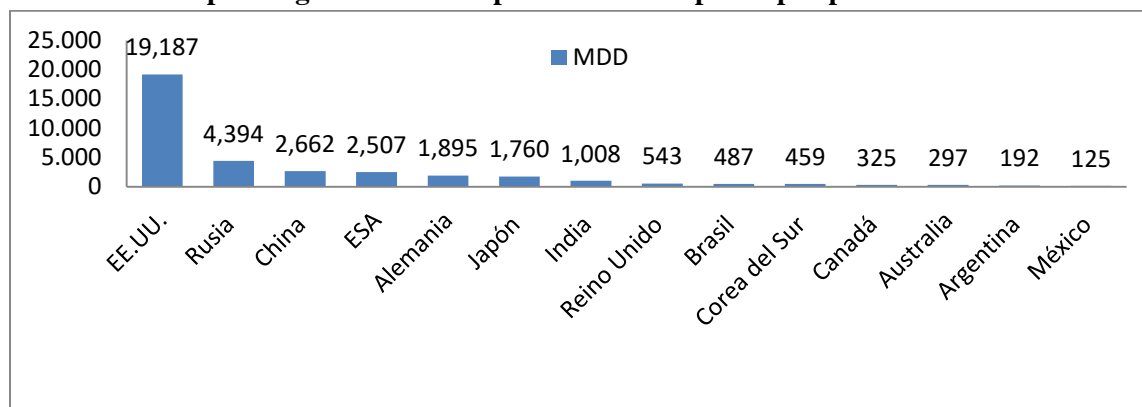


Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

Esta situación está relacionada con el presupuesto que cada Estado destina al sector. De acuerdo al Plan 2.0, los países que destinan más recursos son Estados Unidos \$19,187 mdd, Rusia \$4,394 mdd, China \$2,662 mdd, la Agencia Espacial Europea (ESA por su siglas en inglés) \$2,507 mdd (la cual no es un país, pero se agrega por el tamaño de su inversión), Alemania \$1,895 mdd, Japón \$1,760 mdd, India \$1,008 mdd, Reino Unido \$543 mdd, Brasil \$487 mdd, Corea del Sur \$459 mdd, Canadá \$325 mdd, Australia \$297 mdd y Argentina \$192 mdd,

dejando a México en el lugar decimo catorce con \$125 mdd, seguido por otros países.¹²⁵

Gráfica 5. Presupuesto gubernamental para el sector espacial por país en millones de dólares



Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0.

Con este sucinto panorama de las actividades espaciales en otros países, se pasa a abordar los actores involucrados. Como se mencionó en el capítulo anterior, de acuerdo con *Emerging Space* la economía del espacio del futuro vendrá por los esfuerzos combinados del gobierno y la industria privada, pero también por el esfuerzo conjunto de científicos, estudiantes y ciudadanos.¹²⁶

Por tanto se parte del supuesto que en todos los países existen este tipo de actores involucrados, es decir, del sector público, del privado, de la academia y de la sociedad civil, pero lo que difiere es el grado en que se involucran, la interrelación y la coordinación que existe entre éstos.

En el caso estadounidense, en el área gubernamental tienen a la NASA, la cual construye satélites, manda sondas, investigación científica y difusión¹²⁷. Por otro lado, en el área privada cuentan con dos tipos de empresas, de acuerdo con el reporte *Emerging Space*, las que surgen del sector aeroespacial en busca de

¹²⁵ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. op cit.* p. 24.

¹²⁶ Cfr. NASA, *Emerging...*, *op cit.* p. 35.

¹²⁷ Cfr. NASA, *What is NASA?* (en línea), 2018, NASA, EEUU, URL: <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-nasa-k4.html> [Consulta: 23/01/19].

nuevos mercados y las compañías espaciales emergentes con segmentos en proveedores, componentes y servicios.¹²⁸

Algunas de las empresas que figuran en el reporte son *Blue Origin*, *SpaceX*, *Planet Labs*, *Boeing*, *Inspiration Mars Foundetion* y *Moon express*, las cuales realizan actividades de lanzamiento, imágenes de la Tierra, tripulando transportación de órbita baja o prospectando recursos en el espacio, entre otras.

De acuerdo con este reporte, ya existe relación entre la NASA y las compañías, pero ahora esta agencia espacial busca construir nuevas formas de asociación. Respecto al sector académico, la NASA tiene mecanismos como sus becas de investigación de tecnología espacial, para cooperar con universidades que puedan atender sus necesidades técnicas.¹²⁹

Además, en el reporte se menciona que la NASA también cuenta con centros de investigación propios que promueven el desarrollo de capacidades y que incentiva la relación de ciudadanos de todas las edades en proyectos del sector; describen cerca de veintiséis hasta un millón de participantes en diversos proyectos.¹³⁰

Por su parte, Rusia tiene la Agencia Espacial Federal Rusa, conocida como Roscosmos, la cual es la autoridad que gobierna la industria y las actividades espaciales del país. En el sector privado cuenta con varias empresas, pero se destaca Glavkosmos ya que es una compañía subsidiaria de la agencia espacial rusa.¹³¹

El objetivo de esta empresa es promover que sus industrias espaciales tengan logros en el mercado global, así como gestionar proyectos espaciales desafiantes. Para ello realiza diferentes actividades como coordinación de proyectos internacionales de Roscosmos, coordinación de empresas para

¹²⁸ Cfr. NASA, *Emerging...*, op cit. p. 19.

¹²⁹ Cfr. *Ibidem*, p. 10.

¹³⁰ Cfr. *Ibidem*, p. 29.

¹³¹ Cfr. Glavkosmos, *About* (en línea), 2019, Glavkosmos, Rusia, URL: <http://glavkosmos.com/history/> [Consulta: 22/01/19].

lanzamientos comerciales, soluciones integradas en la creación de sistemas satelitales, centros de ingeniería, base de datos de observación terrestre, proyectos de naves espaciales tripuladas, exportación de equipo y entrenamiento en investigación de mercadeo y analítica.¹³²

En el ramo académico hay ejemplos importantes de centros y academias como el Khrunichev Space Center, donde se desarrollan cohetes, la *Russian Academy of Science* y la *Russian Academy of Cosmonautics* en la que se investigan los aspectos más relevantes del desarrollo de la industria espacial y en actividades espaciales que repercuten en el día a día.¹³³

Respecto a la sociedad civil, Rusia se está enfocando en atracción de talento joven, pero no hay una mayor relación. De hecho, existe una situación de estancamiento en la industria espacial rusa que buscan superar, entre otras cosas, a través de nuevo talento.¹³⁴

Como hemos visto hasta el momento, a diferencia de EE.UU. que busca mantener su liderazgo en el sector, Rusia busca revertir su declive. En un ensayo del *Eisenhower Center for Space and Defense Studies* se describen las disfuncionalidades en lanzadores rusos y la caída de lanzamientos en 2016, quedando atrás de EE.UU. y China. Algunos factores de este estancamiento son la fuga de cerebros, la corrupción, presupuesto reducido, reorganizaciones múltiples industriales, cambios de líderes y reprimendas a los dirigentes.¹³⁵

Respecto a China, ésta cuenta con la *China National Space Administration* (CNSA), encargada de coordinar las actividades espaciales del país. Similar a Rusia, China tiene una empresa propiedad del Estado llamada *China Aerospace*

¹³² Cfr. Glavkosmos, *Op cit.*

¹³³ Cfr. Jean-Michel Contant, *1st international conference IAA-RACT* (en línea), 2008, International Academy of Astronautics, Rusia, URL : <https://iaaweb.org/content/view/293/432/> [Consulta: 22/01/19].

¹³⁴ Cfr. Matthew Bonder, *Russian plans massive productivity and wage hike for space industry workforce* (en línea), 2014, The Moscow times, URL: <https://themoscowtimes.com/articles/russia-plans-massive-productivity-and-wage-hike-for-space-industry-workforce-41832> [Consulta: 22/02/19].

¹³⁵ Cfr. Roger Harrison ; et al. *The russian space sector* (pdf), Volumen 10, No. 1, Primavera 2017, Space and Defense, Estados Unidos, URL: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/external_publications/EP60000/EP67235/RAND_EP67235.pdf [Consulta: 22/01/19].

Science and Technology Corporation (CASC), la cual está formada por 8 complejos en I&D y producción, 11 compañías especializadas, 12 compañías y una variedad de unidades afiliadas. En suma, está comprometida con la investigación, diseño, manufactura, prueba y lanzamiento de productos espaciales.^{136 y 137}

En el sector académico, algunos ejemplos son la *Academy of Aerospace Propulsion Technology*, la cual desarrolla líquido para cohetes, y la *Sichuan Academy of Aerospace Technology*, grupo de alta tecnología subsidiada por la CASC; entre otras nueve academias del sector¹³⁸. Tanto en este caso como en el ruso es evidente el alto nivel de interferencia por parte del Estado en el sector.

Para el caso brasileño está la Agencia Espacial Brasileña (AEB), centrada en ejecutar la Política Nacional de Actividades Espaciales y su actualización. Otras funciones son promover relaciones con instituciones locales o exteriores, analizar convenios internacionales, promover la participación de universidades e iniciativa privada, así como investigación científica y desarrollo tecnológico, aplicación de normas y búsqueda de posibilidades comerciales, entre otras.¹³⁹

En la iniciativa privada Brasil tiene aproximadamente 177 empresas del sector espacial, 18 asociadas a la Asociación de Industrias Aeroespaciales de Brasil, 54 firmas afiliadas al Instituto de Coordinación y Fomento Industrial, 39 firmas proveedoras al Programa Nacional de Actividades Espaciales, 14

¹³⁶ Cfr. CASC, *Company profile* (en línea), 2018, CASC, China, URL: <http://english.spacechina.com/n16421/n17138/n17229/index.html> [Consulta: 22/01/19].

¹³⁷ Además, China cuenta con más empresas como China aerospace science & industrial corporation (CASIC), empresa de defensa también propiedad del Estado.

¹³⁸ Cfr. CNSA, *Brief introduction of major Chinese space companies* (pdf), 2018, URL: <http://www.iafastro.org/wp-content/uploads/2018/06/MajorChineseSpaceCompanies.pdf> [Consulta: 22/01/19].

¹³⁹ Cfr. AEB, *1 ciclo estratégico de la Agencia Espacial Brasileña* (pdf), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/Plano-Estrat%C3%A9gico-v31111.pdf> [Consulta: 22/01/19]. pp. 3-4.

proveedoras de servicios a Embraer y 59 firmas proveedoras del Instituto de Aeronáutica y el Espacio.¹⁴⁰

El nivel tecnológico de estas empresas se midió en el comunicado de la Secretaría de Asuntos Estratégicos de la presidencia de Brasil, esto a partir del porcentaje de ingenieros, con 9% del personal ocupado del sector; científicos, con 2.5% del personal; y 37% del personal con educación superior.¹⁴¹

En el área académica cuentan con universidades e institutos de investigación, de entre los cuales destaca el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE por sus siglas en portugués), así como el Departamento de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (DCTA).¹⁴²

Por último, cabe señalar que el sector espacial brasileño afronta tres problemas principales, de acuerdo con José Raimundo Coelho, director de la AEB. El primero de estos desafíos es el reducido presupuesto del área comparado con el de economías similares a la brasileña; el segundo, los proyectos de investigación y desarrollo, así como las instituciones ejecutoras, sofocados por un marco jurídico caracterizado por burocracia, inseguridad jurídica y organismos de control; y el tercero es la ejecución de proyectos en su mayoría por el Estado y no por el sector privado.¹⁴³

Para finalizar este apartado a continuación se revisan las tendencias del sector espacial a nivel internacional, lo cual da pie para detallar la cadena global de valor del área satelital del sector. Para precisar las tendencias se recurre al Plan de Órbita 2.0, así como al reporte del Instituto de Pesquisa Económica Aplicada de Brasil (IPEA) sobre la industria espacial.

¹⁴⁰ Cfr. Vanessa Patrelli; et al. *Desafíos e oportunidades para uma industria espacial emergente: o caso do Brasil* (pdf), 2012, IPEA, Brasil, URL: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3448/1/Comunicados_n153_Desafios.pdf [Consulta: 22/01/19]. pp. 8-9.

¹⁴¹ Cfr. Vanessa Patrelli; et al. *Op cit.* p. 12.

¹⁴² Cfr. AEB, *AEB* (en línea), 2018, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/institucional/sobre-a-aeb/> [Consulta: 24/03/19].

¹⁴³ Cfr. Latam Satelital, *El programa especial brasileño* (en línea), 2016, Latam Satelital, UR: <http://latamsatelital.com/jose-raimundo-coelho-presidente-la-agencia-espacial-brasilera-hablo-la-evolucion-del-programa-espacial/> [Consulta: 23/01/19].

Algunas de las tendencias más importantes son la disminución de la fuerza de trabajo en el sector espacial estadounidense y el aumento en otras regiones; integración y asequibilidad de tecnología espacial a la vida cotidiana; disminución de lanzamientos orbitales en EE.UU. y el aumento en otros países; gestión de recursos naturales y energéticos con herramientas satelitales, así como la prevención de desastres; demanda de tecnología para la misión a Marte o la posible base lunar; la reutilización de vehículos y el desarrollo satélites solares.¹⁴⁴

Asimismo, en el análisis de IPEA destacan una tendencia en el sector espacial mundial, a saber, la prominencia de la industria satelital. De acuerdo al estudio, la demanda de industria espacial es determinada por la de satélites, ya que de los \$276.5 mil mdd que representaba la industria espacial en 2011, \$168.1 mil mdd correspondían al sector satelital, del que a su vez el 60% corresponden a servicios satelitales (Gráfica 6).^{145 y 146}

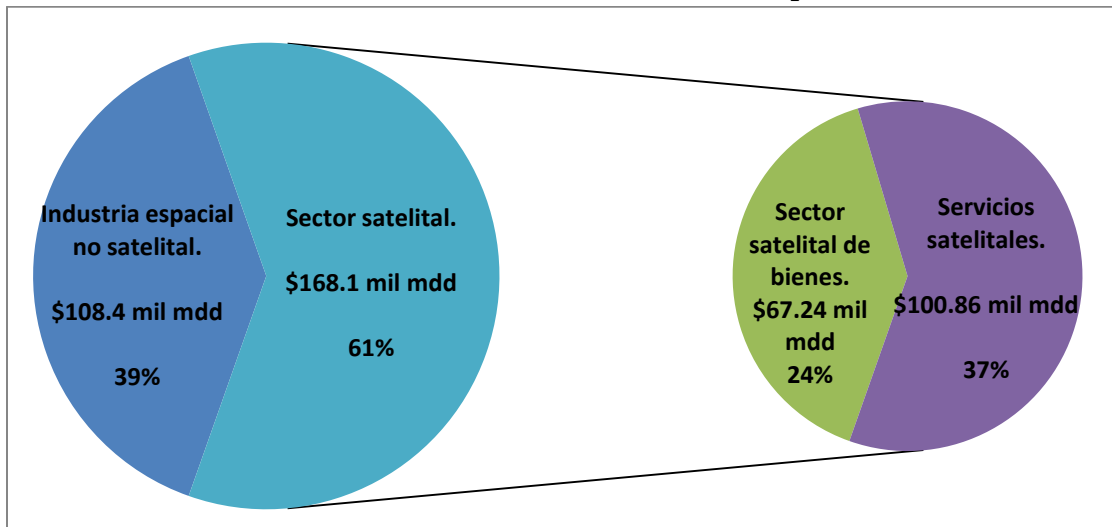
A la luz de esta información, se diría que el sector en México debería enfocarse sólo en los servicios satelitales al ser el de mayor ganancia, no obstante, los bienes satelitales son base del sector de servicios y siguiendo los postulados de Porter, las industrias relacionadas y de apoyo son clave para propiciar ventajas competitivas.

¹⁴⁴ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. Op cit.* pp. 54-56.

¹⁴⁵ Cfr. Vanessa Patrelli; *et al. Op cit.* pp. 8-9.

¹⁴⁶ La *Satellite Industry Association* divide la industria en fabricación, lanzamiento, equipamiento y servicios.

Gráfica 6. Sector satelital dentro de la industria espacial en 2011



Elaboración propia con información del documento de IPEA, Desafíos e oportunidades para una industria espacial emergente: O caso do Brasil.

Precisando un poco más, en el análisis de IPEA se comenta que existe una tendencia en la desaceleración de lanzamientos a la par de un aumento en la predominancia de satélites de menos masa y de una reducción de costos de operación.

Sabiendo que el desarrollo satelital determina a la industria espacial, resulta funcional tomar este sector como muestra para exponer su cadena global de valor, para apreciar las relaciones de intercambio entre las empresas, así como la posición dentro de la cadena de valor de los países donde éstas se desarrollan.

Para determinar la cadena global de valor satelital se eligió como muestra al Sistema Satelital Mexicano (Mexsat), programa de comunicación encargado a Boeing y desarrollado del 2012 al 2015. El programa consta, entre otras cosas, de tres satélites y dos estaciones terrestres, para servicios móviles satelitales, de seguridad nacional, civil y humanitaria, prevención de desastres, acceso a telecomunicación para zonas remotas y más.¹⁴⁷

¹⁴⁷Cfr. Joanna Climer, *Mexican satellite system* (pdf), 2015, Boeing, URL: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/space/boeing_satellite_family/pdf/Bkgd_Mexsat.pdf [Consulta: 09/02/2020]. p. 1.

Se usaron las especificaciones técnicas de este programa como referencia –del GeoStar-2 (Bicentenario) y de los Boeing 702HP (Centenario y Morelos-3)- para ubicar empresas dentro de cadenas globales de valor satelital. Las especificaciones son la propulsión, las antenas, la carga útil y la energía.¹⁴⁸ En la siguiente tabla se muestran en suma las empresas encontradas en la cadena global de valor satelital, su país de origen y su contribución dentro de la cadena.

Tabla 4. Muestra de cadena global de valor satelital

Especificaciones	Partes satelitales	Empresas	País de origen
Propulsión	Motor de apogeo líquido (Liquid apogee thruster)	IHI Corporation	Japón
		Northrop Grumman	EE.UU.
		Aerojet Rocketdyne	EE.UU./Reino Unido
		Moog Inc	EE.UU./Reino Unido
		R&DIME	Rusia
	Propulsores axiales (Axial Thrusters) y los propulsores este-oeste / A falta de información en este rubro: sistema de propulsión XR-5 Hall.	European Space Propulsion, subsidiaria de Aerojet Rocketdyne.	EE.UU./Irlanda del Norte
Antena	T&C antena de cobertura amplia/ A falta de información en este rubro: antenas de cobertura amplia	Ruag Space proveedor de ESA, la NASA, Boeing, Airbus y Orbital ATK.	Suiza, con bases en EE.UU., Suecia, Finlandia, Alemania y Austria.
	Reflector para L-Banda y antena para Ku-Banda	Harris Corp	EE.UU./presencia en 150 países
Carga útil	Canalizador digital flexible	Lockheed Martin proveedor de Boeing.	EE.UU.
	Amplificador de potencia de estado sólido para L-Banda	Tryo Aerospace	España
	Tubos amplificadores de onda progresiva (TWTA) 100W para Ku-Banda	SpacePath Communications	Reino Unido
		Thales	Francia
		L3 Harris EDD	EE.UU.
	12 transpondedores activos para Ku-Banda y 12 para L-Banda	Orbital ATK	EE.UU.
		Eutelsat Communications	Francia
Intelsat		EE.UU.	
SES		Luxemburgo	
Energía	Paneles solares	Spectrolab subsidiaria de Boeing	EE.UU.
	Batería de litio	Saft	Francia
	Paneles solares PUMA (Planar Unfolding Modular Array)	Northrop Grumman	EE.UU.

Elaboración propia con datos de los documentos citados en la investigación.

Dentro de la propulsión, el primer punto es el motor de apogeo líquido (*Liquid apogee thruster* en inglés), cuyo sistema de propulsión fue desarrollado por

¹⁴⁸ Cfr. Mauricio Ávila, *Telecomm y el sistema satelital mexicano* (pdf), 2011, Telecomm, México, URL: https://swfound.org/media/78888/30_telecomm%20y%20el%20sistema%20satelital%20mexicano.pdf [Consulta: 09/02/2020].

la compañía japonesa *IHI Corporation*¹⁴⁹, aunque en el caso particular del Bicentenario, y de acuerdo con el programa de Mexsat, fue manufacturado por la *Orbital Sciences Corporation*, actualmente parte de *Northrop Grumman*.

Por otro lado, algunas otras compañías que ofrecen productos y servicios relativos a sistemas de propulsión satelital son la estadounidense Aerojet Rocketdyne, Moog Inc también de EE.UU., pero con presencia en el Reino Unido, y la compañía rusa R&DIME, por mencionar algunas.

El segundo punto en la categoría de propulsión son justamente los propulsores axiales (*Axial Thrusters* en inglés) y los propulsores este-oeste, los cuales se usan para corregir inclinaciones de acuerdo al *Electronics engineer's reference book*¹⁵⁰ y el artículo East–West GEO Satellite Station-Keeping with Degraded Thruster Response.¹⁵¹

No se encontró información respecto a la construcción de los propulsores del programa, no obstante, para la actualización del satélite GeoStar-3, Northrop Grumman utilizó el sistema de propulsión XR-5 Hall de Aerojet Rocketdyne¹⁵², la cual a su vez produce dicho sistema a través de su subsidiaria European Space Propulsion de Irlanda del Norte, Reino Unido.¹⁵³

Después de la propulsión las especificaciones hacen referencia a las antenas de los Boeing 702HP, dividiéndose en *Telemetry and command* (T&C) antena de cobertura amplia, reflector para L-Banda y antena para Ku-Banda.

¹⁴⁹ Cfr. IHI Corporation, Rocket Systems and Space Exploration (en línea), IHI Corporation, URL: https://www.ihico.jp/en/products/aeroengine_space_defense/rocket_system/ [Consulta: 09/02/20].

¹⁵⁰ Cfr. F.F. Mazda, *Electronics engineer's reference book* (pdf), 2013, Butterworth-Heinemann, URL: <https://bit.ly/2vjdz70> [Consulta: 09/02/20]. p. 54.

¹⁵¹ Stoian Borissov; et al, *East–West GEO Satellite Station-Keeping with Degraded Thruster Response* (pdf), 2015, Konstantinos Kontis, USA, URL: <https://www.mdpi.com/2226-4310/2/4/581/htm> [Consulta: 08/03/2020].

¹⁵² Aerojet Rocketdyne, *Geostar-3 mission success enabled by aerojet rocketdyne xr-5 hall thruster system* (en línea), 2020, Aerojet Rocketdyne, URL: <https://rocket.com/article/geostar-3-mission-success-enabled-aerojet-rocketdyne-xr-5-hall-thruster-system> [Consulta: 24/02/2020].

¹⁵³ European Space Propulsion, *Leading the Way to Electric Propulsion in Belfast* (pdf), 2014, European Space Propulsion, URL: <https://www.surrey.ac.uk/ssc/research/astrodynamics/spaceplan2020/files/SP2020%20Presentation%2007.pdf> [Consulta: 24/02/2020].

Respecto al T&C antena, no se encontró el proveedor para éstos satélites, no obstante, sí se descubrió que la empresa Ruag Space ofrece diversas antenas de cobertura amplia con aplicación en telemetría, información de conexión y recepción de GPS.¹⁵⁴

Ruag Space, empresa suiza, funciona como un ejemplo de proveedor de antenas en la cadena global de valor, aunque además de este rubro también desarrolla estructuras, mecanismos y computadoras satelitales, estructuras y computadoras para lanzamientos, sistemas guía de cohetes, entre otros¹⁵⁵. Cabe señalar que esta empresa cuenta con bases en Estados Unidos, Suecia, Finlandia, Alemania y Austria, así como clientes y colaboradores tales como la ESA, la NASA, Boeing, Airbus, Orbital ATK, entre otros.¹⁵⁶

Retomando el programa Mexsat, respecto al reflector para L-Banda y a la antena para Ku-Banda, éstos fueron construidos por Harris Corp de acuerdo a comentarios de Craig Cooning, entonces gerente general de Boeing Space and Intelligent System¹⁵⁷. Acorde a la página de Harris Corp, es una empresa estadounidense de tecnología de la comunicación y la información, con presencia en más de 150 países y siendo el proveedor dominante de reflectores con alrededor de 40 en órbita.¹⁵⁸

Pasando ahora a la carga útil, en el caso de Boeing 702HP ésta consta de un canalizador digital flexible, un amplificador de potencia de estado sólido para L-Banda y tubos amplificadores de onda progresiva 100W para Ku-Banda. En tanto

¹⁵⁴ Cfr. *Wide Coverage Antennas* (pdf), Suecia, URL: https://www.ruag.com/sites/default/files/2016-12/Wide_Coverage_Antennas.pdf [Consulta: 11/03/2020].

¹⁵⁵ Cfr. *Ruag, Space* (online), 2020, Ruag, Suiza, URL: <https://www.ruag.com/en/products-services/space> [Consulta: 28/03/2020].

¹⁵⁶ Cfr. *Ruag, Annual report 2018* (pdf), 2018, Ruag, Suiza, URL: https://annualreport.ruag.com/2018/sites/ar18/files/media_document/2019-03/RUAG_GB18_EN_full.pdf [Consulta: 28/03/2020].

¹⁵⁷ Cfr. Peter B. de Selding, *Boeing Finishes Deployment of Stuck SkyTerra 1 Antenna* (en línea), 2010, Space news, URL: <https://spacenews.com/boeing-finishes-deployment-stuck-skyterra-1-antenna/> [Consulta: 11/03/2020].

¹⁵⁸ Cfr. Jim Burke, *Harris Corporation Antenna Reflector for TerreStar Communications Satellite Successfully Deployed* (en línea), 2009, Harris Corp, URL: <https://www.harris.com/press-releases/2009/09/harris-corporation-antenna-reflector-for-terrestar-communications-satellite> [Consulta: 11/03/2020].

que la carga útil del GeoStar-2 está formada por 12 transpondedores activos para Ku-Banda y 12 para L-Banda.

Acorde al artículo *Boeing Delivers 1st Communications Payload to MUOS Prime Contractor*, Boeing construye canalizadores digitales, aunque también lo hacen otras empresas como Lockheed Martin, empresa estadounidense, la cual ha subcontratado a Boeing para construir tres canalizadores para un sistema satelital.¹⁵⁹

Respecto al amplificador de potencia de estado sólido para L-Banda, se encontró un proveedor tanto de Boeing como de Lockheed Martin y Orbital ATK, entre otras compañías. El proveedor es Tryo Aerospace, empresa española que no se confirmó si fue la proveedora del amplificador para el Boeing 702HP, no obstante, como ya se mencionó provee a Boeing, el amplificador es uno de sus productos y funciona como ejemplo dentro de la cadena global de valor.¹⁶⁰

Pasando a los tubos amplificadores de onda progresiva (TWTA por sus siglas en inglés), no se pudo determinar si esta parte de la carga útil fue construida por Boeing mismo o se obtuvo de otra empresa. No obstante, se encontraron ejemplo de empresas dentro de la cadena global de valor del sector en este punto, *SpacePath Communications* del Reino Unido, *Thales* de Francia y *L3 Harris EDD* de Estados Unidos.

Estas dos últimas declaran ser líderes mundiales proveedores de TWTA¹⁶¹ y ¹⁶², pero *L3 Harris EDD* es de especial interés como ejemplo ya que su división

¹⁵⁹ Cfr. Diana Ball; Lewis Brinson, *Boeing Delivers 1st Communications Payload to MUOS Prime Contractor* (en línea), 2009, Boeing, URL: <https://boeing.mediaroom.com/2009-02-17-Boeing-Delivers-1st-Communications-Payload-to-MUOS-Prime-Contractor?mobile=No> [Consulta: 30/03/2020].

¹⁶⁰ Cfr. TEDAE, *Tryo Aerospace* (pdf), TEDAE, España, URL: https://www.tedae.org/uploads/attachments/1488288881_proespacio-ficha-tryo-pdf.pdf [Consulta: 07/04/2020].

¹⁶¹ Cfr. Thales, *TWTAs for space: c-band* (en línea), Thales, Francia, 2019, URL: <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/space/twts-space-c-band-0> [Consulta: 10/04/2020].

¹⁶² Cfr. L3Harris, *Space* (en línea), L3Harris, EEUU, 2020, URL: <https://www2.l3t.com/edd/products/space.htm> [Consulta: 10/04/2020].

encargada de desarrollar TWTA, *Electronic Dynamic Divices*, formaba parte de Boeing hasta que se la vendió.¹⁶³

Finalmente, respecto a la carga útil, en el caso de GeoStar-2 se compone por los transpondedores. De acuerdo con el *newsroom* de Northrop Grumman, Orbital diseñó, construyó y probó un satélite basado en el GeoStar, dentro de lo cual incluye los transpondedores.¹⁶⁴

Complementario a lo anterior, acorde al análisis de *Markets and Markets*, otras empresas productoras de transpondedores que estima como claves dentro del mercado, por mencionar algunas son Eutelsat Communications de Francia; Intelsat de EE.UU. pero con presencia en países de todas las regiones; y *Société Européenne des Satellites* (SES) de Luxemburgo.¹⁶⁵

Aunado, cabe señalar que en este análisis se afirma que Norte América concentra la mayor parte del mercado, no obstante, es seguido por la región de Asia-Pacífico y estima que por la demanda el segmento crecerá en Medio Oriente/África y América Latina.

Finalmente, la parte de estos satélites que proporciona energía consta de paneles solares y baterías de litio. En el caso de Boeing tiene una empresa subsidiaria, Spectrolab, que desarrolla celdas solares y paneles para satélites¹⁶⁶.

¹⁶³ Cfr. Cynthia Swain; et al. *L-3 Communications Agrees to Acquire Boeing Electron Dynamic Devices, Inc.; Key Supplier of Space and Defense Components and Subsystems* (en línea), Businesswire, EEUU, 2004, URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20041122005618/en/L-3-Communications-Agrees-Acquire-Boeing-Electron-Dynamic> [Consulta: 10/04/2020].

¹⁶⁴ Cfr. Northrop Grumman, *Orbital-built star one C3 communications satellite successfully launched* (en línea), Northrop Grumman, EE.UU. 2012, URL: <https://news.northropgrumman.com/news/releases/orbital-sciences-corporation-orbital-built-star-one-c3-communications-satellite-successfully-launched> [Consulta: 15/04/2020].

¹⁶⁵ Cfr. Markets and Markets, *Satellite Transponder Market by Bandwidth (C-Band, Ku-Band, Ka-Band), by Application (Commercial Communications, Government, Remote Sensing, Navigation, R&D), by Service (Leasing, Maintenance & Support, Others), and by Region - Global Forecast to 2020* (en línea), Markets and Markets, EEUU, 2020, URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/satellite-transponder-market-192170777.html> [Consulta: 15/04/2020].

¹⁶⁶ Cfr. Joseph Tedino, *Boeing Spectrolab Solar Cells Inducted into the Space Technology Hall Of Fame* (en línea), Boeing, EEUU, 2016, URL: <https://boeing.mediaroom.com/2004-04-01-Boeing-Spectrolab-Solar-Cells-Inducted-into-the-Space-Technology-Hall-Of-Fame> [Consulta: 15/04/2020].

Respecto a las baterías de litio, éstas fueron desarrolladas por la empresa francesa Saft¹⁶⁷, cuyo giro es justamente la manufactura de baterías.

Sobre el GeoStar-2, su sistema de energía es producida por la misma compañía que desarrolla este satélite, Northrop Grumman. Éste sistema consta de paneles solares llamados PUMA (*Planar Unfolding Modular Array*) por sus siglas en inglés, que en sí consta de una matriz solar de paneles rígidos por ala.¹⁶⁸

En suma, la cadena global de valor satelital demostró –por lo menos para los modelos GeoStar-2 y Boeing 702HP- una preponderancia de empresas estadounidenses, pero a su vez una producción que se divide a nivel internacional con corporativos de países tan variados como Rusia, Francia, Luxemburgo, España y Japón, entre otros.

Finalizando con este ejemplo de la cadena global de valor del sector, se puede concluir este apartado, en el cual se detalló que los países analizados cuentan con interrelación de los actores involucrados, aunque en diferentes niveles y en el caso estadounidense con especial énfasis en la sociedad civil. Además, también se concluye que México guarda similitudes con las condiciones del sector espacial brasileño.

Asimismo, las potencias realizan más actividades espaciales, tienen empresas consolidadas y mayores presupuestos gubernamentales en comparación con México, aunque con problemáticas propias, tales como el declive del sector ruso o el poco desarrollo estadounidense en operaciones y alianzas internacionales en materia de satélites pequeños, además de la disminución de su fuerza laboral en el sector.

Por otro lado, los gobiernos de las tres potencias tienen mayor interferencia en el desarrollo tecnológico de sus sectores, a diferencia de México o Brasil. Se

¹⁶⁷ Cfr. Peter B. de Selding, *Boeing Orders Saft Batteries for Initial All-electric Satellites* (en línea), Spacenews, 2012, URL: <https://spacenews.com/boeing-orders-saft-batteries-for-initial-all-electric-satellites/> [Consulta: 15/04/2020].

¹⁶⁸ Cfr. Northrop Grumman, *Spacecraft components* (en línea), Northrop Grumman, EEUU, 2020, URL: <https://www.northropgrumman.com/space/spacecraft-components/> [Consulta: 10/04/2020].

llega a dicha afirmación toda vez que la NASA crea tecnología transferible a sus empresas, mientras que Rusia y China cuentan con empresas subsidiarias y/o estatales.

Respecto a las similitudes entre los dos países latinoamericanos, entre algunas se descubrió que tiene capital humano por especializar; un presupuesto reducido y agencias espaciales que no tiene desarrollo tecnológico propio, pero que sí lo impulsan; así como una coordinación de los actores involucrados, aunque Brasil tiene una mayor ventaja competitiva en dicha coordinación notando las relaciones de las empresas con otras instituciones del sector.

De igual forma, en este apartado se precisó que el desarrollo del sector espacial está determinado por su área satelital, el cual ha desacelerado sus lanzamientos a la par que aumenta la demanda de satélites de menor masa. Si bien, se detalló que los servicios satelitales son los de mayor ganancia, también se concluyó que la manufactura de bienes sigue siendo importante para el sector y su competitividad.

Finalmente, a partir de la industria satelital se pudo obtener un ejemplo de la cadena global de valor dentro del sector espacial. En ésta se observó mayor presencia de empresas estadounidenses, pero también de otros países involucrados como Luxemburgo, Japón y Reino Unido, por mencionar algunos.

Si se quieren aprovechar las tendencias del sector a nivel internacional, se debe adquirir una estrategia con el entorno que se tiene y el que se debe obtener para impulsar las ventajas competitivas del sector, es decir, aumentar la interrelación de actores sin dejar de lado a la sociedad civil; al no tener presupuesto o intervención estatal equiparable a las potencias, desarrollar el sector de satélites pequeños y en la medida de lo posible no descuidar otros sectores.

En el siguiente apartado se revisa cómo es que las agencias espaciales generan dichas condiciones a partir de las que ya se tienen.

2.3. Generación de condiciones que impulsan al sector espacial por parte de la AEM y otras agencias espaciales

Como se ha podido constatar en los apartados anteriores de este capítulo, los países involucrados en el sector cuentan con entornos y objetivos diferentes, aunque también con ciertas similitudes. En cada uno se aprecia una cooperación entre los actores, aunque en diferente grado, y la necesidad por desarrollar condiciones, ya sea para mantenerse como país líder, posicionarse en la cadena global de valor o evitar la caída del sector espacial nacional, entre otros.

En el caso particular de México, con un entorno caracterizado por una estrategia con oportunidad de mejorar y recursos limitados, la AEM debe impulsar y posicionar al sector espacial mexicano concretando y manteniendo las ventajas competitivas. Por tanto, se debe analizar las acciones del gobierno y de la Agencia, así como las de otros países y sus agencias, en la generación de un entorno que permita adquirir y mantener ventajas competitivas, las cuales se obtienen por actos de innovación, como se ha puntualizado en el primer capítulo.

Como se hizo en el apartado anterior, se retoma el caso de los tres Estados sujetos de análisis y sus agencias espaciales, debido principalmente a que son los líderes regionales, de acuerdo al Plan 2.0, la *China National Space Administration* (CNSA), Roscosmos de Rusia, la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) de EE.UU, la *Agencia Espacial Brasileira* (AEB), y la AEM. En la siguiente tabla se muestran las acciones que realizan las agencias analizadas.

Tabla 5. Acciones de los gobiernos y sus agencias espaciales para impulsar entornos que promuevan ventajas competitivas del sector.

China, CNSA / CMSA	Rusia, Roscosmos	Estados Unidos, NASA	Brasil, AEB	México, AEM
Sistema de innovación a partir de la Triple Hélice.	Gestionar proyectos científicos.	Desarrollo tecnológico con información y promoviendo uso comercial del espacio.	Programas para desarrollo satelital y de lanzadores.	Creación del centro de normalización y certificación.
Desarrollo de lanzamiento de vehículos, capsulas espaciales y sondas.	Desarrollo acelerado de tecnologías espaciales progresivas.	Asociación de investigación local e internacional.	Programas para transferencia tecnológica.	Extensión de la red de innovación y soluciones.
Firma de tratados para generar confianza a nivel internacional.	Crear tecnología potencial para futuros proyectos.	Prueba de técnicas y tecnología relativas a presencia humana en el espacio.	Capacitación de recursos humanos	Formación de la norma mexicana para sistemas espaciales y cubsats.
Proyectos satelitales.	Vinculación de otros sectores económicos con el área espacial.	Cooperación gubernamental, privada y con socios internacionales.	Iniciativa internacional GLOBE para recolectar datos ambientales.	Clúster de la Red Global MX.
Proyectos de investigación en ciencia y cargas útiles.	Fomenta la asociación público-privada en servicios espaciales.	Transferencia de tecnología al sector privado.	Red para involucrar a los actores en la actualización del conocimiento.	Convenios internacionales de la AEM.
Impulso al sector con el conglomerado empresarial CASC.	Promueve la investigación conjunta internacional.	Financiar investigación tecnológica.	Desarrollo de nanosatélites.	Apoyo económico a investigaciones científicas.
Corporación estatal CASIC para impulsar desarrollo del sector.	Crear oportunidades para producir bienes espaciales con fines comerciales.	Difusión de avances científicos y tecnológicos.	Creación de centro vocacional tecnológico.	Difusión y promoción del sector con la población.
	Promover a Rusia en el mercado mundial.	Vinculación con el sector aeronáutico para no duplicar esfuerzos.	Clúster São José dos Campos.	Promueve la especialización de factores.
	Desarrollo de mercado interno.	Cooperación internacional para desarrollar profesionales del sector.	Cooperación con clústeres de otros países.	Desarrollo de nanosatélite Aztechsat-1 en colaboración con la NASA.
	Formación del Clúster Skolkovo.	<i>Crowdsourcing</i> . Colaboración de civiles y científicos para soluciones técnicas.		Promueve Asociación Público-Privada.
	Plataforma de tecnología.	<i>Crowdfunding</i> . Financiamiento proyectos privados.		

Elaboración propia con datos de los documentos citados en este apartado.

En el caso de China destaca su objetivo de crear un sistema de innovación en ciencia y tecnología. Para ello plantea promover una interacción de beneficio mutuo entre la industria espacial, la academia y la comunidad de investigación,

con lo cual espera promover gradualmente un ecosistema de innovación beneficiosa para el espacio y su economía en conjunto.¹⁶⁹

Si bien, es remarcable este planteamiento, de acuerdo con el *CRF Report for Congress* de EE.UU., las intenciones y actividades espaciales de la CNSA no son transparentes, lo cual dificulta interpretar su toma de decisiones y se agrava por la naturaleza de uso dual de los componentes de la tecnología espacial.^{170 y 171}

Debido a la falta de visibilidad es difícil encontrar información, no obstante, gracias al artículo *China and NASA: The challenges to collaboration with rising space power*, se sabe que China divide sus actividades en dos agencias, la *China Manned Space Agency* (CMSA), que como rama del ejército controla los vuelos tripulados; y la CNSA, agencia civil que realiza misiones científicas y robóticas.¹⁷²

En este mismo artículo se comenta que una de las estrategias de la CMSA es alcanzar capacidades en vuelos espaciales tripulados, en tanto que la CNSA impulsa su industria aeroespacial a través de la *CASC Aerospace Science and Technology Corporation* -conglomerado de 130 empresas- y la *China Aerospace Science and Industrial Corporation* (CASIC), ambas encargadas del desarrollo de lanzamiento de vehículos, capsulas espaciales y sondas.^{173 y 174}

Si bien, estas corporaciones representan instancias importantes que impulsan el sector espacial chino, en el artículo señalan que se ven limitadas por el gobierno, por sus numerosas responsabilidades y por sus líneas de producción adjuntas.

¹⁶⁹ Marco Aliberti, *China's space program: an overview*. En: *When China goes to the moon* (pdf), Suiza, Studies in Space Policy, Springer, vol. 11, 2015, [Consulta: 16/05/18], pp. 32-33, 41.

¹⁷⁰ Cfr. Jeffrey Logan, *CRS report for Congress. China's space program: options for US-China cooperation* (pdf), 2007, EE.UU. CRS, URL: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a474952.pdf> [Consulta: 10/02/19], p. 2.

¹⁷¹ Además de ser influenciada por el Ejército Popular de Liberación, la CNSA están sectorizada a la Comisión de Ciencia, tecnología e industria para la defensa nacional.

¹⁷² Cfr. Zack Hester, *China and NASA: The Challenges to Collaboration with a Rising Space Power* (pdf), 2016, EE.UU. *Journal of science policy and governance*, verano 2016. URL: http://www.sciencepolicyjournal.org/uploads/5/4/3/4/5434385/jspg_article_c_2016_summer.pdf [Consulta: 22/02/19], p. 1.

¹⁷³ Cfr. *idem*.

¹⁷⁴ Cfr. Marco Aliberti, *China's space program: an overview* (PDF), 2015, Austria, European Space policy institute, p. 17.

Por otro lado, en el ámbito internacional la CNSA ha firmado tratados y acuerdos que favorecen al sector, brindando confianza pese a la falta de transparencia. Algunos de éstos son el Tratado del espacio exterior de 1967, Acuerdo de rescate y retorno de 1968, y la Convención de responsabilidad de 1972, entre otros; además del caso de la Guía para mitigar la basura espacial, creada por China y adoptada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).¹⁷⁵

Por último, en su programa de ciencia espacial se perfilan cuatro proyectos satelitales y dos de investigación; estos últimos, a saber, son el Estudio intensivo de futuras misiones de ciencia espacial y la Investigación avanzada en misiones y cargas útiles, enfocados en tecnologías clave para proyectos satelitales.¹⁷⁶

En suma, China y la CNSA promueve condiciones para impulsar su sector espacial incentivando la interacción de instancias relacionadas para generar un sistema de innovación; realizan misiones científicas, delegando a la CASC y a la CASIC el desarrollo de proyectos tecnológicos; firman tratados para dar certezas a nivel internacional; y promueven proyectos tecnológicos específicos a corto, mediano y largo plazo.

El entorno que está generando China y su agencia espacial se vincula con lo planteado por Porter respecto al desarrollo de interacciones, intercambio de información e influencia técnica e innovadora, así como con la condición de los factores con instituciones que los especializan.

Respecto al caso ruso, los puntos clave en su estrategia son gestionar proyectos científicos, desarrollo acelerado de tecnologías espaciales progresivas,

¹⁷⁵ Cfr, Zack Hester, *Op cit.* p. 7.

¹⁷⁶ Cfr, Wu Ji, *Space science activities in China. National report 2014-2016* (pdf), 2016, China, CNCOSPAR, URL: <http://english.nssc.cas.cn/ic/ios/201304/W020170309367585516735.pdf> [Consulta: 25/02/19], p. 9.

crear tecnología potencial para futuros proyectos y promover que otros sectores económicos se interesen en el área espacial a través de sus resultados.¹⁷⁷

Asimismo, se tiene el objetivo de impulsar la asociación público-privada en servicios espaciales a través de los resultados de la actividad espacial, así como crear oportunidades para producir bienes espaciales con fines comerciales para la navegación, comunicación, televisión, radiodifusión y teledetección, con miras a futuro en vuelos tripulados, lanzamiento, desarrollo sustentable, seguridad y protección del medioambiente.

En el estudio se menciona que esta planeación estratégica requiere el desarrollo y ampliación de la cooperación internacional para investigaciones científicas conjuntas, promover a Rusia como líder en el mercado mundial de bienes y servicios espaciales, además de desarrollar un mercado interno para dichos bienes y servicios.¹⁷⁸

Roscosmos es la corporación encargada de implementar su programa espacial, así como la cooperación internacional y el desarrollo, manufactura y proveeduría de equipo¹⁷⁹. Además, tiene la labor de vigilar y desarrollar negocios de organizaciones clave de la industria aeroespacial rusa.^{180 y 181}

Desafortunadamente la constante reorganización de Roscosmos es percibida como factor de decaimiento del sector espacial ruso, pues ha frenado

¹⁷⁷ Cfr. Anastasia Edelkina, Oleg Karasev, Natalia Velikanova, *Space policy strategies and priorities in Russia* (pdf), 2015, Rusia, HSE, URL: <https://wp.hse.ru/data/2015/04/02/1096590816/37STI2015.pdf> [Consulta: 02/03/2019], pp. 3-4.

¹⁷⁸ Cfr. Anastasia Edelkina, Oleg Karasev, Natalia Velikanova, *op. cit.* p. 4

¹⁷⁹ Cfr. Roscosmos, *Roscosmos general information* (sitio web), 2019, Rusia, Roscosmos, URL: <http://en.Roscosmos.ru/119/> [consulta: 03/03/19].

¹⁸⁰ Cfr. Bruce McClintock; *et. al. Space and Defense* (pdf), Eisenhower centre for space and defense studies, volumen 10, no. 1, primavera-2017, URL: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/external_publications/EP60000/EP67235/RAND_EP67235.pdf [Consulta 03/03/19]. p. 6.

¹⁸¹ Cabe señalar que Roscosmos dejó de ser agencia en 2016 para ser corporación estatal, a raíz de una reestructuración que impulsaría a las empresas a volverse más competitivas y orientadas a las ganancias.

deliberadamente el desarrollo de compañías debido a que se volverían competencia para la corporación misma.¹⁸²

Esta postura de Roscosmos también ha repercutido en una iniciativa que pretendía revertir la decadencia del sector espacial ruso, el proyecto Skolkovo, un centro de innovación que conjunta cinco clústeres, dos de los cuales son el espacial y el de telecomunicaciones.

Para el 2016 en este clúster espacial se encontraron 180 participantes involucrados en proyectos tecnológicos. El clúster les permitió encontrar inversión y socios, además de clientes en el mercado internacional. No obstante, Skolkovo no tuvo el alcance esperado debido a las trabas de Roscosmos, así como por la disminución del financiamiento estatal, una inversión privada inadecuada y la falta de reconocimiento y atención de las necesidades del mercado.¹⁸³

A pesar de este panorama desfavorable, cabe señalar otra iniciativa rusa importante en la generación de condiciones para impulsar al sector. Ésta es la plataforma de tecnología, un medio de comunicación que suma esfuerzos en el desarrollo de tecnologías comerciales avanzadas, además de permitir mejorar el marco legal en el campo de la ciencia, la tecnología y el desarrollo innovador.¹⁸⁴

La plataforma tecnológica busca, entre otras cosas, permitir el acceso público a información de proyectos, iniciativas y mecanismos de financiamiento. Ésta busca armonizar los esfuerzos de los actores del sector, que los negocios que lleve a cabo ayuden a formar un sistema de coordinación de investigación científica en concordancia con el uso del sector espacial en otras áreas económicas y dotar de una infraestructura educativa innovadora.¹⁸⁵

En resumen Roscosmos impulsa proyectos científicos y tecnológicos acelerados; promueve la vinculación con otras áreas económicas; fomenta la asociación público-privada en servicios espaciales, la cooperación internacional en

¹⁸² Cfr. Bruce McClintock; *et. al. op cit.* p. 7.

¹⁸³ Cfr. *Idem.*

¹⁸⁴ Cfr. Anastasia Edelkina, Oleg Karasev, Natalia Velikanova, *op cit.* p. 10.

¹⁸⁵ Cfr. *Ibid.* p. 11.

investigación conjunta, el desarrollo de un mercado interno espacial y la formación de espacios que permiten la interacción de los actores, como el clúster Skolkovo y la plataforma de tecnología.

Esto atiende las propuestas de Porter respecto a las industrias relacionadas y de apoyo, a la interacción entre los actores, el desarrollo del mercado interno y la concentración de actores en un espacio para crear sinergia. No obstante, Roscosmos también está dañando la formación de rivalidad interna que, según este autor, impulsa las ventajas competitivas de las firmas.

En el caso estadounidense, de acuerdo con el reporte *Emerging Space*, la NASA tiene un papel central impulsando el desarrollo tecnológico, proveyendo información y promoviendo el uso comercial del espacio, en tanto la iniciativa privada aprovecha dichos recursos para expandir sus actividades económicas.¹⁸⁶

El *American Institute of Aeronautics and Astronautics* (AIAA) sugiere que para que EE.UU. mantenga su liderazgo espacial debe promover la asociación público-privada y fortalecer la inversión en I&D¹⁸⁷. Además, como se mencionó en el apartado anterior, el sector espacial será determinado por el esfuerzo conjunto del gobierno, el sector privado, sector académico y los ciudadanos.¹⁸⁸

Al respecto, en el *NASA strategic plan 2018* se plantea expandir el conocimiento humano a través de la Dirección de Misiones Científicas, con base en I&D. Su estrategia es la asociación de investigación local e internacional con empresas, socios, agencias, más de 60 naciones y organizaciones de investigación, con el objetivo de aprovechar ideas, capacidades y recursos.^{189 y 190}

¹⁸⁶ Cfr. NASA, *op cit.* p. 1-2

¹⁸⁷ Cfr. AIAA, *op cit.* p. 3.

¹⁸⁸ Cfr. NASA, *op cit.* p. 35.

¹⁸⁹ Cfr. NASA, *NASA strategic plan 2018* (pdf), 2018, NASA, EE.UU. URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_2018_strategic_plan.pdf [Consulta: 09/03/19] p.11.

¹⁹⁰ Algunos modelos de cooperación internacional e inter-agencias son el *International Space Station* (ISS), y la Constelación de sol, Tierra, sistema solar, naves espaciales y observatorios de la NASA. En: *NASA strategic...*, *op cit.* p.11.

En este plan no se especifican cuáles, pero también pretende usar diversos canales para transferir conocimiento y experiencia en un ambiente informativo que apoye el aprendizaje en grupos de todas las edades, así como beneficiarse de las comunidades de aprendizaje y ciencia con base ciudadana.

Asimismo, busca expandir la exploración humana en el largo plazo en el espacio. Para esto está probando técnicas y tecnologías que mantendrán a los humanos a salvo, sanos y productivos, aunque admite necesitar una agenda común para lograr la presencia humana permanente en el espacio, por lo cual es necesaria la cooperación del gobierno, el sector privado y socios internacionales.¹⁹¹

Por otro lado, esta agencia también proyecta impulsar el crecimiento económico. Una de sus labores es la transferencia de tecnología a la industria para comercializarla, así como financiar investigación tecnológica, logrando beneficiar a los usuarios y al sistema de innovación estadounidense. Además, procura la difusión de los avances tecnológicos y científicos para inspirar a la siguiente generación.¹⁹²

También plantea investigar temas aeronáuticos para mejorar la economía nacional, asociándose con el sector aeronáutico local y así evitar duplicar esfuerzos. Además, para optimizar sus capacidades y afrontar la innovación externa está institucionalizando asociaciones y aprovechando la colaboración con otros actores, tanto locales como internacionales. Dicha cooperación internacional también la usa con otras agencias para desarrollar profesionales del sector.¹⁹³

Por último, profundizando los métodos de asociación se aborda al *crowdsourcing*, por medio del cual la NASA compromete a la comunidad innovadora estadounidense a colaborar en soluciones técnicas a través de una plataforma en internet. A través de éste, civiles y científicos, nacionales y extranjeros, ayudan a la NASA analizando grandes volúmenes de información a

¹⁹¹ Cfr. NASA, *NASA strategic...*, *op cit.* p. 16.

¹⁹² Cfr. *Ibid.* pp. 22-25.

¹⁹³ Cfr. *Ibid.* pp. 26-27, 30, 39.

cambio de educación y experiencia. Ésta es la vía para hacer que la ciudadanía participe a través de internet con la agencia en servicios, ideas, contenido y soluciones innovadoras. Asimismo, el *crowdfunding* sirve como un método para que los ciudadanos unan recursos con el objetivo de financiar los esfuerzos de compañías del sector espacial.^{194 y 195}

En suma, se puede decir que el actuar de la NASA está en concordancia con lo que postula Porter respecto a la condición de los factores, los cuales deben ser especializados, que en el caso estadounidense lo realizan, entre otras cosas, a través de convenios internacionales.

De igual manera destaca sus iniciativas para crear un ambiente con intercambio de información y experiencia incluso con la sociedad civil, lo cual no sólo permite especializar factores, sino también –como Porter expresa sobre la condición de la demanda- posibilita saber las necesidades del mercado. Aunado, otra de las determinantes de Porter reflejadas en la NASA es la condición de la industria relacionada y de apoyo, debido a su quehacer en el sector aeronáutico.

Por último cabe remarcar su labor para profundizar asociaciones con otros actores del sector espacial; en adquirir más inversión para el sector a través del *crowdfunding*; dar importancia al liderazgo motivando a las nuevas generaciones; y al desarrollo de tecnología que transmitirá a las empresas para su comercialización, como menciona Porter sobre desarrollo de tecnología pionera.

Pasando a Brasil, la *Agência Espacial Brasileira* (AEB), que está sectorizada al Ministerio de Ciencia, es la institución responsable de formular, coordinar y ejecutar la política espacial, así como promover la autonomía del sector, ello a través del Sistema Nacional de Desarrollo de Actividades Espaciales (SNAE) y el programa nacional de actividades espaciales.¹⁹⁶

¹⁹⁴ Cfr. NASA, *Emerging...*, *op cit.* pp. 28-30.

¹⁹⁵ Uno de estos proyectos es de la compañía ArduSat, cuyos objetivos eran lanzar un satélite y proporcionar al público aplicaciones con base espacial, juegos, experimentos e imágenes. En un principio solicitó \$35,000 USD, pero recaudó \$103,330 USD de 676 donadores desde la página kickstarter.

¹⁹⁶ Cfr. AEB, *AEB...*, *op cit.* p. 1.

A través del SNAE la AEB se coordina con otros organismos importantes del sector para ejecutar los proyectos y actividades. Dichas instancias son el Comando de Aeronáutica, el INPE, el DCTA, el Ministerio de Defensa, el sector industrial aeroespacial, las universidades y los institutos de investigación.

Por su parte, la AEB tiene programas que promueven la autonomía del sector y el beneficio de la sociedad, los cuales se relacionan con el desarrollo de satélites y de lanzadores. Además, éstos generan condiciones favorables para el desarrollo del sector, como el programa CBERS (*China-Brazil Earth Resource Satellites*) y el *Amazônia-1*, dirigidos a aumentar la capacidad brasileña de reproducción de imágenes terrestres.¹⁹⁷

Otro programa destacado es el de Asimilación y Transferencia de Tecnología del Proyecto SGDC (Satélite Geoestacionario de Defensa y Comunicación Estratégica) de carácter militar y civil, adquirido a la empresa francesa *Thales Alenia Space* junto con un programa de capacitación de recursos humanos para la construcción de satélites y traspaso de tecnología crítica satelital para fabricantes brasileños.¹⁹⁸

Otros programas en el área del conocimiento son *Globe*, una iniciativa internacional de la NASA que pretende recolectar datos ambientales con participación de estudiantes, profesores, científicos y ciudadanos; el programa Espacio, Educación y Tecnología, es una red que involucra a todos los actores del sector en la difusión y actualización de conocimiento; el programa del Sistema Espacial para Realización de Investigación y Experimentos con Satélites SERPENS, para la realización de investigación con nanosatélites; y el Centro Vocacional Tecnológico Espacial, con actividades tecnológicas y de educación de interés para la AEB.¹⁹⁹

¹⁹⁷ Cfr. AEB, *Ações e Programas* (en línea), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/#/> [Consulta: 24/03/19].

¹⁹⁸ Cfr. *Idem*.

¹⁹⁹ Cfr. *Idem*.

Finalmente destaca una iniciativa similar al clúster Skolkovo de Rusia, el parque aeroespacial tecnológico São José dos Campos, el cual es un clúster aeronáutico, espacial y de defensa, con el objetivo de proyectar a las empresas, calificarlas y capacitarlas en temas comerciales y de gestión. Destacan sus laboratorios y sus acuerdos de cooperación con clústeres aeroespaciales de Francia, Holanda, EE.UU., Canadá e incluso el de Baja California, México.²⁰⁰

Para concluir este apartado se aborda el caso mexicano de la AEM. De hecho a lo largo de estos dos primeros capítulos ya se han vislumbrado acciones por parte de la Agencia en la generación de condiciones que impulsan al sector espacial mexicano.

Como se detalló en el primer apartado de este capítulo, la AEM tiene por misión atender las necesidades de los mexicanos y generar empleos de alto valor agregado, impulsar la innovación y el desarrollo del sector, hacer de México competitivo y posicionarlo en la comunidad internacional.

Para lograr lo que se propone, la Agencia tiene cuatro objetivos estratégicos, a saber, el desarrollo de infraestructura espacial para la seguridad social y medioambiental; promover innovación, inversión, creación de empresas y aumento de la competitividad; construir capacidades y competencias impulsando la educación, investigación y articulando actores; y posicionar a México en los retos de la sociedad, el planeta, la economía y la exploración del espacio a través de la cooperación internacional.²⁰¹

A su vez, estos cuatro objetivos son los pilares tanto de las Líneas generales de Política Espacial de México como del PNAE, ambos directrices importantes de la AEM. De entre las líneas de política espacial destacan la rectoría del Estado; autonomía del país; investigación, desarrollo científico,

²⁰⁰ Cfr. Brazilian Aerospace Cluster, *Feiras e Missões* (en línea), 2019, Brazilian Aerospace Cluster, Brasil, URL: <http://www.pqtec.org.br/cluster-aero/feiras-e-missoes> [Consulta: 25/03/19].

²⁰¹ Cfr. AEM, *Informe de rendición de cuentas de conclusión de la administración 2012-2018* (pdf), México, AEM, URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414029/INFORME_DE_RENDICI_N_DE_CUENTAS_2013_-_2018.pdf [Consulta: 04/12/18], p. 4.

tecnológico e innovación; desarrollo del sector productivo; formar recursos humanos; cooperación internacional; divulgación y financiamiento; entre otros.²⁰²

En cuanto al PNAE, se ejecuta a través de una serie de estrategias, cuatro de ellas relativas a infraestructura en satélites, lanzadores, logística y telecomunicaciones. Otras estrategias son estimular ecosistemas regionales de innovación, formación de especialistas y capacidades para desarrollo tecnológico, y suscribir instrumentos de cooperación, entre otras.²⁰³

Si bien, la política y el programa espacial son adecuados para la generación de condiciones favorables, existen críticas a la AEM, como la de Edgar Sigler en un artículo de El Financiero de 2015, donde cuestionó a la Agencia por centrarse en propuestas piloto, difusión y eventos internacionales. Además, Sigler citó al experto en satélites Luis Manuel Brown, quien considera que este organismo carece de experiencia y presupuesto para desarrollar proyectos de importancia.²⁰⁴

Para abordar la afirmación de Brown se recurre al Informe de Autoevaluación 2017 de la AEM, ya que en este año tuvo un ligero aumento de su presupuesto respecto al año anterior. Al analizarlo es posible detectar que en su mayoría las actividades de la agencia constan de propuestas, análisis, estudios, divulgación, promoción, asistencia a eventos y bases de datos. Mientras que en menor medida se tienen proyectos como operaciones de la antena de recepción satelital, financiamiento a un centro regional de desarrollo, programa de aplicación espacial con la Agencia Europea del Espacio, becas y talleres en ciencia y tecnología.^{205 y 206}

Con ello se pueden hacer dos afirmaciones, primero, que en efecto la AEM se centra más en actividades informativas y de difusión, lo cual es necesario para

²⁰² Cfr. *Op cit.* AEM p. 5.

²⁰³ Cfr. *Ibid.* p. 4.

²⁰⁴ Cfr. Edgar Sigler, *La NASA mexicana es sólo un proyecto de power point* (en línea), 2015, México, El Financiero, URL: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/la-nasa-mexicana-es-solo-un-proyecto-de-power-point> [Consulta: 12/12/18].

²⁰⁵ Cfr. AEM, *Informe de Autoevaluación 2017* (pdf), 2017, México, AEM, URL: https://www.aem.gob.mx/transparencia-aem/files/2017/AEM_PAT_ANUAL_2017.pdf [Consulta: 09/01/10].

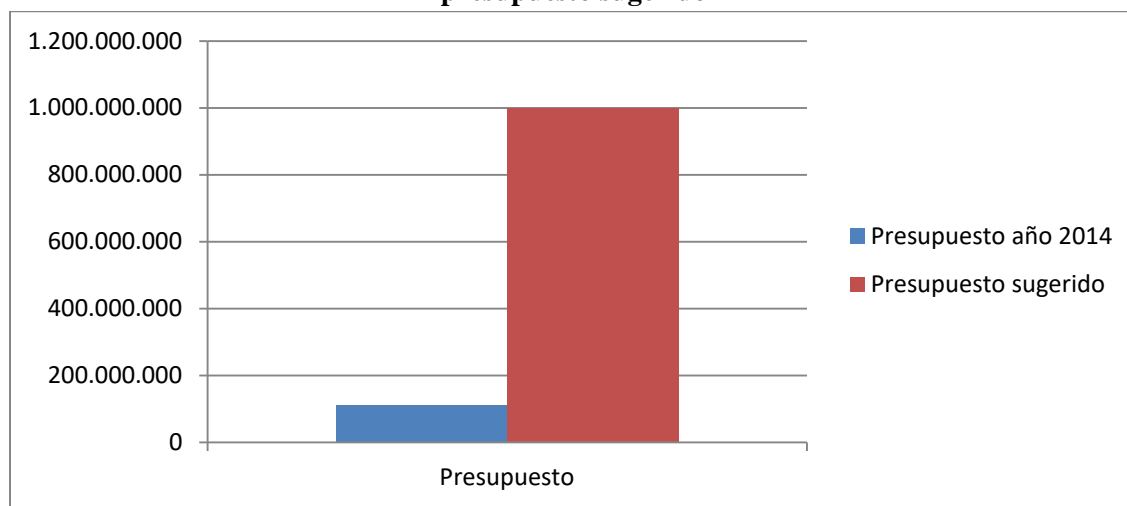
²⁰⁶ En 2017 hubo 56 actividades concluidas de 58 programadas, concluyendo las faltantes en 2018.

el desarrollo óptimo del sector; y segundo, relegar proyectos con resultados a corto y mediano plazo mermará el posicionamiento y la competitividad del sector mexicano.

Si bien, como lo propone Ha-Joon Chang, un país se puede desarrollar en actividades de alto valor agregado con políticas activas en industria, comercio y tecnología²⁰⁷, la AEM enfrenta la falta de experiencia y presupuesto; no basta destinar la mayor parte de los recursos al desarrollo si dicho presupuesto es insuficiente y disminuye con cada gobierno.

En un artículo de Milenio del 2014 José Hernández –astronauta de la NASA de origen mexicano- expresó que la AEM requeriría un presupuesto de cerca de \$1,000,000,000.00 MXN –8 veces más del presupuesto de ese año- para progresar más rápido en tecnología, diseño, construcción y lanzamiento²⁰⁸; no obstante, dicho monto no resulta asequible para México, ya sea por voluntad política y/o prioridad presupuestal (Gráfica 7).

Gráfica 7. Comparación del presupuesto más alto destinado a la AEM en contraposición al presupuesto sugerido



Elaboración propia con datos del Plan de Órbita 2.0 y del artículo de Milenio, “La AEM requiere 10 veces más presupuesto: José Hernández”.

²⁰⁷ Cfr. Cordera C. Rolando, *op cit.* p. 162.

²⁰⁸ Cfr. Blanca Valdez, *La AEM requiere 10 veces más presupuesto: José Hernández* (en línea), 2014, México, Milenio, URL: <http://www.milenio.com/cultura/aem-requiere-10-presupuesto-jose-hernandez> [Consulta: 12/12/18].

Si bien la Agencia está lejos de obtener mil millones de pesos, a la fecha ya cuenta con proyectos importantes como el nanosatélite Aztechsat-1, apoyado por la NASA. Además, también está involucrada en los proyectos Pixqui y Tepetzines que se mencionaron en el apartado 2.1, y promueve la asociación público-privada (APP) para aumentar la inversión en el sector, lo cual ya comienza a dar resultados -proyectos conjuntos con MxSpace-, aunque con alcances mejorables.

Además, el sector ha obtenido más presupuesto desde otras instancias gubernamentales, concretamente con el Fondo sectorial AEM-CONACYT, lanzado en 2014 con \$31.7 millones de pesos, en apoyo a proyectos de instituciones públicas y privadas de investigación científica²⁰⁹. Aunque la distribución es dispar con 86% para universidades públicas y centros en el Consejo de Ciencia y Tecnología, mientras que 14% es de empresas, universidades privadas y asociaciones civiles (Gráfica 8).²¹⁰

Gráfica 8. Distribución del Fondo sectorial AEM-CONACYT



Elaboración propia con datos de la nota informativa de CONACYT: Cuatro años de apoyo financiero al sector espacial mexicano.

²⁰⁹ Algunos proyectos son el diseño de telescopios espaciales montados en cubesats, clima espacial, microsátélites para el monitoreo ambiental, experimentos biológicos en microgravedad, control de vectores y enfermedades por geotecnología, marco regulatorio de actividades espaciales, entre otros.

²¹⁰ Cfr. Tania Robles, *Cuatro años de apoyo financiero al sector espacial mexicano* (en línea), 2017, México, CONACYT, URL: <http://CONACYTprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/19453-cuatro-anos-de-apoyo-financiero-al-sector-espacial-mexicano> [Consulta: 31/12/18].

Pese a estas dificultades la Agencia ha concretado acciones que generan un ambiente que impulsa al sector relativo a la calidad de productos y relaciones estrechas, como el fortalecimiento del Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio; la creación del Centro de validación, normalización y acreditación para certificar productos y sistemas; extender la Red de innovación y validación de soluciones; el establecimiento de la NMX-AE-001-SCFI-2018; el programa de compensaciones industriales –sin avances-; y coordinación de actores.²¹¹

Respecto a este último, la AEM ha concretado una iniciativa notable con el apoyo de la NASA, la Agencia Espacial Canadiense y la Red Global MX, el Clúster Espacial de la Red Global MX (RGMX), cuyo objetivo es concentrar los esfuerzos de mexicanos en el extranjero para impulsar el sector espacial.²¹²

De acuerdo con el ex director de la AEM, el Dr. Javier Mendieta, el clúster es una agrupación global de profesionales mexicanos en el exterior, que se unen para impulsar el sector espacial del país a través de cooperación internacional y articulando entidades académicas, industriales y gubernamentales. Busca aprovechar su experiencia para desarrollar tecnología, satélites, expandir la industria, atraer inversión y generar empleos.²¹³

Por último, tocando el tema de cooperación internacional en la generación de condiciones, destacan los diecinueve convenios que la AEM mantiene con agencias espaciales y centros de investigación de quince países y la ONU²¹⁴. Como se ha visto a lo largo del capítulo, resalta en particular la cooperación que mantiene con la NASA en temas de nanosatélites y la formación del Clúster Espacial RGMX, además de su vinculación con la misión a Marte.

²¹¹ Cfr. AEM, *Programa nacional...*, [Consulta: 23/05/18].

²¹² Cfr. Red Global Mx, Integración del Clúster Espacial de la RGMX (en línea), México, Red Global MX, 2019, URL: <http://redtalentos.gob.mx/index.php/noticias/202-integracion-del-cluster-espacial-de-la-rgmx> [Consulta 07/04/19].

²¹³ Cfr. AEM, *Mexicanos en el Exterior forman el clúster Espacial de la Red Global MX* (en línea), México, AEM, 2018, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/mexicanos-en-el-exterior-forman-el-cluster-espacial-de-la-red-global-mx-174433?idiom=es> [Consulta: 07/04/19].

²¹⁴ Cfr. AEM, *Acuerdos vigentes firmados con agencias...*, *op cit.* p. 1.

En suma la AEM trata de involucrar más a la población mexicana en el sector espacial, lo cual concuerda, como se revisó en el primer capítulo, con lo que plantea Porter respecto a la tendencia de los países para ser competitivos en sectores que su población admira o se sabe dependiente. No obstante, hace falta apoyar más proyectos que no sean de difusión e informativos.

Por otro lado, destaca un especial impulso a un ambiente con sistemas de calidad, estándares y armonización de normas locales con las internacionales, lo cual generará procesos reguladores. Asimismo, promueve el desarrollo de factores especializados de acuerdo al PNAE y su objetivo de formar personal y capacidades de desarrollo tecnológico.

Finalmente, la agencia mexicana también promueve mayor interacción entre los actores involucrados, como con la promoción de asociaciones público-privadas o el Clúster Espacial RGMX, así como las relaciones con otros países y agencias como la NASA, que además de aprovechar su experiencia también pueden ser considerados como compradores exigentes.

En este apartado se pudo constatar la forma en que otros países y sus agencias generan condiciones que impulsa al sector espacial. A partir de los resultados de este análisis se puede dividir a las agencias y sus acciones para generar un entorno que impulse las ventajas competitivas del sector en tres conjuntos con características similares, como se expone a continuación.

Por un lado están la CNSA y Roscosmos, que mantienen un mayor grado de interferencia en el sector respecto a las otras agencias analizadas, en particular por sus corporaciones que promueven el área comercial del sector. Asimismo, impulsan proyectos científicos y tecnológicos, y generan un entorno que permite obtener ventajas competitivas, China procurando un sistema innovador y Rusia fomentando un mercado interno espacial y promoviendo la vinculación de otras áreas económicas.

La crítica que se puede hacer a su estrategia es el control excesivo que se ejerce sobre el sector. Por tanto, esta estrategia será óptima si el gobierno

asegura no obstruir el quehacer del sector privado y no delegue a sus agencias más proyectos de los que pueden manejar satisfactoriamente.

Por otro lado, la NASA no ha promovido corporaciones estatales, lo cual refleja una menor interferencia por parte del gobierno, no obstante, su labor paralela incentiva arduamente al sector estadounidense. Si bien, esta agencia no limita al sector privado, sí impulsa el desarrollo tecnológico y comercial a través de la transferencia tecnológica.

Asimismo, esta agencia destaca por motivar a la sociedad civil para interesarse en temas espaciales, así como por vincularse con industria relacionada como lo es la aeronáutica y por atender con igual relevancia tanto al sector interno como al externo.

Por último, la AEB y la AEM cuentan con una estrategia similar toda vez que comparte condiciones y objetivos similares. Lo destacable en la estrategia de la AEB es su enfoque en desarrollo satelital, así como el uso de programas y convenios que le permiten obtener tecnología y conocimiento para desarrollar su sector nacional, lo cual la AEM ha desarrollado menos.

Por otra parte, la AEM se destaca por su labor en la normalización y certificación del sector espacial, además, así como la agencia brasileña, centra esfuerzos en el desarrollo satelital y tiene convenios de cooperación en la materia, aunque con menos diversidad en socios que la AEB.

En conjunto, las cinco agencias analizadas presentan estrategias para promover la interacción entre los diversos actores del sector, la promoción de asociaciones público-privadas e interés por la cooperación internacional. Sobre la interacción destacan Roscosmos y la AEB con sus respectivos clústeres espaciales, y la NASA con el *crowdsourcing*, iniciativa innovadora que permite incluir a la sociedad civil; propuestas similares a esta interacción vía internet son la Plataforma tecnológica rusa y el Clúster Espacial RGMX de la AEM.

Respecto a la asociación público-privada sobresale el *crowdfunding* estadounidense, además de otras iniciativas como los proyectos conjuntos entre la AEM y el consorcio MxSpace. En tanto que la cooperación internacional es utilizada, entre otras cosas, por CNSA para generar confianza, por Roscosmos para la investigación conjunta, por NASA para compartir riesgos y especializar factores, por la AEB y la AEM para obtener información y tecnología.

Por el análisis que se hace en este apartado cabe afirmar que la AEM tiene proyectos importantes que generan condiciones impulsoras del sector, no obstante, la agencia mexicana se encuentra rezagada respecto a las de los otros países revisados.

La agencia mexicana dista de las otras en particular respecto al desarrollo de tecnología transferible a la industria, así como por su presupuesto y su presencia a nivel internacional. Esto influye para que la AEM no sea considerada, pese a sus notables esfuerzos, como una institución de clase mundial, en términos de Porter, el cual las destaca como primordiales para crear factores especializados que en lo subsiguiente se deberán mejorar continuamente.

Conclusión

En este segundo capítulo se analizaron las condiciones del sector espacial mexicano y el de otros países relevantes del sector, así como la labor de la AEM y de otras agencias espaciales en la generación de condiciones que promueven sus respectivos sectores.

En el caso del sector espacial mexicano, se revisaron las actividades espaciales del país, sus actores involucrados, sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. A partir del FODA se puntualizaron algunas discrepancias y la necesidad de reevaluar algunos de sus puntos, incluso focalizar el análisis en la importancia de la región Asia-Pacífico.

Además, se detallaron los actores involucrados, que se resumen con el esquema de la triple hélice, destacando la labor de MxSpace en el área privada, LINX y RedCyTE en el área académica y la AEM en la gubernamental, esta última destacando por promover al sector.

Asimismo, se abordaron las condiciones de otros países involucrados con el sector y con peso en el mismo, a saber, Estados Unidos, Rusia, China y Brasil, examinando sus actores, sus actividades espaciales y las tendencias internacionales del sector; de lo cual se infirió que los países analizados destacaron por tener una desarrollada interrelación de la triple hélice, así como de la cuádruple hélice en el caso estadounidense por su labor con la sociedad civil.

En suma, los países analizados -respecto a México- realizan más actividades espaciales, tienen empresas espaciales consolidadas, más presupuesto gubernamental y mayor interferencia en el sector por parte de sus gobiernos. No obstante, también se observó que cuentan con problemas propios, tales como el declive del sector ruso o el poco desarrollo estadounidense en operaciones y alianzas internacionales en materia de satélites pequeños; así como las características similares entre Brasil y México, específicamente en capital humano por especializar, presupuesto reducido, agencias espaciales sin desarrollo tecnológico propio y una naciente coordinación de actores involucrados.

De igual forma, en el capítulo se asentó que el sector espacial está determinado por su área satelital, en particular por satélites de menor masa y en el sector servicios, por lo cual es conveniente enfocar el desarrollo del sector mexicano en estos puntos, aunque sin descuidar otras áreas, ya que su crecimiento en conjunto traerá ventajas competitivas y mayor desarrollo.

En concordancia, a partir del sector satelital se pudo ejemplificar una cadena global de valor en la materia, de la cual se concluyó que existe mayor participación por parte de empresas estadounidenses –por lo menos en los satélites tipo GeoStar y Boeing 702HP-, no obstante, ello no impidió que también

se apreciara que el desarrollo y manufactura de un satélite involucra empresas que van desde Japón hasta España, una verdadera producción global.

Referente a la forma en que generan condiciones que impulsan sus respectivos sectores espaciales, las agencias de los cinco países presentaron estrategias para promover la interacción entre los actores del sector, la asociación público-privada y la cooperación internacional, haciendo especial mención de los clústeres espaciales ruso y brasileño, así como el clúster espacial RGMX mexicano; además del *crowdsourcing* y del *crowdfunding* estadounidense.

Por otro lado, cabe señalar que en el caso de la AEM, con base en su Autoevaluación del 2017, se puntualizó que se centra en actividades de análisis y difusión, aunque también cuenta con algunos proyectos relativos al desarrollo tecnológico y de innovación como el Aztechsat-1, el Clúster RGMX, Pixqui y Tepetzines, o proyectos relacionados con la calidad del producto y productividad como la APP con MXSpace, el Comité de Normalización del Espacio, el Centro de validación de productos, entre otros.

Así se llegó a la conclusión de que la AEM, si bien se centra en análisis y difusión, también tiene algunos proyectos importantes que generan un entorno impulsor del sector, pero que las condiciones del sector espacial mexicano refleja un limitado margen de actividades espaciales, aunque con interés en nichos de oportunidad como el de satélites pequeños; crecimiento de la dependencia tecnológica; un bajo nivel de presupuesto e inversión, aumento del brecha tecnológica; recursos humanos por especializar; falta de desarrollo de tecnología transferible y de presencia a nivel internacional.

Capítulo 3: El clúster espacial y las alianzas estratégicas internacionales

En el primer apartado de este capítulo final se define al clúster y se analiza su papel para el desarrollo del sector espacial mexicano, para así detallar las características que debe tener para ser una ventaja competitiva que fomente un entorno para el desarrollo de más ventajas competitivas; ello bajo el supuesto de que el clúster puede serlo si éste es un espacio innovador.

Como segundo punto se analiza la importancia del ámbito internacional para obtener dichas ventajas, en particular abordando la cooperación internacional para el desarrollo, así como sus modalidades, actividades e instrumentos, además de algunas estrategias para la internacionalización de empresas, con lo cual se define la estrategia de alianzas internacionales que será una ventaja competitiva y fuente de un entorno que las impulse.

Por último, en el tercer apartado se abordan los actores involucrados en la cooperación internacional para el desarrollo, para que de esa forma se analicen las instancias con las cuales concretar la alianza estratégica, que a su vez permita fomentar y posicionar al clúster, así como afrontar las debilidades y amenazas del sector espacial mexicano.

3.1. Características del clúster espacial para ser una ventaja competitiva y fuente de las mismas

Recapitulando lo que se ha analizado hasta el momento, respecto a las ventajas competitivas se infiere que éstas surgen de actos de innovación, ya sea creando tecnología y procesos nuevos o asimilando los preexistentes. Dichas ventajas se traducen en valor agregado, productividad, tecnología, calidad, mano de obra especializada, comercialización y un ambiente económico que impulse la producción.

De igual forma, se detallaron ventajas competitivas de sectores en general y del espacial en particular, así como las condiciones que impulsan dichas ventajas. En el análisis se dedujeron dos ventajas primordiales para impulsar al sector, a las ventajas competitivas y a las condiciones que las impulsan.

Dichas ventajas son el desarrollo de un clúster espacial y alianzas estratégicas a nivel internacional. En este primer apartado se analiza al clúster en general y del sector espacial en particular, en tanto que en los subsiguientes se abordan las alianzas internacionales. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la investigación sobre el clúster como fuente de ventajas competitivas.

Tabla 6. Características del clúster como generador de ventajas competitivas

Características del los clústeres / aglomeración	Ejemplo de clústeres		Propuesta de clúster espacial de la AEM		Clúster tecnológico	Mejores prácticas para la competitividad y la innovación de clústeres del espacio.
	Skolkovo	São José dos Campos	Innovación abierta y economía compartida.	Modelo de negocios y círculo de innovación.		
Colección de compañías e instituciones, públicas y privadas.	Interrelación de cinco industrias.	Interrelación de tres industrias.	Innovación abierta: intercambio de conocimiento con colaborador externo.	Modelo flexible: cambios creativos en las dimensiones del negocio.	Tecnología de punta en procesos de producción y entrega.	Condición de los factores: -Infraestructura para intercambiar conocimiento y recursos. -Universidades y centros de investigación para formar capital humano.
Integrantes geográficamente cercanos.	180 participantes del sector espacial.	Más de 100 asociadas, con Embraer liderando.	Economía compartida: utiliza plataforma digital para conectar capacidad con demanda y disminuye costos de propiedad.	El modelo combina investigación interna con ideas externas.	Dependencia a la economía del conocimiento.	Contexto para la estrategia y la rivalidad: -Instituciones para la colaboración entre los actores del clúster y a nivel internacional.
Integrantes con intereses comunes y actividades complementarias.	Permite la obtención de inversión, socios y clientes globales.	Califica empresas para que obtengan productos y servicios de competencia global.		Modelo de negocios abiertos: permite permanecer en cadena de valor, enfrentar competidores y satisfacer necesidades del consumidor	Patentes codifican conocimiento e innovación.	-Aborda la rivalidad. -Empresas ancla. -Interferencia gubernamental: infraestructura, políticas industriales, proyectar clúster a nivel internacional.

Integrantes con relaciones de competencia y cooperación.	Problemáticas : 1. Disminución de recursos estatales. 2. Falta de reconocimiento de necesidades del mercado. 3. Inversión privada inadecuada. 4. Limitantes por parte de Roscosmos a las empresas.	Ofrece entrenamiento con los principales fabricantes de aeronaves.	Economía compartida: permite desarrollar entidades en el clúster al compartir servicios e infraestructura.	Círculo virtuoso de innovación: surge de la innovación, el financiamiento y la transferencia tecnológica.	Continuo proceso de actualización tecnológica.	Industria relacionada y de apoyo: elevada conexión clúster-otras industrias; internacionalización asociándose con otros clústeres; especialización en segmentos innovadores; conexión academia-industria. Condición de la demanda: orientación hacia mercado mundial; competencia, colaboración y demanda de la región Asia-Pacífico; proteger y nutrir demanda local (con énfasis en sector defensa).
Concentra conocimiento y relaciones.		Capacitación en temas de gestión empresarial		Círculo virtuoso de innovación: genera conocimiento, desarrollo tecnológico, impacto económico y social.	Parte de una red internacional para intercambiar conocimiento.	
Promueve proveedores locales.		Proyecta empresas en el mercado internacional a través de ferias, misiones comerciales y rondas de negocios.			Parte de una red internacional para acceder a avances científicos.	
Reduce costos de transportación.		Acuerdos de cooperación con clústeres europeos, canadienses, estadounidenses y el de Baja California.				
Externalidades: beneficios acumulados en el exterior de las empresas.						

Elaboración propia con datos de los documentos citados en este apartado.

Para desarrollar este tema primero se debe definir al clúster, para consecuentemente exponer por qué éste puede ser un espacio generador de condiciones que impulsen ventajas competitivas, es decir, donde se desarrolle innovación.

Michael Porter define al clúster como una colección de compañías e instituciones (gubernamentales, universidades, asociaciones comerciales, *think thanks*, etc.) geográficamente cercanas, con intereses comunes y actividades complementarias, con relaciones de competencia y cooperación²¹⁵. Asimismo,

²¹⁵ Miguel A. Soriano, *Tesis de Maestría en administración de empresas: El papel del Emprendedurismo en la formación de Clústeres Industriales* (pdf), 2008, Puebla, México, p. 9. URL: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mcap/soriano_m_ma/capitulo2.pdf [Consulta: 20/11/17].

puntualiza que al concentrar conocimiento y relaciones, los clúster coadyuvan en la obtención de ventajas competitivas respecto a la competencia.²¹⁶

Por su parte, Paul Krugman no habla del clúster como tal, pero si aborda lo que él define como aglomeraciones espaciales. Este autor explica que son un espacio compuesto por firmas que producen bienes diferenciados y cuentan con cierto poder monopólico. Considera que la concentración de industrias evidencia rendimientos crecientes en la economía, lo cual se debe a la necesidad de proveer industria local y reducir costos de transportación.²¹⁷

De igual forma, este autor plantea que para haber una concentración se necesita especialización, producción a gran escala con bajos costos y una oferta diversificada²¹⁸. Además, afirma que dicha concentración conlleva externalidades, que define como beneficios acumulados en el exterior de las empresas.²¹⁹

En síntesis, el clúster/aglomeración es un espacio que concentra conocimiento, compuesto por instituciones y compañías geográficamente cercanas que producen bienes diferenciados y tienen intereses comunes, actividades complementarias y relaciones tanto de competencia como de cooperación. Ello les permite obtener ventajas competitivas y externalidades (beneficios) que surgen por la dinámica entre los mismos actores.

Atendiendo estas características se asume que dicho espacio puede generar un ambiente favorable para el sector. La misma AEM considera que un clúster espacial nacional es fundamental para capitalizar las fortalezas (ventajas competitivas), se fomente la colaboración y vinculación entre los actores

²¹⁶ Cfr. Michael E. Porter, *Clústers and the new economics of competition* (Pdf), Harvard Business Review, Número reimpresso, noviembre-diciembre, Harvard, Estados Unidos, 1998, URL: http://clústermapping.us/sites/default/files/files/resource/Clústers_and_the_New_Economics_of_Competition.pdf [Consulta: 24/10/17], p. 78.

²¹⁷ Héctor M. Posada; Juan E. Vélez, *Comercio y Geografía Económica: una nota sobre la contribución de Krugman a la teoría económica* (pdf), 2008, SciELO, no. 69, julio-diciembre, Medellín, URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-25962008000200011 [Consulta: 20/11/17].

²¹⁸ Cfr. Clemencia Martínez; José Z. Mayorga, *Paul Krugman y el nuevo comercio internacional* (pdf), 2008, Criterio libre, Universidad Libre, Bogotá, p. 74. URL: <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/8/CriterioLibre8art05.pdf> [Consulta: 24/10/17]

²¹⁹ Cfr. Maximiliano García Hernández. op cit. p. 20.

involucrados, facilite el intercambio de información y conocimiento, y desarrolle una articulación eficaz de las cadenas de valor.²²⁰

En los dos capítulos anteriores se abordó la importancia que tiene la interrelación de los actores del sector e incluso se destacó como ventaja competitiva en el análisis de las mismas, así como la localización productiva y la concentración geográfica de los competidores.

Por otro lado, atendiendo las cuatro determinantes del “Diamante de la ventaja nacional”, la dinámica del clúster generará condiciones que impulsen ventajas competitivas. Así, el clúster puede promover la especialización de los factores toda vez que el sector privado, el gobierno, la academia y la sociedad civil estén coordinados en dicho espacio para tal efecto.

Sobre la condición de la demanda –donde Porter prioriza la local-, el clúster podría coadyuvar en adquirir información de la tendencia industrial, así como de la tendencia en el sector público, la academia, la sociedad civil y, a través de éstas, del medio ambiente relacionado con el sector.

Sin embargo, los beneficios de dicho entorno estarán sujetos a qué tan exigentes sean los compradores, tanto los establecidos en el clúster como fuera de éste, ya que Porter estima que con compradores exigentes se alcanzarán altos estándares, innovación e información de las necesidades del mercado.

Respecto a las industrias relacionadas y de apoyo, el clúster puede ayudar a establecer relaciones laborales estrechas, líneas directas de comunicación, flujo constante de información e intercambio de influencias técnicas, ideas e innovación entre las industrias del sector y las relacionadas que se establezcan en éste.

Con dicho entorno en el clúster se obtendrá innovación, mejoramiento continuo a partir de la información e insumos más económicos de forma más eficiente y rápida. No obstante, ello estará sujeto a la presencia de industrias

²²⁰ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al. op cit.* p. 67.

proveedoras o relacionadas, que además deben ser internacionalmente competitivas y que de hecho en el caso de México apenas están en desarrollo.

En cuanto al contexto para la estrategia y la rivalidad, el clúster puede fomentar la motivación de los individuos del sector al concentrar talento excepcional, además de fomentar la rivalidad entre las empresas locales, característica que, como se vio en el primer capítulo, Porter afirma es la más importante al estimular los otros puntos del diamante de la competitividad.²²¹

Porter estima que la concentración geográfica de los competidores amplifica la rivalidad y la igualdad de condiciones en factores y beneficios gubernamentales, lo cual converge en un entorno que obliga a las empresas a mejorar e innovar. En concreto, como se revisó en el primer capítulo, este autor considera que la naturaleza sistémica del Diamante de Porter devendrá en la creación de un clúster, en el cual habrá ayuda mutua, rivalidad y una derrama económica donde una industria competitiva influye en la creación de otras.

Aunado a lo que comenta Porter, cabe señalar que, de acuerdo con Yudi N. Flóres, de la dinámica de la cuádruple hélice –modelo de convergencia del sector público, privado, académico y social- surgen ecosistemas de innovación, por lo cual se le considera un factor estratégico para consolidar la competitividad.²²²

Dos agencias espaciales que postulan la formación clústeres como parte de su estrategia en el sector espacial son Roscosmos y la AEB; en el caso ruso con el centro de innovación Skolkovo, el cual no sólo es un clúster espacial, sino que conjunta cinco industrias diferentes, logrando así la interrelación de empresas espaciales con industrias relacionadas y de apoyo.

Como se revisó en el capítulo anterior, Skolkovo ha permitido atraer 180 participantes del sector, los cuales han encontrado inversión y socios, así como clientes internacionales. Aunque este clúster se ve limitado por la disminución de

²²¹Cfr. Michael E. Porter, *La competitividad de las ubicaciones*, op cit. pp. 187-189.

²²²Cfr. Yudy N. Flóres Ordóñez, op cit. p. 1.

recursos estatales, falta de reconocimiento de necesidades del mercado, inversión privada inadecuada y las limitantes que Roscosmos impone a las empresas.

En el caso del parque aeroespacial São José dos Campos, se asocian más de cien empresas, siendo Embraer quien encabeza la lista²²³. Éste incluye un clúster aeronáutico, uno espacial y otro de defensa, conjunto que se aprecia como un trampolín para las empresas brasileñas, pues tiene por objetivo proyectarlas, calificarlas y capacitarlas.

Entre sus acciones destaca la calificación de empresas para que presenten productos y servicios con condiciones de competencia global, entrenamiento con los principales fabricantes de aeronaves, capacitan empresas en temas de gestión empresarial, planeación y control de producción, exportación, gestión de materiales y logística, finanzas, innovación y estudios de planeación estratégica.²²⁴

En su quehacer para colocar sus empresas en el mercado internacional, las lleva a ferias, misiones comerciales y rondas de negocios. Además, clúster cuenta con acuerdos de cooperación con otros clústeres europeos, canadienses, estadounidenses y con el mexicano aeroespacial de Baja California.

Por su parte, como se mencionó líneas arriba, la AEM considera al clúster como esencial para el desarrollo del sector. En el Plan de Órbita 2.0 detalló un proyecto cuyo objetivo es “Establecer el clúster mexicano de industrias y servicios ligados al sector espacial, que permita el intercambio de información y la realización de acciones comunes a la triple hélice y a la sociedad”²²⁵.

Para indagar al respecto, en febrero del 2018 por medio de la Plataforma Nacional de Transparencia se solicitó información a la AEM sobre dónde se establecería el clúster y cuándo comenzaría su conformación. La solicitud fue remitida al Coordinador Gral. de Desarrollo Industrial, Comercio y Competitividad en el Sector Espacial, el Ing. José Javier Roch, quien contestó:

²²³ Cfr. Pqtec, *O que é* (en línea), Pqtec, Brasil, URL: <http://www.pqtec.org.br/cluster-aero/o-que-e> [Consulta: 25/09/19].

²²⁴ Cfr. Brazilian Aerospace Cluster, *op cit.* p. 1.

²²⁵ Bereniz A. Castañeda; *et. al. op cit.* p. 67.

El Clúster no está concebido para establecerse en un lugar concreto, sino como un espacio de interrelación entre la Triple Hélice, con objetivos concretos orientados al desarrollo de la industria y los servicios de base espacial. [...] se ha contactado a distintos actores de la triple hélice que, por su perfil, podrían desempeñar un papel importante en este proceso debido a su visión y su experiencia en el sector. El clúster constituirá un aliado en el proceso de promover el fortalecimiento de la cadena de valor del sector, la homologación de perspectivas de la industria y la identificación de necesidades y problemáticas comunes.

Al momento, el Clúster Espacial de la Red Global MX ya es un hecho como se ha constatado en el capítulo anterior. Sin embargo, cabe recordar que tanto Porter como Krugman concuerdan en que el clúster/aglomeración implica la concentración geográfica de actores, la cual reporta beneficios, llámense ventajas competitivas o externalidades.

Para clarificar si un clúster puede o no ser establecido en un espacio concreto, se envió un correo al Dr. Porter a través de la unidad de estrategia del *Harvard Business School Faculty and Research*, preguntando la posibilidad e implicaciones de establecer un clúster de relaciones sin un área geográfica cercana. La respuesta se obtuvo de Richard Bryden, Director de Productos de Información del *Institute for Strategy and Competitiveness (ISC)* de la *Harvard Business School*. Para Bryden, con base en la investigación de Porter, el concepto de clúster no puede ser separado de la localización.

En la página del ISC se afirma que el clúster debe tener un espacio geográfico, ya sea que se construya y/o actualice²²⁶. Por otro lado, en el artículo *Clusters and Economic Policy* se detalla que la necesidad de la proximidad hace que los clústeres sean regionales, no nacionales, y que debido al pequeño número

²²⁶ Institute of Strategy and Competitiveness, *What are clústeres?* (en línea), EE.UU. Harvard Business School, URL:<https://www.isc.hbs.edu/competitiveness-economic-development/frameworks-and-key-concepts/Pages/clústeres.aspx> [Consulta: 13/06/18].

de clústeres en una región no hay una economía nacional sino economías regionales con clústeres especializados que comercian entre sí y el mundo.²²⁷

Por tanto se confirma que, por definición, el clúster debe ubicarse en un área geográfica para aprovechar los beneficios que reporta, y no sólo como espacio de interrelación a distancia. El clúster espacial RGMX funge como una innovadora plataforma para involucrar a los mexicanos en el extranjero, pero éste debe ser complementario y no sustituto de clústeres localizados.

Esto presenta una ventana de oportunidad para establecer clústeres espaciales regionales. Si bien al momento no se tiene un proyecto concreto, México cuenta con una industria aeronáutica madura con clústeres establecidos. Éstos podrían ser el punto de partida para incentivar la formación del clúster espacial, pues como se ha revisado hasta ahora los clústeres pueden actualizarse, y de igual forma, de acuerdo con Porter “Un clúster puede superponerse con otros clústeres [...]”²²⁸, ejemplo de ello son Skolkovo y São José dos Campos.

En el Plan Nacional de Vuelo (PNV) se presentan cinco clústeres aeroespaciales en México, los de Baja California, Chihuahua, Sonora, Querétaro y Nuevo León²²⁹. Al analizar el PNV y el Plan de Vuelo de los cinco estados se descubrió un sesgo hacia el sector aeronáutico, que Baja California produce componentes para aplicaciones espaciales y que sólo el Plan de vuelo queretano (PVQ) plasma proyectos del sector espacial y se exponen los segmentos industriales del estado con 46% en aeroestructuras; 15% en propulsión; 24% en sistemas y aviones; y 15% en procesos espaciales (Gráfica 9).²³⁰

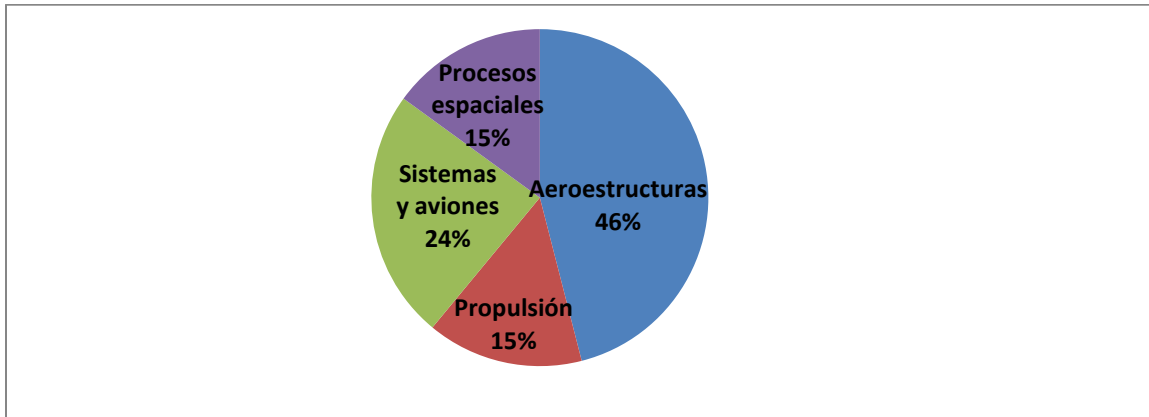
²²⁷ Michael Porter, *Clusters and economic policy: aligning public policy and new economics of competition* (pdf), EE.UU. Harvard Business School, Rev. 2009, URL: https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/Clústeres_and_Economic_Policy_White_Paper_8e844243-aa23-449d-a7c1-5ef76c74236f.pdf [Consulta: 13/06/18/], p. 2.

²²⁸ Michael Porter, *Clusters and economic policy...*, *op cit.* p. 3.

²²⁹ Cfr. Francisco N. González; et al. *Plan nacional de vuelo* (pdf), México, ProMéxico, 2014, URL: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60149/MRT-Aeroespacial-2014.pdf> [Consulta: 14/06/18], pp. 48-55.

²³⁰ Cfr. Juan G. Lugo; et al. *Mapa de ruta del sector aeroespacial para la región de Querétaro* (PDF), México, ProMéxico, 2017, URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/aeroespacial-queretaro.pdf> [Consulta: 15/06/18], p. 29.

Gráfica 9. Segmentos industriales del sector aeroespacial en el estado de Querétaro



Elaboración propia con datos del Plan de Vuelo Queretano.

Siendo así, la AEM debe incentivar tanto a la naciente industria espacial mexicana como a las multinacionales, así como a las industrias relacionadas y de apoyo para aumentar el segmento del sector y conformar los clústeres espaciales. En el documento de la AEM titulado “Clústeres regionales de innovación y desarrollo espacial con participación pública y privada”, propone una política industrial cuyos elementos sean el financiamiento, infraestructura, transferencia tecnológica, incentivos fiscales, contenido nacional y venta de servicios.²³¹

Esta política propone fomentar la innovación y el emprendimiento de industrias, *startups* y centros de innovación y desarrollo tecnológico. Postula la creación de fondos de capital de riesgo, así como construcción de infraestructura y préstamo de servicios a través de APP, además de reducción de impuestos al invertir en empresas de reciente creación, fondos de capital semilla, ganancias de patentes/propiedad intelectual y reducción de impuestos a inversionistas en fideicomisos de capital de riesgo.²³²

Con esta política industrial se impulsará el desarrollo del sector, pero aún hace falta detallar cómo se debe conformar el clúster para que sea tanto una

²³¹ Cfr. AEM, *Clústeres regionales de innovación y desarrollo espacial con participación pública y privada* (pdf), AEM, México, 2016, p. 19.

²³² Cfr. AEM, *Clústeres regionales...*, *op cit.* p. 19

ventaja competitiva como fuente de éstas, es decir, que impulse las determinantes del Diamante de Porter generando un entorno propicio para la innovación.

Además de la política industrial, en este documento de la Agencia se analiza el concepto de innovación abierta y de economía compartida, así como un modelo de negocios y la creación de un círculo virtuoso de innovación. Respecto a la innovación abierta, la define como “[...] el intercambio de conocimiento que realiza una organización con colaboradores externos, con el propósito de acelerar su proceso interno de innovación y ampliar los mercados para su aprovechamiento”²³³.

Sobre el modelo de negocios, para impulsar un clúster de innovación propone que sea un modelo flexible por parte de sus integrantes. Este modelo de negocios de innovación abierta postula crear valores sustanciales nuevos –tanto para los consumidores como para la organización- que cambie creativamente las dimensiones del sistema de negocios.²³⁴

Dichas dimensiones son doce, cuatro de las cuales son sus ejes, a saber, los bienes/servicios (nuevos productos); los clientes (necesidades); los procesos (rediseño y reagrupación de actividades); y los canales (nuevos canales de distribución).^{235 y 236}

En tanto que las ocho restantes son la plataforma (tecnologías para desarrollar productos derivados); soluciones (productos que solucionan problemas del cliente); experiencia del cliente (rediseñar interacción con cliente); captura del valor (descubrir nuevos flujos de ingreso); organización (redefinir actividades); cadena de suministros (rediseñar flujo); redes (aprovechar red de conexiones de la oferta para aportar más valor); y marcas (inmersión de mercado).^{237 y 238}

²³³ *Ibid.* p. 7.

²³⁴ *Cfr. Ibid.* p. 8.

²³⁵ *Cfr. Idem.*

²³⁶ *Cfr. Antonio Matarranza, Las doce caras de la innovación* (en línea), Conversis, México, 2010, URL: <https://conversisconsulting.com/2010/03/28/las-doce-caras-de-la-innovacion/> [Consulta: 04/20/19].

²³⁷ *Cfr. AEM, Clústeres regionales...*, *op cit.* p. 8.

²³⁸ *Cfr. Antonio Matarranza, op cit.* p. 1.

De igual manera, en el documento postulan que dichos cambios aplicables a estas dimensiones se deben hacer al combinar la investigación interna con las ideas provenientes del exterior de las organizaciones, lo cual requerirá de mecanismos que permitan integrar los avances de esta dinámica.

Con dichos mecanismos se pretende convertir el potencial tecnológico en valor económico y enumeran tres principales, a saber, desarrollo de tecnología propia para aplicar en el modelo de negocio; patentar avances tecnológicos para vender la licencia a otras compañías; y lanzar nuevos productos/negocios relacionados con la tecnología interna y externa para comercializarla.²³⁹

De la dinámica de este modelo de negocios de innovación abierta surge la economía compartida, caracterizada por utilizar plataformas digitales para conectar la capacidad disponible con la demanda, realizar transacciones que disminuyen costos de propiedad (arrendamientos, préstamos, donaciones, etc.), asegurar trato personalizado, provocar conexión con la marca por medio de experiencias únicas, construir confianza entre organización y consumidores, y monetizar activos subutilizados (hacer que activos de bajo uso sean rentables).²⁴⁰

Asimismo, la economía compartida permite el desarrollo de las entidades que integran el clúster al compartir servicios e infraestructura, así como al invertir en modelos de negocio abiertos que a largo plazo permiten a las compañías permanecer en la cadena de valor, hacer frente a los competidores y satisfacer necesidades de consumidores.²⁴¹

A partir de la interacción del clúster se crea un círculo virtuoso de innovación impulsado por investigación, financiamiento y transferencia tecnológica –entendida como proceso de adopción de competencias, conocimiento y

²³⁹ Cfr. AEM, *Clústeres regionales...*, op cit. p. 9.

²⁴⁰ Cfr. Ibid. p. 10.

²⁴¹ Cfr. *Idem*.

tecnología entre la academia y los sectores público, privado y social-, con lo cual se genera conocimiento, desarrollo tecnológico e impacto económicos y social.²⁴²

Esta propuesta de clúster se acerca al tipo de clústeres conocidos como de alta tecnología, los cuales se caracterizan justo por la presencia de tecnología de punta tanto en el proceso de producción como en la entrega del producto final, así como su dependencia de la economía del conocimiento, por lo cual las universidades y centros de investigación tienen un rol principal.²⁴³

Éstos codifican el conocimiento e innovación a través de patentes y publicaciones científicas, además, requieren de un continuo proceso de actualización de conocimiento tecnológico para mantener la innovación y la competitividad. No obstante, se asume que el conocimiento local es insuficiente, por lo cual deben formar parte de una red internacional que permita el intercambio de conocimiento y acceso a los últimos avances científicos.²⁴⁴

De acuerdo con la investigación del gobierno de Australia del Sur, titulada *Aerospace clusters, world's best practice and future perspectives*, las oportunidades que ofrece la innovación espacial han dirigido a varios países a organizar sus industrias espaciales en clústeres, al considerar que éstos permiten mejorar la eficiencia, la derrama de conocimiento y la interacción.²⁴⁵

En esta investigación australiana se comparan las mejores prácticas de clústeres aeroespaciales de diversos países, bajo el esquema del Diamante de Porter y haciendo énfasis en el sector espacial. En dicho estudio se llegaron a conclusiones sobre las características clave que determinan la competitividad e

²⁴² Cfr. *Ibid.* p. 18.

²⁴³ Cfr. Matteo Paone; Nicola Sasanelli, *Aerospace clusters. World's best practice and futur perspectives. An Opportunity for South Australia.* (pdf), Australia, Government of South Australia, 2016, URL: <http://www.defencesa.com/upload/capabilities/space/Intern%20-%20Paone,%20Matteo%20-%20Aerospace%20Clusters.pdf> [Consulta: 13/06/18]. p. 16.

²⁴⁴ Cfr. Matteo Paone; Nicola Sasanelli, *op cit.* p. 17.

²⁴⁵ Cfr. *Ibid.* p. 18.

innovación de clústeres aeroespaciales²⁴⁶ y ²⁴⁷. En la siguiente tabla se muestran dichas características.

Tabla 7. Características clave para la competitividad e innovación de clústeres espaciales

Diamante de Porter	Característica	Detalles
Condición de los Factores	Infraestructura.	Intercambio de conocimiento y recursos.
	Universidades y centros de investigación.	Parte del proceso de innovación y formación de capital humano calificado.
Contexto para la estrategia y la rivalidad	Una institución para la Colaboración.	Provee estrategia común, coordina acciones de actores, gestiona interacción en escenario internacional y dota de marco institucional para la rivalidad productiva.
	Empresas ancla.	Atraen firmas para cubrir requerimientos.
	Adecuado nivel de interferencia gubernamental.	Limitado a facilitar infraestructura, políticas industriales sistémicas, incentivos industriales para emprender y exenciones fiscales para I&D.
	Atraer inversión extranjera directa.	Firmas multinacionales.
	Participación del clúster en programas internacionales.	
Industria relacionada y de apoyo	Elevada interconexión del clúster con otras industrias.	Derrama socioeconómica y de conocimiento, intercambio de información y colaboración.
	Alto grado de internacionalización.	Asociarse con otros clústeres: acceder a mercados, atraer y retener talento, y crear nuevos clústeres.
	Especialización en segmentos altamente innovadores.	Generar redes industriales.
	Interconexión de la academia con la industria.	
Condición de la demanda	Alto grado de orientación hacia el mercado internacional.	Amenaza de competidores emergentes (Asia-Pacífico) exige proteger y nutrir la demanda local, con especial apoyo del sector defensa, el cual debe proteger innovación y demanda local.

Elaboración propia con datos de la investigación Aerospace clusters, world's best practice and future perspectives.

²⁴⁶ Cfr. *Ibid.* pp. 97-100.

²⁴⁷ Los clústeres analizados son Aerospace Valley of Toulouse, the BavAIRia Aerospace Cluster, the Luft- und Raumfahrt Baden-Württemberg cluster, the Bangalore Aerospace Cluster, the Lombardia Aerospace Cluster, the Harwell Science and Innovation Campus, and the US aerospace clusters of Colorado and New Mexico.

Comparando la condición de los factores de los clústeres analizados, se concluyó que la infraestructura es crítica para el éxito, ya que los caminos, vías férreas, puertos, aeropuertos y telecomunicaciones permiten el intercambio de conocimiento y recursos. Por otro lado, las universidades y centros de investigación toman un papel activo en el proceso de innovación y en la formación de capital humano altamente calificado, el cual resultó ser el más importante de los factores, ya que es la fuente primaria de innovación.

En su contexto para la estrategia y la rivalidad se descubrió la presencia de al menos una Institución para la Colaboración, que provee al clúster con una estrategia común cuyo ecosistema es tratado como un todo, coordina las acciones e interacción de los actores y gestiona la interacción estratégica del clúster en el escenario internacional. Ésta provee de un marco institucional que aborda la rivalidad hacia la dirección más productiva.

Asimismo, los clústeres se caracterizaron por tener empresas ancla, que atraen firmas que cubren sus requerimientos de abasto; un adecuado nivel de interferencia gubernamental, limitado a facilitar el acceso a infraestructura pública, políticas industriales sistémicas, incentivos industriales para emprendimiento y exenciones fiscales para la I&D, así como evitar interferir en la estructura de decisión y estrategia de interacción del clúster; habilidad para atraer inversión extranjera directa, que traerá firmas multinacionales; y finalmente, participación del clúster en programas internacionales.

Sobre las industrias relacionadas y de apoyo, las mejores prácticas que se encontraron fueron una elevada interconexión entre clústeres del sector y otras industrias, que traerá derrama socioeconómica y de conocimiento, intercambio de información y colaboración; un alto grado de internacionalización asociándose con otros clústeres, para acceder a mercados, atraer y retener talento, y crear nuevos clústeres; especialización en segmentos altamente innovadores de la cadena de valor que genera redes industriales e incentiva la colaboración; por último, interconexión del sector académico con las industrias.

Finalmente, respecto a la condición de la demanda, cada clúster espera aumento en la demanda global del sector, por lo cual asumen orientación hacia el mercado internacional. En el análisis se destacó la amenaza de competidores emergentes, en especial de la región Asia-Pacífico, donde además se estima se originará un tercio de la demanda para 2030. Por tanto, para preservar las externalidades locales de los clústeres, es necesario proteger y nutrir la demanda local, ello con especial apoyo por parte del sector defensa, cuya demanda fuerte e intereses protejan las innovaciones y renuevan la demanda local.²⁴⁸

3.2. Características de la alianza estratégica a nivel internacional para ser una ventaja competitiva y fuente de las mismas.

La segunda ventaja primordial que se apreció en el análisis realizado es la alianza estratégica internacional, esto debido a que en la actualidad el sistema de producción y las industrias se han fragmentado a nivel global, lo cual a su vez provoca que la competencia sea internacional, pero de igual forma incentiva a la cooperación de los Estados y las empresas, tanto para posicionarse en la cadena global de valor como para obtener competitividad y desarrollo.

Como se ha revisado en el primer capítulo, Michael Porter resalta la importancia del ámbito internacional para obtener ventajas competitivas, ello procurando que las industrias relacionadas y de apoyo compitan globalmente, que se busquen compradores internacionales exigentes, que la normatividad se adelante a los estándares internacionales y que se promueva la competencia local para después competir en el escenario internacional.

Si bien, este autor reprueba la cooperación entre empresas, acepta que el gobierno tome acciones para generar el entorno que desarrolle la competitividad,

²⁴⁸Cfr. Matteo Paone; Nicola Sasanelli, *op cit.* p. 17.

aunque limitándose a temas de educación, políticas para el mercado de capitales, compra de equipos y estabilidad macroeconómica, entre otras.²⁴⁹

Por otro lado, Paul Krugman asegura que el mercado tiene fallas que exigen la intervención gubernamental, en especial debido a que los países subdesarrollados, así como sus pequeñas y medianas empresas, no pueden competir con empresas multinacionales debido a la existencia de una competencia imperfecta, que se percibe como monopolios empresariales con mayores avances tecnológicos, con políticas agresivas e incidencia en la toma de decisiones de los países en desarrollo.²⁵⁰

En el caso de Ha-Joon Chang, éste concluye que las naciones desarrolladas eran menos avanzadas institucionalmente que los actuales países en desarrollo, respecto al nivel de evolución económica. Así, sostiene que la clave del desarrollo ha sido la protección de la industria naciente, por lo cual la ortodoxia política de los países desarrollados consta en no dejar que otros alcancen su nivel de desarrollo.²⁵¹

Se puede decir que el planteamiento de Chang es preocupante al sugerir que los Estados no permiten que otros de menor nivel de desarrollo mejoren dicho nivel. En realidad resulta certero concluir que, desde el enfoque de la competitividad, tanto empresas como países no quieren tener más competidores en el mercado global, a pesar de que Porter afirme que es beneficioso para el desarrollo. No obstante, lo que Chang omite es que los Estados también tienen interés para cooperar.

De acuerdo con Rafael Caldach, debido a que los actores internacionales tienen asimetrías en sus capacidades y necesidades, éstas podrían conducir a la explotación entre Estados, pero también permiten que los países colaboren,

²⁴⁹ Cfr. Javier Villanueva, *Ventajas comparativas o ventajas competitivas* (pdf), Universidad Católica de Argentina, Boletín de lecturas sociales y económicas, Argentina, p. 45. URL: <http://200.16.86.50/digital/33/revistas/blse/villanueva18-18.pdf> [Consulta: 20/11/17].

²⁵⁰ Cfr. Maximiliano García Hernández, *op cit.* p. 20.

²⁵¹ Cfr. Cordera C. Rolando, *op cit.* pp. 169-170.

aunque estas desigualdades influirán en las relaciones de cooperación y sus resultados.²⁵²

Si bien, el panorama planteado por Krugman y por Chang resulta desfavorable para el desarrollo de sectores económicos nacientes en países en desarrollo, tanto estos dos autores como Porter abren la posibilidad de alcanzar dicho desarrollo a través del actuar del Estado, aunque cada uno proponiendo diferentes grados de intervención estatal.

Por su parte, como se vio Calduch presenta la posibilidad de cooperar como alternativa a la posible explotación de los países, así como las posturas de otros Estados en contra de su desarrollo. Por tanto, la cooperación internacional se percibe como clave para crear un entorno competitivo e innovador en un contexto caracterizado por fallas en el mercado, competencia imperfecta y proteccionismo de países desarrollados.

De acuerdo con Citlali Ayala la cooperación es entendida como “la realización del diálogo político que, en torno a temáticas específicas y de mutuo interés, pretende establecer diferentes formas de colaboración, que generarán beneficios para las partes involucradas”²⁵³. Además, precisa que esto se traducirá en acuerdos plasmados en instrumentos políticos que prevea planes y actividades.

Por tanto, la autora explica que al referirse a la cooperación internacional, esta se enmarca en el escenario de relaciones internacionales políticas, económicas, comerciales y culturales, entre otras, en un nivel institucional intergubernamental o de otro tipo de instituciones.²⁵⁴

Aunado, el concepto puede precisarse más al denominarla cooperación internacional para el desarrollo, que comprende las acciones de actores públicos o privados, entre países tanto desarrollados como en vías de desarrollo, ello con el

²⁵² Cfr. Rafael Calduch, *Las relaciones internacionales* (pdf), España, Ediciones Ciencias Sociales, 1999, URL: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-55159/lib1cap4.pdf> [Consulta: 24/04/19]. p. 5.

²⁵³ Citlali Ayala, *et al*, *Manual de cooperación internacional para el desarrollo: sus sujetos e instrumentos*, Instituto Mora, México, 2012, p. 11.

²⁵⁴ Cfr. Citlali Ayala, *et al*, *Manual de cooperación*, *op cit.* p. 13.

objetivo de promover el progreso económico y social para que países del sur puedan equilibrar sus relaciones con países del norte.²⁵⁵

Habiendo expuesto la viabilidad de la cooperación internacional con el contraste de autores y su definición, es preciso revisar cómo ésta en efecto ha permitido obtener ventajas competitivas y generado entornos que las promuevan en el ámbito del sector espacial, además de revisar en qué medida las alianzas internacionales pueden ser consideradas cooperación para el desarrollo.

Para efectos del análisis se expone el caso de la NASA, ya que es la agencia con la mayor información y la más accesible. En la siguiente tabla se exponen algunas de las alianzas que ha concretado a través de convenios internacionales, para después detallar cada uno de éstos.

Tabla 8. Alianzas internacionales establecidas por la NASA

Agencia	Nombre del convenio	Objetivo	Instancias involucradas	Resultado	Aportaciones de las instancias	Inscrito en la cooperación para el desarrollo.
ESA	Trans-Atlantic Training. (TAT)	Evento anual de capacitación en observación terrestre.	NASA, ESA, <i>Charles University in Prague</i> y participantes internacionales	-87 participantes de 14 países, tan sólo en dos años. -Especialización. -Intercambio de ideas y experiencias.	-NASA: Sesiones de detección óptica remota. -ESA: Capacitación en radar de apertura sintética. - <i>Charles University</i> : Organización del evento.	Enfocado para construir capacidades en países del este de Europa.
133 países	<i>Global learning and observation to benefit the environment</i> (GLOBE)	Capacitación en análisis de medio ambiente.	NASA, gobiernos de países firmantes, escuelas y capacitadores.	-Participantes: 13,934 escuelas. 12,130 maestros. 258,902 estudiantes. 2,106 capacitadores. 230 especialistas. 13,634 capacitados. -1,824 talleres. -Intercambio de experiencia y recolección de datos.	-NASA: conecta participantes a nivel global y capacita en análisis de medio ambiente. -Escuelas: vínculo entre estudiantes y maestros con el programa.	Se coopera capacitando e intercambiando información con países en vías de desarrollo.
ESA	Proyecto X-38	Desarrollo de vehículos de retorno de tripulación de la estación espacial.	ESA y NASA	-Intercambio de información y transferencia de tecnología. -Equipo de navegación implementado en aviones de la marina estadounidense.	-ESA: hardware, software y experiencia en ingeniería. -NASA: usar piezas europeas para los vehículos y da acceso a la ESA a datos de vuelo.	No hay un beneficio para países en vías de desarrollo, por lo cual no se inscribe en cooperación para el desarrollo.
ESA	Acuerdo de Intercambio Nave Espacial	Intercambio de bienes y servicios entre las	ESA y NASA	-Desarrollo de la nave. -Transferencia tecnológica y de conocimiento para que	-ESA: provee modulo de servicio. -NASA: información en	No hay un beneficio para países en vías de desarrollo, por lo

²⁵⁵ Cfr. Citlali Ayala, *et al*; *op cit.* p. 13.

	Orión.	partes para desarrollo de la Nave.		más de veinte empresas europeas desarrollen el Módulo de Servicio Europeo.	diseño, construcción y operación.	cual no se inscribe en cooperación para el desarrollo.
AEM	Convenio de colaboración científica Pixqui	Desarrollo de la Plataforma Suborbital Mexicana de Usos Múltiples.	AEM, NASA, ICN, Instituto y Facultad de ingeniería de la UNAM y RedCyTE.	-Prueba de telescopio JEM-EUSO. -Prueba de componentes para satélite mexicano Quetzal. -Capacitación de 2 tesis de doctorado, 2 de maestría y 5 de licenciatura, 11 alumnos de la UNAM, 11 académicos y 1 becario postdoctora.	-Instancias mexicanas: desarrolla la plataforma y el sistema de conexión y transmisión de información entre los sistemas. -NASA: prototipo de telescopio espacial de rayos cósmicos y globos de presión cero.	Esta alianza se inscribe dentro de la cooperación para el desarrollo toda vez que un país en vías de desarrollo como México se benefició de la colaboración con un país desarrollado como EE.UU.
AEM	Aztechsat-1	Desarrollo del satélite Cubsat.	AEM, NASA y la UPAP.	-Capacitación de setenta alumnos de licenciatura y posgrado de México. -Marco base de cooperación para la proyectos espaciales	-AEM: aporta CubSat. -NASA: asesoría para desarrollar satélite, aporta laboratorio de pruebas y el lanzamiento. -UPAP: desarrolla el satélite.	La colaboración de una agencia de un país consolidado en el sector espacial con una país con poca experiencia, se inscribe en la cooperación para el desarrollo.
AEM	Convenio de colaboración para participar en el programa de pasantías de la NASA.	Programa para estudiar teoría y prácticas en laboratorio.	AEM, NASA y Universidades mexicanas participantes.	-54 mexicanos capacitados en el programa.	-NASA: Capacitación. -AEM: convocatoria. -Universidades: gastos de la pasantía (\$4,750 USD - \$7,000 USD).	La oportunidad de capacitación de recursos humanos de un país en vías de desarrollo se inscribe en la cooperación para el desarrollo.

Elaboración propia con datos de las fuentes citadas en este apartado.

Respecto a la capacitación y especialización de recursos humanos, la NASA cuenta con convenios internacionales que han permitido el desarrollo de éstos. Un ejemplo es el *Trans-Atlantic Training (TAT)*, con el cual la NASA, la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés) y la *Charles University in Prague* establecieron eventos conjuntos anuales para construir capacidades en Observación Terrestre, enfocado principalmente a países del Este de Europa.²⁵⁶

Los eventos del TAT incluyen una parte teórica y sesiones prácticas impartidas por expertos de ambas agencias espaciales, la ESA capacitando en

²⁵⁶ Cfr., Gutman G, et al; *NASA-ESA Trans-Atlantic Training (TAT) 2013-2015* (PDF). Bulletin of the Geological Society of Greece, Volume L, Number 3, 2016, URL: https://www.researchgate.net/publication/303517769_NASA-ESA_TRANS-ATLANTIC_TRAINING_TAT_2013-2015 [Consulta: 01/09/19]. p. 1672.

radar de apertura sintética²⁵⁷ y la NASA en sesiones de detección óptica remota. En concreto, del año 2013 al año 2015 asistieron 87 participantes provenientes de República Checa, Polonia, Eslovaquia, Alemania, Hungría, Estonia, Bulgaria, Grecia, Lituania, Moldavia, España, Países Bajos, Armenia y Brasil.²⁵⁸

El TAT se ha convertido hasta la fecha en un encuentro para intercambiar ideas y experiencia en los campos de interés de cada participante, así como interactuar con expertos de Europa y EE.UU. Ambas agencias espaciales tiene por objetivo atraer participantes de otros países para que se beneficien de la construcción de capacidades en observación terrestre.²⁵⁹

Por medio del TAT se ha promovido la capacitación y especialización de recursos humanos (ventaja competitiva), así como la formación de un espacio donde se comparten ideas y experiencia (entorno que impulsa ventajas competitivas). Aunado, este esfuerzo se puede inscribir en el marco de la cooperación internacional para el desarrollo, toda vez que se enfoca principalmente en la construcción de capacidades de países del este de Europa.

Otro ejemplo de cooperación internacional en capacitación de recursos humanos e intercambio de información es el programa *Global Learning and Observations To Benefit the Environment* (GLOBE), del cual también ha sido beneficiado Brasil, como se detalló en el apartado 2.3 de esta investigación, así como México, cuyo caso se trata más adelante.

Desde 1995 este programa internacional de ciencia y educación lo patrocina la NASA, la cual establece la cooperación a través de convenios internacionales a nivel gubernamental. Además de recolectar datos y participar en el proceso científico, GLOBE conecta estudiantes, maestros, científicos y

²⁵⁷ De acuerdo a un artículo de la revista "Hacia el espacio" de la AEM, este tipo de radar no depende de la radiación solar reflejada o la térmica emitida por la Tierra para realizar sondeos, sino que utiliza su propia radiación electromagnética. Información obtenida de: Carlos Duarte, *El radar de apertura sintética* (en línea), Hacia el espacio, AEM, México, 2017, URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=507> [Consulta: 01/09/19].

²⁵⁸ Cfr., Gutman G, et al; *op cit.* pp. 1674-1679.

²⁵⁹ Cfr. *Ibidem*, Gutman G, et al; p. 1679.

ciudadanos de diferentes partes del mundo, quienes se capacitan para analizar su medio ambiente local con una perspectiva global.²⁶⁰

De acuerdo con la página oficial del programa, hasta agosto del 2019 se estableció convenio con 133 países, de los cuales han participado 13,934 escuelas, 12,130 maestros y 258,902 estudiantes, así como 2,106 capacitadores y 230 capacitadores especialistas, con 1,824 talleres impartidos y 13,634 capacitados. En la siguiente tabla se muestran el caso de México, así como los datos a nivel regional.²⁶¹

Tabla 9. Impacto del programa GLOBE a nivel internacional y en el caso de México

Zona	Escuelas	Maestros	Estudiantes	Capacitador	Capacitador especialista	Taller	Capacitados
África	1,079	1,361	24,308	571	59	167	1,618
Asia and Pacific	3,970	3,309	60,725	526	53	425	3,551
Europe and Eurasia	4,834	4,115	90,866	223	15	668	4,363
Latin America and Caribbean	2,825	2,436	38,372	624	71	347	3,063
Near East and North Africa	783	719	38,003	171	43	116	828
Canadá	389	203	4,884	7	1	45	206
México	137	157	1,584	5	2	24	74

Elaboración propia con datos de la página oficial del programa GLOBE.

Nota: Se agrega a Canadá por separado ya que la región de América del Norte se cuentan las participaciones internas de EE.UU., en tanto consideran a México en la región de América Latina.

Es preciso puntualizar que la sumatoria de las participaciones por región presenta desfases respecto al total de participaciones a nivel internacional, sin que se pueda detectar los motivos por los cuales existe esta inconsistencia. Pese a ello, estos datos aún permiten tener una aproximación del impacto que pueden alcanzar los convenios internacionales.

²⁶⁰ Cfr., GLOBE, *About* (en línea), GLOBE, Estados Unidos, 2019, URL: <https://www.globe.gov/about/overview> [Consulta: 02/09/19].

²⁶¹ Cfr., GLOBE, *GLOBE impact around the world* (en línea), GLOBE, Estados Unidos, 2019, URL: <https://www.globe.gov/about/impact-and-metrics> [Consulta: 02/09/19].

En términos absolutos el programa ha beneficiado ampliamente a nivel mundial, tanto en la formación de recursos humanos como en la creación de un entorno de intercambio de experiencia y recolección de datos, esto a partir de la investigación conjunta internacional; no obstante, en términos relativos el apoyo ha sido menor para regiones menos desarrolladas. Por tanto, ésta puede ser cooperación internacional para el desarrollo si se aprecia su impacto en términos absolutos.

Respecto a proyectos científicos y desarrollo de tecnología, destaca el proyecto X-38 de la NASA, el cual constaba de cinco prototipos de vehículos de retorno de tripulación de la estación espacial²⁶². Para efectos del proyecto en 1999 se estableció un memorándum de entendimiento con la ESA que permitió el intercambio de información y la transferencia de tecnología.²⁶³

Por un lado, la ESA proporcionó hardware, software y experiencia en ingeniería, en tanto que la NASA se comprometió a integrar partes europeas en uno de los vehículos que se lanzaría en el trasbordado espacial y dar acceso a la agencia europea a datos de vuelo.²⁶⁴

Pese a que el proyecto fue cancelado en 2002 por recortes presupuestales²⁶⁵, la tecnología desarrollada para los vehículos ha sido utilizada para otros proyectos y comercializada para aplicaciones aeroespaciales. Como ejemplo, su equipo de navegación primaria (Sistema de posicionamiento global) es usado en aeronaves de la marina estadounidense.²⁶⁶

²⁶² Cfr. NASA, *NASA Armstrong Fact Sheet: X-38 Prototype Crew Return Vehicle* (en línea), NASA, EE.UU., 2014, URL: <https://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-038-DFRC.html> [Consulta: 04/09/19].

²⁶³ Cfr. ESA, *ESA'S international space station barter agreements* (en línea), ESA, Paris, URL: https://m.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/ESA_s_International_Space_Station_barter_agreements [Consulta: 04/09/19].

²⁶⁴ Cfr. ESA, *ESA'S international space ...*, *op cit.* p. 1.

²⁶⁵ Cfr. NASA, *Test 509: X-38 4.33% Model (Phase II)* (en línea), NASA, EE.UU., 2018, URL: [https://crgis.ndc.nasa.gov/historic/Test_509:_X-38_4.33%25_Model_\(Phase_II\)](https://crgis.ndc.nasa.gov/historic/Test_509:_X-38_4.33%25_Model_(Phase_II)) [Consulta: 04/09/19].

²⁶⁶ Cfr. USA Federal Science Portal, *Sample records for x-38 flight computer* (en línea), USA Federal Science Portal, EE.UU., URL: <https://www.science.gov/topicpages/x/x-38+flight+computer> [Consulta: 04/09/19].

Otro convenio entre estas dos agencias es el Acuerdo de Intercambio Nave Espacial Orión. Este tipo de acuerdos formaliza el intercambio de bienes y servicios entre las partes sin transacción financiera, es decir, sin intercambio de fondos.²⁶⁷

Por este acuerdo en específico la ESA proveyó el módulo de servicio²⁶⁸ para la nave Orión, en tanto que la NASA compartió conocimiento en diseño, construcción y operación sobre la misión del Vehículo de Transferencia Automatizado. Aunado, gracias al proyecto más de veinte empresas de Europa están construyendo el Módulo de Servicio Europeo, como la agencia estadounidense lo hizo en Orión y el sistema de lanzamiento espacial.²⁶⁹

Con el acuerdo de intercambio las partes se beneficiaron con transferencia tecnológica y de conocimiento, que devinieron en un proyecto científico propio. Por otro lado, relativo a los acuerdos entre la NASA y la AEM, se cuenta con el convenio de colaboración científica para desarrollar la Plataforma Suborbital Mexicana de Usos Múltiples o Pixqui, la cual permite probar el funcionamiento de equipos y componentes espaciales en vuelos suborbitales.²⁷⁰

Con Pixqui se probaron prototipos del telescopio espacial de rayos cósmicos JEM-EUSO, en colaboración con la NASA; se probaron componentes para el desarrollo del satélite mexicano Quetzal; y se capacitó a ingenieros y físicos. Cabe resaltar que, si bien el proyecto fue coordinado por el Instituto de

²⁶⁷ Cfr. ESA, *ESA's international space station barter agreements* (en línea), ESA, París, 2014, URL: https://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/ESA_s_International_Space_Station_barter_agreements [Consulta: 05/09/19].

²⁶⁸ De acuerdo con la NASA, el módulo de servicio es la parte de la nave espacial que contiene la mayor parte del sistema de propulsión y de los consumibles de la nave (hidrógeno, agua, oxígeno, propulsor). En: NASA, *Service module* (pdf), NASA, EE.UU., URL: https://www.hq.nasa.gov/alsj/CSM07_Service_Module_Overview_pp53-60.pdf [Consulta: 05/09/19], p. 1.

²⁶⁹ Cfr. ESA, *Orion* (en línea), ESA, París, 2015, URL: https://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Orion/International_partnership [Consulta: 05/09/19].

²⁷⁰ Cfr. AEM, *Agencia Espacial Mexicana y NASA signan convenio de colaboración científica* (en línea), AEM, México, 2013, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/agencia-espacial-mexicana-y-nasa-signan-convenio-de-colaboracion-cientifica-19057> [Consulta: 05/09/19].

Ciencias Nucleares de la UNAM (ICN), también participaron el Instituto y la Facultad de Ingeniería de esta universidad y la RedCyTE de CONACYT.²⁷¹

Pixqui se inscribe como prototipo de otro proyecto del ICN, el de Rayos cósmicos de altísima energía, en el cual participaron y se formaron dos tesis de doctorado, dos de maestría y cinco de licenciatura, así como once alumnos de la Facultad de Ingeniería, del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y del Instituto de Geofísica de la UNAM; once académicos y un becado postdoctoral.²⁷²

Otro caso de cooperación internacional entre Estados Unidos y México que cabe destacar es el desarrollo del nanosatélite Aztechsat-1. En éste se capacitaron y participaron setenta alumnos de licenciatura y posgrado de mecatrónica, mecánica, ingeniería aeroespacial y comunicación, entre otras.²⁷³

Además, resalta el modelo de cooperación del proyecto que empleó la NASA y la AEM, el cual muestra la factibilidad de que agencias espaciales importantes colaboren con países con poca experiencia espacial. Es por tanto que dicha colaboración puede inscribirse en la cooperación para el desarrollo.

El modelo se caracteriza por no haber intercambio de fondos, cada parte cuenta con recursos y responsabilidades propias, es decir, es un acuerdo de carácter no reembolsable. La AEM aporta el CubSat certificado; la NASA provee asesoría para desarrollarlo, laboratorios de prueba y lanzamiento a la Estación Espacial Internacional; y la Universidad Popular Autónoma de Puebla desarrolla el AztechSat-1. Así la NASA se beneficia con el desarrollo de una prueba tecnológica, México obtiene asesoría de expertos y el uso de infraestructura,

²⁷¹ Cfr. UNAM, *Pixqui, proyecto que facilitará la producción de tecnología espacial mexicana* (en línea), UNAM, México, 2016, URL: http://www.innovacion.unam.mx/comunicado_53.html [Consulta: 05/09/19].

²⁷² Cfr. ICN, *Programa de apoyo a proyectos de investigación e innovación científica* (pdf), ICN, México, 2013, URL: http://dgapa.unam.mx/images/papiit/transparencia/proyxanio/2013/IN107413_Informe_Final_2013.pdf [Consulta: 15/09/19]. pp. 4-5.

²⁷³ Cfr. Carlos Duarte, *AztechSat1 un modelo de cooperación para el desarrollo espacial* (en línea), Hacia el espacio, AEM, México, URL: <http://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=861> [Consulta: 24/09/19].

además de concretar un marco base para futuros proyectos, lo cual se traduce en experiencia en gestión de proyectos espaciales.²⁷⁴

Un ejemplo más de cooperación entre la NASA y la AEM es el primer convenio de colaboración que firmaron en 2013, mediante el cual estudiantes mexicanos de licenciatura y posgrado pueden participar en el programa de pasantías de la NASA. En el programa, que se divide en tres periodos de 16 semanas en un año, llevan estudios teóricos y en laboratorio junto a otros estudiantes de diferentes países.²⁷⁵

De acuerdo a las convocatorias para aplicar a la estancia en la agencia estadounidense, la AEM escoge para cada periodo 5 alumnos, de entre los cuales la NASA selecciona los mejores 3 candidatos. Por lo cual desde el 2014 hasta el 2019 ha habido 54 candidatos mexicanos que se han capacitado en esta agencia. En este caso, la institución educativa mexicana que postule un candidato, debe pagar los costos de la estancia, que van de \$4,750 USD hasta \$7,000 USD, o lo que la NASA fije en cada periodo.²⁷⁶

Con estos ejemplos se aprecia que las alianzas internacional son parte integral del quehacer de la NASA, pero además demuestran que la cooperación internacional puede devenir en ventajas competitivas para las partes o entornos que las promuevan; así como la importancia de establecer alianzas estratégicas – caso de la ESA- y la posibilidad de que este tipo de alianzas se inscriban dentro de la cooperación para el desarrollo – caso de la AEM. Pero ahora se pasa a exponer las formas y modalidades que se pueden concretar en la cooperación internacional.

En general, la cooperación se clasifica, por los actores que participan, en bilateral, donde un país donante transfiere recursos a un país en desarrollo

²⁷⁴ Cfr. Carlos Duarte, *op cit.* p. 1.

²⁷⁵ Cfr. AEM, *Firma Agencia Espacial Mexicana convenio con la NASA* (en línea), AEM, México, 2013, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/firma-agencia-espacial-mexicana-convenio-con-la-nasa-19055> [Consulta: 24/09/19].

²⁷⁶ Cfr. AEM, *Convocatoria* (en línea), AEM, México, 2018, URL: http://www.educacionespacial.aem.gob.mx/estancias-nasa-ames_2018verano.html [Consulta: 24/09/19].

(donación o crédito reembolsable); multilateral, con aportaciones de un país donante a organizaciones internacionales donde es miembro (financiamiento o cuotas); regional, en la que participan diversos países con la presencia de organismos regionales, ya sea bilateral o multilateral; sur-sur/horizontal entre dos o más países en desarrollo (fomento comercial o proyectos técnicos y culturales); y trilateral, donde un país transfiere conocimientos a otro país similar o menor en términos de desarrollo a través del financiamiento de un Estado desarrollado.²⁷⁷

Por otro lado, la cooperación internacional para el desarrollo puede clasificarse por su ámbito en cooperación técnica y científica, que busca solucionar problemas de desarrollo favoreciendo el conocimiento e intercambio de experiencias; educativa y cultural, favorece la enseñanza movilizando actores de la academia, así como bienes y servicios para la formación; económica y financiera, reembolsable o no, para estimular el comercio a través de subvenciones, créditos, proyectos, mercancías clave y financiación, entre otros.²⁷⁸

Sin pretender abarcar todos los tipos de cooperación, sino los más relevantes para la presente investigación, finalmente se cuenta con la cooperación por el carácter de sus recursos, que puede ser reembolsable con préstamos que forman parte de la cuenta nacional, tienen revisión gubernamental y cuentan con marco jurídico; en tanto que los no reembolsables justo no forman parte de la deuda, ni escrutinio gubernamental o marco jurídico.²⁷⁹

Para complementar la clasificación que brinda Citlali Ayala se recurre a Calduch, quien comenta que por su contenido esta cooperación se divide según la amplitud del ámbito (general o sectorial) y según su grado de compromiso (de decisión colectivas o normativa); por la forma de cooperar se divide en orgánica (de estructura orgánica internacional) e informal (un ejemplo es el programa de inversiones entre multinacionales y estados o a través de una organización intergubernamental), así como en función de sus participante (bilateral o

²⁷⁷ Cfr. *Ibid.* pp. 14-15.

²⁷⁸ Cfr. *Ibid.* p. 16.

²⁷⁹ Cfr. *Idem.*

multilateral); finalmente, por su naturaleza se divide en interestatal, organizativa (entre organizaciones intergubernamentales), transnacionales (empresas u ONG's) y combinada entre actores de diversas categorías.²⁸⁰

Asimismo, Ayala explica que la cooperación internacional para el desarrollo se ejecuta a través de instrumentos, de los cuales los básicos son los proyectos y programas, que tienen fines precisos y sirven para fortalecer habilidades o políticas. La subcategoría de los programas que atañe al tema de esta investigación es de programa sectorial, que se centran en un área económica o social.^{281 y 282}

Sobre instrumentos jurídicos Ayala menciona cuatro, el Marco de Cooperación, documento formado por las prioridades para el desarrollo de cada país y establece una base de trabajo previa revisión de las prioridades nacionales y la Nota País²⁸³; el Acta Final, documento de derecho público que establece los compromisos adquiridos por la comisión mixta²⁸⁴; el Acuerdo Marco, como instrumento de derecho internacional público que establece la voluntad común de las partes y un mecanismo de conducción; y el Convenio Básico o Tratado, de carácter vinculante, que se puede insertar en un acuerdo marco e implica compromisos y mecanismos para realizarlos.

Por último, algunos de los principales instrumentos operativos y financieros que presenta la autora son el programa de cooperación, que conjunta varios proyectos a evaluar; el proyecto de cooperación, que es un conjunto sistematizado de acciones emprendidas por las partes; el cofinanciamiento, donde las partes aportan recursos para ejecutar el proyecto; el fondo mixto, para financiar proyectos

²⁸⁰ Cfr. Rafael Calduch, *op cit.* pp. 5-6.

²⁸¹ Cfr. *Ibid.* p. 22.

²⁸² Dicho sea de paso, Ayala expone algunos inconvenientes que se debe evitar. Éstos son la suplantación del receptor, políticas o instituciones inadecuadas y la descoordinación de agencias u ONGs para el desarrollo, etc.

²⁸³ De acuerdo con Ayala, la Nota País es donde se establece qué es lo que se puede trabajar en un país en materia de cooperación para el desarrollo. En: Citlali Ayala, *et al*, *Manual de cooperación*, *op cit.* p. 24.

²⁸⁴ Foro de revisión establecido por convenio. En: Citlali Ayala, *et al*, *Manual de cooperación*, *op cit.* p. 24.

con aportaciones paritarias; y la partida de cooperación, caracterizada por reunir diferentes montos asignados.

Respecto a las actividades que se realizan en la cooperación, Ayala comenta que van desde los estudios de factibilidad de proyectos, misiones de prospección y reuniones/seminarios-talleres, hasta intercambio de información de experiencias anteriores, formación de recursos humanos e investigación conjunta.

Por otro lado, además de la cooperación se debe tratar el tema de la internacionalización de las empresas como parte de la estrategia de alianzas. Como ya se ha comentado, Porter recomienda en primer lugar tener un entorno interno que permita a las empresas adquirir y mantener ventajas competitivas, caracterizado por una rivalidad que impulse la competitividad.

Como se revisó en el primer capítulo, este autor promueve que las empresas compitan y sean proveedoras en el plano internacional, pero sin suplantar las actividades nacionales por actividades del extranjero, pues afirma que las empresas mantendrán ventajas competitivas a largo plazo en tanto el mercado nacional sea competitivo.²⁸⁵

Es así que sugiere la internacionalización como medio para mejorar las capacidades nacionales, dejando las actividades extranjeras como complemento. Sugiere aprovechar diamantes de competitividad de otros países, tanto asociándose con compradores evolucionados como aprovechar la investigación de otros países colocando personal en bases extranjeras.

Porter propone que la incursión internacional de las empresas debe hacerse utilizando alianzas selectivas, como una forma de beneficiarse de las ventajas de la empresa extranjera, como se apreció en el segundo capítulo con el caso de Brasil a través de los acuerdos internacionales de la AEB que incluyen políticas de compensación para obtener tecnología que su sector no posee. Con las asociaciones internacionales busca incrementar la inversión, dividir costos y

²⁸⁵ Cfr. Michael E. Porter, *La competitividad de las ubicaciones*, op cit. pp. 200-201.

riesgos, aumentar la cantidad de proyectos y conocimiento, enfrentar desafíos, evitar conflictos al compartir objetivos y obtener beneficios mutuos.^{286 y 287}

No obstante, como se puntualizó en el capítulo uno, pese a los beneficios que reportan las alianzas, Porter estima que coordinar operaciones separadas pueden implicar costos significativos, como sacrificando metas propias priorizando las acordada o crear un competidor nuevo. Es por tanto que el autor sugiere que las alianzas sean temporales, selectivas y en actividades no centrales, para así acceder a mejores alianzas a corto plazo.

Éstas son las formas, actividades e instrumentos de la cooperación internacional, así como los consejos para internacionalizar empresas. A partir de esto se revisa cómo debe ser la estrategia de alianzas internacionales que México y la AEM deben adoptar para que sea tanto una ventaja competitiva como fuente de las mismas para el sector espacial mexicano.

A manera de resumen, el sector en México se caracteriza por una estrategia de desarrollo mejorable, bajo presupuesto gubernamental, bajo nivel en desarrollo de proveedores y recursos humanos por especializar, así como ventajas al tener disponibilidad de capital humano, industria aeronáutica, centros académicos/I&D, red de tratados de libre comercio y costos competitivos.

Por su parte, la AEM tiene proyectos importantes para impulsar el sector, aunque mucho de su labor se enfoca en la difusión, propuesta y eventos, además de encontrarse rezagada respecto a otras agencias espaciales en cuanto a transferencia tecnológica, presupuesto y presencia internacional.

Siendo así, como se ha revisado en este capítulo, la estrategia de alianzas internacionales debe aprovechar la cooperación con otras instancias a nivel internacional para financiar proyectos, capacitar a los recursos humanos y obtener

²⁸⁶ Cfr. AEB, *Cooperação Internacional* (en línea), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial-brasileiro/cooperacao-internacional/> [Consulta: 24/04/19].

²⁸⁷ Brasil cuenta con acuerdos de cooperación espacial con once países de Asia, Europa, los BRICS y América, de entre los cuales México no figura. En: AEB, *Cooperação...*, *op cit.* p. 1.

tecnología, de tal forma que el sector espacial mexicano se vuelva competitivo e innovador.

Para generar estas ventajas competitivas es preciso recurrir a la cooperación internacional para el desarrollo que más convenga, es decir, tomando en cuenta el contexto propio del sector espacial mexicano para concretar alianzas estratégicas a nivel internacional.

Por tanto, por su contenido, según su amplitud atenderá a la cooperación sectorial y según su grado de compromiso podría ser cooperación normativa para dar certezas en el sector; por su forma sería orgánica e informal, para ampliar la cooperación tanto con instancias gubernamentales como con empresas; y por su naturaleza, se sugiere sea combinada (interestatal, organizativa o transnacional) debido a la amplitud de actores internacionales.

De acuerdo al ámbito, la estrategia de alianzas podría centrarse principalmente en cooperación técnica y científica, así como educativa y cultural, ello con el objetivo de aprovechar el conocimiento y la experiencia de sectores espaciales de países con más años de desarrollo y reducir la brecha tecnológica a la vez que se puede comenzar a especializar recursos humanos.

Respecto a la cooperación económica y financiera, la obtención de recursos se aprecia complicada, debido a que el sector espacial es de capital de riesgo alto y existe resistencia por promover Estados competidores. Para recurrir a este tipo de cooperación puede ser tanto reembolsable como no reembolsable, este último puntualizando que cada parte se hará cargo de los costos que correspondan.

Por último, de acuerdo a los actores participantes, la cooperación bilateral se percibe con menos complicaciones para concretar la negociación, toda vez que son solo dos partes involucradas las que tienen que concordar. Sin embargo, la cooperación multilateral no se descarta, ésta puede procurarse con actores con semejanzas al contexto mexicano o dentro del marco de organizaciones ya establecidas. Esto también es aplicable a la cooperación regional y a la cooperación horizontal.

Respecto a los instrumentos para llevar a cabo la cooperación, se asume que los de carácter jurídicos son necesarios para brindar de un marco definido por las partes, no obstante, éstos deben de servir para concretar la base de la cooperación que son los proyectos y programas sectoriales, los cuales deben asegurar la especialización de los recursos humanos, la transferencia de experiencia respecto a la integración con la industria 4.0 y aumentar el conocimiento que se tiene del sector.

Asimismo, los programas sectoriales también deben enfocar sus proyectos en frenar el aumento de la brecha y dependencia tecnológica, sea con la transferencia tecnológica y/o con políticas compensatorias, así como en obtener infraestructura de TIC's.

En cuanto a los instrumentos operativos y financieros, el cofinanciamiento debe ser el mecanismo guía de la cooperación, ya que de esta forma las partes tendrán el peso y beneficio de los proyectos. No obstante, el fondo mixto resultaría más factible con actores de renta similar a la instancia mexicana, en tanto la partida de cooperación podría realizarse tanto con actores con mayores o menos recursos, debido a que se asignarían diferentes montos a las partes.

Estos instrumentos operativos y financieros serán de gran utilidad para solventar el bajo presupuesto gubernamental, aunque durante el proceso de negociación se debe procurar que los fondos sean destinados hacia los requerimientos del sector espacial mexicano.

Finalmente, respecto a las actividades que se realizan en la cooperación, la formación de comisiones mixtas permitirá realizar estudios de factibilidad de proyectos y misiones de prospección, en tanto se aprovechen de igual forma las reuniones, seminarios y talleres para propiciar la especialización de los recursos humanos, así como investigación conjunta para promover proyectos como el Aztechsat-1, la actualización del sector académico y la vinculación con redes de investigación como el programa GLOBE.

3.3. Estados e Instancias internacionales para la alianza estratégica que posicione al sector espacial mexicano y al clúster espacial

En el presente apartado se analizan los actores internacionales con los cuales la AEM podría promover se realicen alianzas estratégicas, toda vez que en el apartado anterior se detalló el concepto de cooperación internacional y sus implicaciones, así como las características que las alianzas internacionales deben tener para promover un entorno innovador propicio para la obtención y mantenimiento de ventajas competitivas del sector espacial mexicano.

De acuerdo con Ayala, la cooperación internacional para el desarrollo ha sido un instrumento de política exterior efectuada en mayor parte por gobiernos donantes y receptores. Sin embargo, señala que actualmente los actores involucrados se han ampliado y divide su clasificación en actores públicos y actores no gubernamentales.^{288 y 289}

Entre los actores públicos figuran los Estados y sus gobiernos; los gobiernos locales; agencias bilaterales de cooperación; instituciones financieras internacionales; y las organizaciones internacionales. En cuanto a los actores no gubernamentales los divide en organizaciones de la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales.

La autora afirma que los Estados siguen siendo los protagonistas en la cooperación internacional. Sus gobiernos ejecutan las políticas en la materia a través de sus ministerios de asuntos internacionales, con apoyo de otras instituciones gubernamentales como sus parlamentos legislativos. Éstos cooperan con otros Estados, pero de igual forma lo hacen con otras entidades como

²⁸⁸ Cfr. Citlali Ayala, *et al*, *op cit*. p. 108.

²⁸⁹ Cfr. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, la ONG es una organización sin ánimo de lucro, que no sea gubernamental o intergubernamental. En tanto que la organización de la sociedad civil contempla el ámbito en que los ciudadanos y los movimientos sociales se organizan en torno a determinados objetivos, temas y grupos de persona. En: FAO, ¿Qué entendemos como ONG una organización? URL: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/ong/ongosc.htm [Consulta: 29/04/19].

organizaciones internacionales de las que son parte, organizaciones no gubernamentales (ONG's) o fundaciones privadas.²⁹⁰

Si bien, los gobiernos nacionales gestionan la política exterior de sus países, los gobiernos locales o subnacionales emergen como actores de cooperación descentralizada, lo cual hace referencia al proceso de transferencia de competencia y poder político desde el gobierno nacional a instancias estatales más cercanas a la población. Éstos cooperan con sus homólogos internacionales, con gobiernos nacionales, organismos e instituciones financieras.²⁹¹

Sobre las agencias bilaterales de cooperación, éstas son creadas para gestionar la cooperación internacional para el desarrollo, dar seguimiento a los proyectos y programas en el caso de países ofertantes de recursos, o de administrar y ejercer los fondos recibidos en el caso de países receptores. Asimismo, la autora señala que no todos los países tienen estas agencias, pero cooperan a través de sus ministerios de asuntos exteriores o sus embajadas.²⁹²

En cuanto a las instituciones financieras internacionales, éstas regulan y ordenan los flujos financieros en el mundo. Dentro de esta clasificación se puede mencionar al Fondo Monetario Internacional (FMI); al Banco Mundial (BM); y a los bancos regionales de desarrollo, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Sobre estos últimos, la autora precisa que, si bien también están relacionados al sistema Breton Woods como las dos primeras instituciones, la crítica a los bancos de desarrollo es menor debido a que son más cercanos a la realidad en la que quieren intervenir.²⁹³

Respecto al FMI y al BM, Meller afirma que la condicionalidad de estas instituciones interviene de forma negativa en la estrategia de desarrollo y políticas económicas de los países, esto por ser estricta, liberar mercados y sugerir la desregulación y privatización. Los ajustes exigidos a los países latinoamericanos

²⁹⁰ Cfr. *Ibid.* pp. 115-116.

²⁹¹ Cfr. *Ibid.* pp. 114-116.

²⁹² Cfr. *Ibid.* p. 118.

²⁹³ Cfr. *Ibid.* pp. 119, 124.

para enfrentar las crisis de finales del siglo pasado provocaron la caída del ingreso y consumo per cápita, la reducción de salarios, incremento de desempleo, aumento de la inflación, disminución de la inversión y del crecimiento económico, ello para mantener el flujo de su deuda externa.²⁹⁴

Por último, entre los actores públicos se abordan las organizaciones internacionales, las cuales Ayala divide en Sistema de Naciones Unidas (SNU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Unión Europea.

Acorde con la autora, el SNU está formado por la organización, sus programas y sus fondos, entre los cuales destaca el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, a través del cual el Consejo Económico y Social de la organización generó un foro en pro del desarrollo, en el cual, cabe señalar, se aprobaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Por su parte, la OCDE busca alcanzar el grado más alto de crecimiento económico y de empleo, mantener la estabilidad financiera y expandir el comercio mundial y la economía de los países miembros y no miembros. Destaca el Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD), a través del cual la organización realiza su cooperación.²⁹⁵

El CAD a su vez realiza su labor por medio de la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD), definida como “[...] conjunto de flujos oficiales de financiación para promover el desarrollo y el bienestar de los países de ingresos bajos y medios”²⁹⁶. Al respecto, Ayala detalla que estos recursos son de carácter concesional y exigen requisitos para otorgarlos, unos de los cuales son tener el 25% del total de

²⁹⁴ Cfr. Patricio Meller, *América Latina y la condicionalidad del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial* (pdf), Chile, CIEPLAN, no. 23, marzo de 1998, URL: https://www.researchgate.net/profile/Patricio_Meller/publication/269972895_Alternativas_Futuras_para_la_Universidad_en_este_Siglo_XXI/links/5564c6ec08aec4b0f48591e3/Alternativas-Futuras-para-la-Universidad-en-este-Siglo-XXI.pdf [Consulta: 27/04/19]. pp. 220-221.

²⁹⁵ Cfr. Citlali Ayala, *et al*, *op cit.* p. 130.

²⁹⁶ OCDE, *La ayuda para el desarrollo se mantuvo estable en 2017 y se destinó más a los países más pobres* (en línea), OCDE, México, 2018, URL: <http://www.OCDE.org/centrodemexico/medios/laayudaparaeldesarrollosemantuvoestableen2017ydestinomasalospaisesmaspobresocde.htm> [Consulta: 27/04/19].

recursos por donación y ciertos cambios económicos como reducción de déficit público o privatización de sectores nacionales.

Sobre la Organización de Estados Americanos, como organización regional del continente, destaca el apoyo para el fortalecimiento de la capacidad institucional y humana para abordar nuevos desafíos en temas electorales, de negociaciones comerciales, migración y desastres naturales, ello a través de programas de capacitación y becas.²⁹⁷

Finalmente, Ayala incluye a la Unión Europea entre los actores públicos de cooperación internacional por ser uno de los principales donantes de la Ayuda Oficial al Desarrollo, ya sea a través de agencias de cooperación nacionales o de instancias propias de la Unión Europea.

Respecto a los actores no gubernamentales de la cooperación, Ayala define a las organizaciones de la sociedad civil como entidades autónomas respecto al sistema político y el mercado, con el objetivo de incidir en asuntos públicos sin fines de lucro. Entre la clasificación que brinda la autora, para el presente trabajo destacan las asociaciones de carácter económico-gremial, donde figuran sindicatos, grupos empresariales y asociaciones empresariales, entre otros.²⁹⁸

Cabe señalar que sus fuentes de financiamiento en México han sido el gobierno federal, a través de la Ley Federal de Fomento, las ONG's y la iniciativa privada, que busca mejorar condiciones sociales, económicas y ambientales, así como mejorar su situación competitiva agregando valor social a sus actividades. Además, se labor se caracteriza por la presión política, investigación y estudios para influir y monitorear la formulación de políticas públicas.²⁹⁹

Respecto a las organizaciones no gubernamentales, Ayala las define como organizaciones sin fines de lucro autónomas de los Estados, con el propósito de promover el desarrollo de los países por medio de la transferencia de recursos

²⁹⁷ OEA, *Cooperación* (en línea), OEA, 2019, URL: <http://www.oas.org/es/acerca/cooperacion.asp> [Consulta: 28/04/19].

²⁹⁸ Cfr. Citlali Ayala, *et al*, *op cit*. pp. 141, 155.

²⁹⁹ Cfr. *Ibid*. pp. 148-149.

económicos, materiales y humanitarios. Además, describe la cadena de cooperación no gubernamental donde éstas obtienen donaciones de las sociedades y gobiernos tanto de países desarrollados como países en desarrollo, que a su vez canalizan a través de recursos, servicios y asesorías a otras organizaciones de países en desarrollo, entre las cuales figuran las civiles.³⁰⁰

Además de estos dos actores no gubernamentales, cabe abordar a las multinacionales desde dos enfoques, de la cooperación internacional y en términos de convenios entre instancias del gobierno y de las empresas para promover el desarrollo de sectores estratégicos por medio de políticas de compensación.

De acuerdo con Beraldi y Broecker algunos ejemplos de compensaciones son los requerimientos al vendedor de manufacturar su producto con componentes del país comprador; la transferencia tecnológica en asistencia técnica o en I&D; asistencia crediticia al comprador como préstamos e inversión que por lo general se dirige a filiales de la empresa vendedora en el país comprador; y capacitación en la producción y mantenimiento de los bienes.³⁰¹

En cuanto a la cooperación internacional empresarial, destaca aquella entre empresas y universidades. Algunas de las modalidades en las que se realiza esta cooperación son el intercambio de información; asesoría, asistencia técnica, consultoría y estudios; capacitación, intercambio y contratación de personal; centros mixtos de I&D; servicios tecnológicos; transferencia de conocimiento y tecnología; consorcios tecnológicos; y redes de cooperación, entre otras.³⁰²

Una vez expuesto el panorama general de los actores involucrados con la cooperación internacional, se prosigue con el análisis de los Estados e instancias internacionales con los cuales se puede cooperar para realizar las alianzas

³⁰⁰ Cfr. *Ibid.* pp. 149, 153.

³⁰¹ Cfr. Fernanda Beraldi; Edwin Broecker, *op cit.* p. 5.

³⁰² Cfr. Jesús Sebastián, *La dimensión internacional de la cooperación empresa-universidad* (pdf), Consejo superior de investigación científica, España, URL: http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista112_S2A4ES.pdf [Consulta 28/04/19]. p. 8.

estratégicas que permitirán impulsar las ventajas competitivas del sector espacial mexicano, con lo cual se posicione al clúster espacial.

Debido a que la AEM es el órgano rector del sector en el país, le corresponde a ésta promover y concretar las alianzas estratégicas a nivel internacional. A través de la Coordinación General de Asuntos Internacionales y Seguridad en Materia Espacial –en adelante la Coordinación de Asuntos Internacionales-, realiza las negociaciones de acuerdos internacionales y tratados sobre actividades espaciales, así como la validación de proyectos y su implementación.³⁰³

Asimismo, ésta funge como vínculo con la Secretaría de Relaciones Exteriores para revisar, formular y formalizar acuerdos interinstitucionales en la materia; fomenta estudios teórico-prácticos y acuerdos internacionales de los que deriven misiones científicas; y supervisa las investigaciones, trabajos teóricos y prácticas espaciales mediante la articulación de intercambio de tecnología; entre otras actividades.³⁰⁴

No obstante lo anterior, de acuerdo con José A. Castro, la cabeza de los sistemas nacionales de cooperación internacional son las Agencias Nacionales de Cooperación, entendidas como instancias normativas de cada país que dirigen las acciones de la cooperación internacional. Generalmente son dependientes del Ministerio de Relaciones Exteriores, aunque con participación de otras instancias en ciertos casos, como en la cooperación financiera, la cual requiere la participación del Ministerio de Economía.³⁰⁵

Siendo así, la AEM no es la única instancia gubernamental que puede realizar funciones de cooperación internacional en beneficios del sector espacial. En México se cuenta con la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para

³⁰³ Cfr. AEM, *Estatuto orgánico de la Agencia Espacial Mexicana* (pdf), AEM, México, 2012, URL: <http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/estatuto-aem.pdf> [Consulta: 28/04/19]. p. 20.

³⁰⁴ Cfr. AEM, *Estatuto orgánico*, *op cit.* pp. 20-21.

³⁰⁵ José A. Castro, *Cooperación Internacional* (pdf), UCI, Costa Rica, URL: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-09/Unidad_academica/5/1_IntroCooperaci%C3%B3nInternacional.pdf [Consulta:04/21/19]. p. 1.

el Desarrollo (AMEXCID), la cual coordina, programa, promueve, ejecuta y evalúa los programas de cooperación internacional del país, ya sea oferente o receptor.³⁰⁶

Por tanto, respecto a los Estados y sus gobiernos, las alianzas serían provechosas con aquellos que permitan potenciar las ventajas competitivas del sector espacial mexicano. Como se revisó en el segundo capítulo, Estados Unidos, China y Rusia son las potencias regionales del sector espacial, por lo cual son deseables para formar parte de la estrategia de alianzas internacionales, en este caso de forma bilateral para facilitar los acuerdos.

Actualmente, la AEM ha firmado instrumentos de cooperación con las agencias espaciales de estos países. En el caso chino, con la CNSA se firmó un memorándum de entendimiento concerniente a la cooperación espacial con fines pacíficos³⁰⁷. Sin embargo, la política espacial china permite cooperar en aspectos más amplios del sector y con instrumentos vinculantes de mayor alcance, como puede ser un acuerdo internacional.

Dicha política está determinada por los principios de independencia, paz, innovación y desarrollo abierto, lo cual influye en su búsqueda de independencia tecnológica-operacional, uso pacífico del espacio, la creación de un sistema de innovación en ciencia y tecnología, y cooperación con equidad y beneficio mutuo³⁰⁸. El desarrollo abierto postula un beneficio mutuo de las partes y a su vez sus principios de innovación e independencia promueven el desarrollo tecnológico.

En el caso de Rusia, la AEM firmó con Roscosmos una carta de intención para la exploración y utilización del espacio ultraterrestre para fines pacíficos³⁰⁹. No obstante, en su planeación estratégica afirma que requiere el desarrollo y

³⁰⁶ Cfr. AMEXCID, *Sistema Mexicano de Cooperación Internacional para el Desarrollo* (en línea), AMEXCID, México, 2016, URL: <https://www.gob.mx/amexcid/acciones-y-programas/sistema-mexicano-de-cooperacion-internacional-para-el-desarrollo-29328?idiom=es> [Consulta: 28/04/19].

³⁰⁷ Cfr. AEM, *Acuerdos vigentes firmados con agencias...*, op cit. p. 1.

³⁰⁸ Cfr. Marco Aliberti, op cit. pp. 32-33.

³⁰⁹ Cfr. AEM, *Acuerdos vigentes firmados con agencias...*, op cit. p. 1.

ampliación de la cooperación internacional para investigaciones científicas conjuntas³¹⁰, por lo cual la AEM podría cooperar en este rubro.

En esta línea de acciones, con la CNSA y Roscosmos, convendría avanzar en dirección de concretar un acuerdo marco que en lo sucesivo permita desarrollar un marco de cooperación que dé mayor certeza tanto de los ámbitos en que desean cooperar como con proyectos y acuerdos vinculantes, en particular para obtener conocimiento, experiencia y tecnología en beneficio mutuo.

En el caso estadounidense, la AEM ha firmado acuerdos espaciales concretos con la NASA. Un convenio con recursos no reembolsables para desarrollar el satélite Aztechsat-1 Cubesat y otro de carácter reembolsable para participar en el programa internacional de internos de la NASA.

Con ello se percibe una cooperación desarrollada entre los dos países, aunque se debe ampliar en cooperación técnica, científica y educativa, en infraestructura de TIC's y tecnologías de la industria 4.0, así como promoviendo cooperación financiera con instrumentos operativos como el cofinanciamiento de proyectos y partida de cooperación, ya que los montos estadounidenses serán mucho mayores a los que pueda ofrecer México.

El avance en la cooperación espacial entre ambos países norteamericanos es beneficioso para contrarrestar la brecha tecnológica y la especialización de recursos humanos, incluso este mutuo beneficio se podría extender a través del T-MEC, con lo cual también se incluiría a Canadá. No obstante, pese a las ventajas y el atractivo de la región norteamericana, México debe diversificar sus relaciones para evitar dependencia tecnológica y aprovechar aportes de otros Estados.

En concordancia con lo anterior, Brasil se aprecia como Estado a tomar en cuenta para la estrategia de alianzas internacionales, así como otros Estados latinoamericanos, debido al interés de la AEM por tener mayor presencia en Latinoamérica en materia espacial, de acuerdo al Plan de Órbita 2.0.

³¹⁰ Cfr. Anastasia Edelkina, Oleg Karasev, Natalia Velikanova, *op. cit.* p. 4

Esto se traduce en dos oportunidades dentro de las alianzas estratégicas internacionales en la cooperación horizontal/sur-sur. Por un lado, para desarrollar una cooperación bilateral con Brasil; y por otro lado, para desarrollar cooperación multilateral en la región, aún más teniendo en cuenta los proyectos del cuarto hito del Plan de Órbita 2.0, entre los cuales se planea desarrollar infraestructura espacial para aumentar la cobertura de conectividad de la región y crear una red latinoamericana de protección civil por tecnología satelital.³¹¹

Al momento sólo se tiene un convenio con Brasil, relativo a un centro regional de enseñanza de ciencia y tecnología del espacio para América Latina y el Caribe (CRECTEALC). Este centro en México tiene cursos en comunicación satelital, en percepción remota y sistemas de información geográfica, así como posgrado en Ciencia y Tecnología del espacio.

Además de capacitar recursos humanos, los centros generan investigaciones que van desde estudios de aprovechamiento de recursos naturales, análisis de cultivos y urbanismo, hasta datos climatológicos y geográficos, entre otros. Cabe señalar que son desarrollados por investigadores de diferentes nacionalidades de la región.³¹²

No obstante, resulta crucial concretar más acuerdos con este país, para aprovechar la experiencia de la AEB formulando acuerdos con multinacionales para la transferencia tecnológica en favor de sus empresas nacionales, así como fomentar fondos mixtos que beneficien proyectos de cooperación con igualdad de beneficios para ambas naciones o partida de cooperación con montos diferenciados, principalmente en temas de capacitación, investigación conjunta y avances tecnológicos.

De entre los países latinoamericanos a tomar en cuenta destacan los que conforman la Alianza del Pacífico (México, Colombia, Perú y Chile), por el avance en la cooperación que implica este bloque económico regional; los países

³¹¹ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 79.

³¹² Cfr. CRECTEALC, *Investigaciones y proyectos* (en línea), México, URL: <http://www.crectealc.org/investigacion-y-proyectos.html> [Consulta: 11/07/2020].

centroamericanos, toda vez que son previstos en la red de protección civil proyectada³¹³; y finalmente Argentina, por su posición como el décimo segundo Estado con mayor inversión en el sector, de acuerdo con el Plan de Órbita 2.0.³¹⁴

Con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República de Argentina ya se ha firmado un acuerdo marco para la cooperación espacial con fines pacíficos, no obstante, como se ha puntualizado, por su inversión en el sector resulta fundamental concretar proyectos de cooperación de beneficio mutuo, ya sea con fondos mixtos o partidas de cooperación.

En cuanto a los países de la Alianza del Pacífico, no se cuenta con acuerdos en materia espacial, no obstante, con Colombia y Chile se ha realizado cooperación relativa al espacio. En el caso de Colombia, instituciones de este país colaboraron identificando elementos que integrar en la Red Mesoamericana para la Gestión Integral de Riesgos con información geoespacial³¹⁵, misma que beneficia a la región de Centroamérica al permitir visualizar fenómenos naturales en tiempo real; cabe señalar la cooperación en este proyecto por parte del Banco Interamericano de Desarrollo.³¹⁶

Respecto a Chile, se realizó cooperación triangular para beneficiar a Cuba con el taller de Metadatos de información geográfica, ello gracias al fondo conjunto de cooperación México-Chile. Cabe señalar que este fondo no se gestionó a través de sus respectivas agencias espaciales sino por sus agencias bilaterales de cooperación, la AMEXCID y la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ACCID).³¹⁷

³¹³ Cfr. AMEXCID, *Cooperación Internacional, fundamental para la gestión integral del riesgo en Mesoamérica y el Caribe* (en línea), AMEXCID, México, 2017, URL: <https://www.gob.mx/amexcid/prensa/cooperacion-internacional-fundamental-para-la-gestion-integral-del-riesgo-en-mesoamerica-y-el-caribe?idiom=es-MX> [Consulta: 28/04/19].

³¹⁴ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 24.

³¹⁵ Cfr. AMEXCID, *Instituciones colombianas conocen la plataforma RM-GIR* (en línea), AMEXCID, México, 2018, URL: <https://www.gob.mx/amexcid/prensa/instituciones-colombianas-conocen-la-plataforma-rm-gir?idiom=es> [28/04/19].

³¹⁶ Cfr. AMEXCID, *Cooperación Internacional...* *op cit.* p. 1.

³¹⁷ Cfr. AMEXCID, *México y Chile contribuyen con Cuba a mejorar la utilización de la información geográfica en los países del Caribe* (en línea), AMEXCID, México, 2016, URL:

Pese a la colaboración con ambos países, no se está aprovechando la plataforma que brinda la Alianza del Pacífico para cooperar multilateralmente con todos los Estados miembros en materia espacial, adquirir mayor presencia en la región e impulsar la integración con la industria latinoamericana espacial.

Prosiguiendo con otros actores internacionales, se aborda la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés), debido a que figura como la cuarta instancia que otorga mayor presupuesto al sector espacial a nivel global, de acuerdo con el Plan de Órbita 2.0.³¹⁸

El nuevo plan de acción de la ESA establece tres prioridades, a saber, incentivos fiscales para la I&D, mejorar la colaboración de investigación y transferencia de conocimiento entre industria e investigación pública, y definir e implementar servicios innovadores, aunado al establecimiento de una investigación industrial europea y un sistema de monitoreo de innovación.³¹⁹

Al momento, México y la ESA tienen un convenio, con vigencia hasta diciembre del 2021, para establecer una estación de monitoreo en territorio mexicano. En sus avances ya se recibió la estación de recepción de datos, en tanto se está instalando su antena asociada.³²⁰

Si bien se trata de otra agencia Europea, cabe destacar el convenio entre la AEM y la agencia espacial alemana (DLR por sus siglas en alemán), ya que a través de este convenio México se hizo acreedor de infraestructura espacial-

<https://www.google.com/url?client=internal-uds-cse&cx=001009928181730403690:azhagrifyx8s&q=https://www.gob.mx/amexcid/prensa/mexico-y-chile-contribuyen-con-cuba-a-mejorar-la-utilizacion-de-la-informacion-geografica-en-los-paises-del-caribe&sa=U&ved=2ahUKEwjrmP2PqPHhAhUEKKwKHdBBCsQQFjAlegQIABAC&usg=AOvVaw1rIWj3CiSqm8NG2DOOO2cr> [Consulta: 28/04/19].

³¹⁸ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 24.

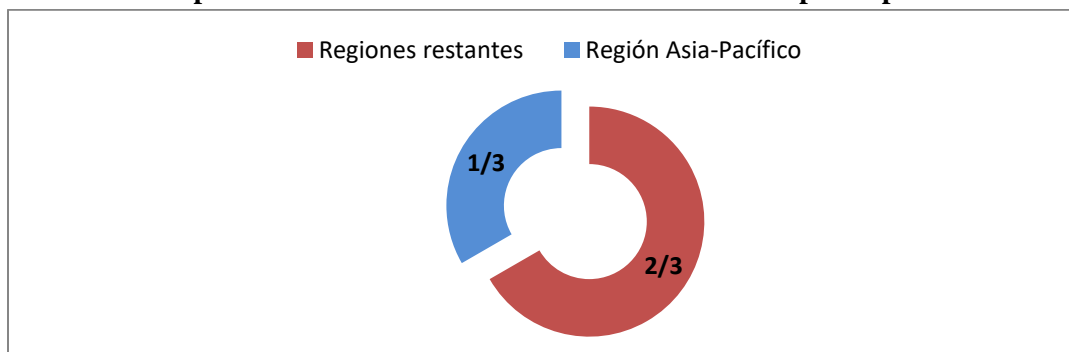
³¹⁹ Cfr. ESA. *Op cit.* p. 8.

³²⁰ Cfr. AEM, *Informe de autoevaluación 2018* (pdf), AEM, México, 2018, URL: http://www.aem.gob.mx/transparencia-aem/rendicion-cuentas/files/Informe_de_Autoevaluacion_2018.pdf [Consulta: 11/07/2020], p. 190.

satelital para la antena ERIS ³²¹. Con lo cual se tiene otro ejemplo en el cual una alianza internacional brindó ventajas competitivas.

Finalmente, cabe señalar que la cooperación con la región de Asia-Pacífico debe considerarse como clave en la estrategia de alianzas internacionales, toda vez que se estima se originará un tercio de la demanda del sector espacial para 2030, de acuerdo al estudio realizado por el gobierno de Australia del Sur³²². De tal forma, se tendrá una aproximación al mercado que determinará la demanda futura y a su vez se colaborará con países que representarán competencia en la cadena global de valor.

Gráfica 10. Proporción de la demanda del mercado del sector espacial para el año 2030



Elaboración propia con datos del documento del gobierno de Australia del Sur, "Aerospace clusters. World's best practice and futur perspectives. An Opportunity for South Australia".

Ya se ha tratado el caso de China, pero otros de los países que se deben tener en cuenta son India, Corea del Sur, Australia y Japón, ello debido a su inversión en la materia y sus actividades, que los ubican dentro de los primeros once Estados que destinan los mayores recursos al sector espacial, de acuerdo al Plan de Órbita 2.0.³²³

³²¹ Cfr. AEM, *Construye AEM programa de antena de recepción de información satelital "Eris" en Chetumal* (en línea), AEM, México, 2015, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/construye-aem-programa-de-antena-de-recepcion-de-informacion-satelital-eris-en-chetumal-19818> [Consulta: 11/07/2020].

³²² Cfr. Matteo Paone; Nicola Sasanelli, *op cit.* p. 100.

³²³ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* p. 24.

Al momento, la AEM sólo cuenta con un memorándum de entendimiento con la India en la materia, relativo a la cooperación espacial con fines pacíficos³²⁴. En el caso de Japón y Corea del Sur, la AEM convocó a una reunión de trabajo con la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA) para fortalecer la cooperación bilateral y facilitar alianzas tecnológicas, así como con el Instituto de Investigación Aeroespacial de Corea para intercambiar un panorama de la relación bilateral en materia espacial.^{325 y 326}

Es por tanto que la AEM se encuentra con la oportunidad de concretar convenios que beneficien la reducción de la brecha tecnológica, investigación conjunta y especialización de recursos humanos, con una región que se presume determinará el mercado y la competencia del sector espacial a futuro.

Se ha puesto especial énfasis en la cooperación con Estados y sus agencias, debido a que siguen siendo predominantes en materia de cooperación internacional, de acuerdo a Ayala como se precisó al principio de este apartado; sin embargo, hay otros actores internacionales relevantes en la escena.

A lo largo de la exposición de los Estados estratégicos para la alianza internacional, también se hizo mención de agencias bilaterales de cooperación, como la AMEXCID de México y la ACCID de Chile; instituciones financiera internacionales como el BID; y organizaciones internacionales como la Alianza del Pacífico.

Respecto a las agencias de cooperación, la AEM primero podría promover de manera interna que la AMEXCID centre mayor atención al sector espacial, para que de esa forma se pueda impulsar cooperación bilateral con otras agencias, en particular con los estados expuestos en el presente planteamiento.

³²⁴ Cfr. AEM, *Acuerdos vigentes firmados con agencias...*, op cit. p. 1.

³²⁵ Cfr. SCT, Fortalecen cooperación bilateral México y Japón en materia especial (en línea), SCT, México, 2015, URL: <http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/fortalecen-cooperacion-bilateral-mexico-y-japon-en-materia-espacial/> [Consulta: 28/04/19].

³²⁶ Cfr. AEM, *Acuerdan cooperación bilateral en tema espacial México y Corea del Sur* (en línea), AEM, México, 2018, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/acuerdan-cooperacion-bilateral-en-tema-espacial-mexico-y-corea-del-sur-172947?idiom=es> [Consulta: 29/04/19].

Sobre las instituciones financieras internacionales, debido a las implicaciones de endeudamiento, así como a las condicionalidades que afecten las políticas de desarrollo del país, sería preferible prescindir de sus recursos. Aunque, por la proximidad regional del BID a la realidad mexicana, se asume como instancia a la cual recurrir de ser preciso.

Finalmente, de las organizaciones internacionales se mencionó la Alianza del Pacífico, la cual puede facilitar el movimiento tanto de capital humano como de bienes y conocimiento que beneficien al sector espacial, así como cooperación multilateral entre los cuatro países miembros.

Por otro lado también existe la *Asia-Pacific Economic Cooperation* (APEC), organización internacional que como foro de cooperación regional presenta la oportunidad de iniciar cooperación multilateral en la formulación de acuerdos marco con China, Corea del Sur, Japón y Australia; en especial con este último, debido a la baja cooperación en la materia y sin descartar la posible cooperación bilateral fuera del marco de la APEC, en particular con India que no forma parte.

En la región existe otra organización importante, la *Asia-Pacific Space Cooperation Organization* (APSCO), donde México ya es estado observador e invitado a ser miembro permanente. En ésta se tendría acceso a entrenamiento de talento, con más de 150 participantes de los países miembros cada año; acceso a red de datos, monitoreo de desastres, centros de educación, investigaciones y satélites de la organización; y acceso a infraestructura espacial en telemedicina y servicios de prueba.³²⁷

Otra de las organizaciones internacionales a considerar es la *United Nations Office for Outer Space Affairs* (UNOOSA), instancia de cuya cooperación se puede beneficiar el sector espacial mexicano debido a su labor en talleres internacionales, cursos de capacitación, proyectos piloto y ciencia espacial básica

³²⁷ Cfr. APSCO, *About APSCO* (en línea), APSCO, China, 2020, URL: <http://www.apsco.int/html/comp1/content/WhatisAPSCO/2018-06-06/33-144-1.shtml> [Consulta: 11/07/2020].

para el beneficio de países en desarrollo³²⁸, además de ser un espacio más amplio de cooperación con otros Estados que la Alianza del Pacífico, APEC o APSCO.

La AEM sólo ha firmado un acuerdo con UNOOSA, para hacer de la agencia mexicana una oficina regional de apoyo al programa de información obtenida del espacio para gestión de desastres, por el cual México ha brindado expertos para asesoramiento técnico de países centroamericanos, coordinar actividades entre países y seguimiento.³²⁹

Finalmente, es preciso abordar el *International Space Exploration Coordination Group* (ISECG), al ser un mecanismo de relación entre agencias espaciales, de carácter no vinculante, donde se intercambia información sobre los intereses, planes y actividades de exploración espacial³³⁰. Cabe señalar que la AEM no es parte de esta organización internacional, que puede aportar intercambio de información y estar al tanto de los avances del sector a nivel global.

Como se ha precisado con anterioridad, la cooperación internacional interestatal es predominante y por consiguiente los actores gubernamentales. No obstante, ello no resta importancia a las ONG's y a las organizaciones de la sociedad civil, debido a que son instancias que vinculan la realidad social con la formulación de políticas públicas.

En el caso de las ONG's, se ubicaron el Instituto Marte, que realiza estudios científicos, de exploración y entendimiento de Marte; el Instituto BAER, que realiza investigación ambiental; el LatIPnet, enfocado en educación innovadora, licencias tecnológicas y comercialización en colaboración con instancias de países latinos

³²⁸ Cfr. UNOOSA, *Roles and responsibilities* (en línea), UNOOSA, 2019, URL: <http://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/roles-responsibilities.html> [Consulta: 28/04/19].

³²⁹ Cfr. AEM, UN-SPIDER. *Proyectos GP-STAR y FOSAT-S* (en línea), AEM, México, 2017, URL: <https://www.gob.mx/aem/acciones-y-programas/un-spider> [Consulta: 11/07/2020].

³³⁰ Cfr. ISECG, *About ISECG* (en línea), ESA, 2019, URL: https://www.globalspaceexploration.org/wordpress/?page_id=50 [Consulta: 28/04/19].

para catalizar negocios con socios estadounidenses; y la *UAV Collaborative*, que promueve la investigación y desarrollo de vehículos aéreos no tripulados.³³¹

Respecto a las organizaciones de la sociedad civil, no se encontraron ejemplos de éstas específicamente vinculadas al sector espacial como en el caso de las ONG's, no obstante, la NASA sí coopera con este tipo de organizaciones, como en el *International Space Apps Challenge*, donde éstas competirán en la solución de problemáticas del sector con el uso de una amplia base de datos³³². Por tanto, se podría cooperar con organizaciones de la sociedad civil con intereses indirectos en el sector espacial, como el medio ambiente o el desarrollo industrial, ello para conocer la demanda social.

En cuanto a las multinacionales, la cooperación informal entre la AEM y éstas podría promover compensaciones industriales que beneficien a las empresas locales. Asimismo, se debe impulsar la vinculación con centros de investigación y universidades para realizar investigaciones conjuntas, con lo cual también se promoverá el aumento de inversión por parte del sector privado.

Respecto a cuáles empresas considerar para las alianzas estratégicas internacionales, podrían ser las más representativas del sector en México, de acuerdo al Plan de Órbita 2.0 son Airbus, SAFRAN, Advantech Wireless, Globalstar, Honeywell y UTC Aerospace Systems³³³. Asimismo, se consideran las empresas estadounidenses que figuran en el reporte *Emergin Space* por su presencia en el sector estadounidense, las cuales son *Blue Origin*, *SpaceX*, *Planet Labs*, *Boeing*, *Inspiration Mars Foundation* y *Moon express*.³³⁴

Algunas empresas con las que la AEM ha firmado acuerdos son las estadounidenses Viasat y Lockheed Martin space systems company, aunque de acuerdo al informe de autoevaluación 2018 de la AEM, ninguno tiene actividades

³³¹ Cfr, NASA, *NASA research park: nonprofit partners* (en línea), NASA, EE.UU. 2015, URL: <https://www.nasa.gov/centers/ames/researchpark/partners/non-profit/index.html> [Consulta: 28/04/19].

³³² Cfr, NASA, *NASA to co-host apps challenge* (pdf), Lagniappe, EE.UU, vol. 7, no. 3, 2012, URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/March_2012_Lagniappe.pdf [Consulta: 29/04/19]. p. 6.

³³³ Cfr. Bereniz A. Castañeda; *et. al.*, *op cit.* pp. 36-37.

³³⁴ Cfr. NASA, *Emerging...*, *op cit.* p. 19.

derivadas hasta el momento; no así con la neerlandesa *Airbus Defense and Space*, con la cual se firmó una carta de intención que permitió intercambiar información.³³⁵

Conclusión

En este capítulo se definió al clúster y se analizó su papel para el desarrollo del sector espacial mexicano, con lo cual se detallaron las características que debe tener para fomentar un entorno para el desarrollo de ventajas competitivas. De igual forma se revisó la importancia del ámbito internacional para obtener dichas ventajas, abordando la cooperación internacional para el desarrollo y de estrategias para la internacionalización de empresas, con lo cual se precisó la estrategia de alianzas internacionales que será una ventaja competitiva y fuente de un entorno que las impulse, así como los actores involucrados en la misma.

En concreto, se concluyó que la generación de condiciones por parte del clúster y la estrategia de alianzas internacionales comparten una relación simbiótica, por lo que el éxito de uno reporta ventajas competitivas al otro, lo cual continuará en un círculo virtuoso.

Para que el clúster espacial sea una ventaja competitiva y permita obtenerlas, se revisó que éste puede ser innovador a través de un modelo de negocios flexible de innovación abierta, atendiendo a la economía compartida y a las características de un clúster de alta tecnología el cual codifica el conocimiento y la innovación con patentes y publicaciones científicas; usar tecnología de punta a lo largo de sus procesos; requiere actualización continua; y tiene que formar parte de una red internacional que le de acceso al conocimiento y avances científicos.

Asimismo, se observó que el clúster espacial debe ser ubicado en un espacio geográfico para que pueda generar un entorno impulsor de ventajas

³³⁵ Cfr. Cfr. AEM, *Informe de autoevaluación 2018...*, op cit. p. 190.

competitivas para el sector, esto si propicia la coordinación de la cuádruple hélice para lograr la especialización de los factores; obtener información de las tendencias del sector; establecer relaciones estrechas, líneas directas de comunicación e intercambio de influencias; concentrar el talento excepcional; e incentivar la rivalidad, preferentemente con una institución coordinadora del clúster.

Además, debido a la falta de un clúster espacial geográficamente ubicado, se infirió la posibilidad de promover la creación a partir de los cinco clústeres de la industria aeroespacial ya establecidos, aunque sesgados al sector aeronáutico; ya que los clústeres pueden superponerse.

En cuanto a las alianzas estratégicas internacionales, desde sus diferentes enfoques Porter, Krugman y Chang aceptan que es necesario que el Estado se involucre en el desarrollo de sus naciones, aunque en diferentes grados, y en particular para Porter es importante el plan internacional para generar ventajas competitivas. No obstante, con Caldusch se precisó que las asimetrías de los Estados permiten que cooperen, a la vez que determinan la cooperación y sus resultados.

Asimismo, se expusieron ejemplos de cooperación internacional realizada por la NASA que permitieron obtener ventajas competitivas y generar entornos que las promueven en el sector espacial, además, con estos ejemplos también se pudo demostrar que dichas alianzas internacionales pueden inscribirse en cooperación para el desarrollo.

Por mencionar algunos ejemplos tenemos al TAT, acuerdo que ha permitido capacitar 87 participantes en temas espaciales, que además se inscribe en el marco de la cooperación para el desarrollo al estar enfocado en países del este de Europa. Otros casos fueron el convenio Pixqui y el proyecto Aztechsat-1, ambos con resultados en capacitación, desarrollo de satélites y su lanzamiento, inscritos en la cooperación para el desarrollo toda vez que instancias de un país en

desarrollo como México obtienen ventajas competitivas de una agencia de un país desarrollado como la NASA.

Por otro lado, se apreció que la cooperación internacional para que las alianzas sean ventaja competitiva como fuente de éstas, podría ser sectorial y normativa; orgánica con una instancia gubernamental e informal para cooperar con empresas; así como combinada para abarcar instancias interestatales, organizativas o transnacionales.

Además, se destacó la cooperación técnica y científica, así como educativa y cultural, en tanto que la económica y financiera se apreció complicada para de obtener recursos al involucrar capital de riesgo y competencia internacional; no obstante, de llevarse a cabo se podría optar por recursos reembolsable.

Por su parte, se destacaron los acuerdos bilaterales respecto a los multilaterales, debido al mayor grado de facilidad para concretarlos con múltiples partes firmantes; aunque de realizar cooperación multilateral se precisó sea en el marco de la cooperación horizontal o regional. Además, se determinó la necesidad de comisiones mixtas, así como el uso de proyectos y programas sectoriales, por cofinanciamiento, partida de cooperación o fondo mixto.

Respecto a los actores con los cuales llevar a cabo las alianzas estratégicas internacionales, se observó que, en el área gubernamental, se ha de realizar con los siguientes Estados, sus agencias espaciales, sus agencias de cooperación y sus clústeres. Con Estados Unidos, China y Rusia, al ser las potencias regionales del sector; con Brasil y Argentina, por su peso y experiencia en el sector, así como Chile, Colombia y Perú, para ampliar la presencia en la región; con la ESA en la región de Europa, por su amplio alcance con diversos países; y con países de la región Asia-Pacífico, por su tendencia a futuro para determinar la demanda global del sector.

En relación con las instituciones financieras internacionales, se recomendó no recurrir a ellas para evitar endeudamiento, aunque de hacerlo se infirió la posibilidad de hacerlo con el BID, por su proximidad a la realidad regional de

América Latina. En cuanto a organismos internacionales, se concluyó que se deben tomar en cuenta la UNOOSA, APEC, APSCO y la ISECG, por sus alcances internacionales.

Finalmente, sobre los actores no gubernamentales se destacó por las ONG's a LatLPnet, al relacionarse con países latinos; por las Organizaciones de la sociedad civil a todas aquellas con intereses directos o indirectos en el sector; y las empresas multinacionales como *SpaceX*, por mencionar una; además de los clústeres de los Estados clave en la estrategia de alianzas internacionales.

A partir del análisis de los actores involucrados en la cooperación internacional, se puede observar que éstos van más allá de los Estados o sus agencias espaciales. Si bien, se observa una preponderancia estatal, en este capítulo se mostró que existe una diversidad de actores con los cuales poder establecer alianzas internacionales estratégicas fuera de los Estados.

Al analizar a los actores expuestos se obtuvieron ejemplos de cómo la cooperación internacional puede aportar ventajas competitivas, ventajas tales como capacitación de recursos humanos, acceso y transferencia de tecnología e infraestructura, intercambio de información y colaboración en investigación, que en algunos casos beneficia a terceros, como países con menor desarrollo.

Dichos casos fueron los convenios con la NASA para el Aztechsat-1 y su programa de Internos; con Brasil para el CRECTEALC; con Colombia para la Red Mesoamericana para gestión de riesgos; con Chile para el Taller de Metadatos de información geográfica, donde se benefició a Cuba; con la DLR alemana para la antena ERIS; la capacitación de los más de 150 participantes de APSCO; la asesoría técnica que brinda México a Centroamérica en el marco de UNOOSA; y el intercambio de información con la empresa Airbus.

En suma, se concluye tanto la importancia del clúster espacial de carácter innovador y geográficamente ubicado para generar condiciones que impulsen ventajas competitivas, al igual que alianzas estratégicas internacionales con modalidades e instrumentos de cooperación propicios para ser tanto ventaja

competitiva como fuente de éstas, ello al realizarse con Estados líderes y emergentes del sector y sus agencias espaciales, aunque con la posibilidad de también obtener ventajas competitivas con actores internacionales no estatales.

Conclusiones finales

A lo largo del presente trabajo de investigación quedó puntualizada la importancia de las ventajas competitivas, así como de un entorno que las impulse, para promover el desarrollo de México. Como se ha podido constatar, la AEM enfrenta dificultades tanto propias del país como provenientes del exterior, si bien se detallaron los avances que ha tenido para promover el sector espacial mexicano, también se manifestó la oportunidad de impulsarlo a través del clúster espacial innovador y alianzas estratégicas internacionales que generen un entorno propicio para desarrollar ventajas competitivas en el sector nacional.

En el primer capítulo se analizaron tanto las ventajas competitivas del sector espacial como las condiciones que las impulsan. Específicamente se abordó el concepto de ventaja competitiva y se precisó sus alcances en el desarrollo de los países. Asimismo, se examinaron las ventajas competitivas del sector espacial en general y del sector espacial mexicano en particular, así como las condiciones que impulsan dichas ventajas.

Del contraste de autores se concluyó que los Estados tienen un papel central, aunque moderado y enfocado a la competitividad, en el desarrollo económico y social, que a su vez pueden concretar impulsando un entorno nacional que permita a sus empresas obtener y mantener ventajas competitivas, esto al concluir que el uso de factores abundantes y baratos –llámense ventajas comparativas-, al ser estáticas no permiten llegar a un mayor desarrollo como el que ofrecen las ventajas competitivas, las cuales son dinámicas, aunque difíciles de acotar.

No obstante, el análisis permitió concluir que las ventajas competitivas implican la obtención de valor agregado, así como productividad, calidad y desarrollo tecnológico, comercialización, especialización de la mano de obra y marcos económicos que impulsen la producción; éstas surgen por actos de innovación y se mantienen por la mejora incesante, permiten posicionarse para competir y mantenerse en el mercado.

Asimismo, del examen hecho a las ventajas competitivas del sector espacial y a las condiciones que las impulsan, se infirió que ambas se relacionan estrechamente con la innovación, la especialización de los factores y el desarrollo tecnológico, ya que esto es base de la competitividad, lo cual confirma en parte la primera hipótesis de investigación.

Se dijo que la hipótesis se confirmó en parte porque la investigación demostró que si bien la innovación, la especialización y el desarrollo tecnológico son clave, de igual manera otros aspectos como la calidad del producto, costos inferiores, relaciones estrechas, productividad y diferenciación del producto.

Además, referente específicamente a las condiciones para impulsar las ventajas competitivas, aparte de la acumulación rápida de factores especializados; la óptima adquisición de información para innovar; y un ambiente que presione a las empresas a competir y desarrollar tecnología pionera; se confirmó que la base de este entorno son las relaciones estrechas que permitan generar conocimiento e innovación para adquirir y mantener ventajas competitivas.

En el segundo capítulo se analizaron las condiciones del sector espacial mexicano y las de otros países relevantes del sector. De igual forma se abordó el quehacer de la AEM y de otras agencias espaciales en la generación de condiciones que promueven sus respectivos sectores. Así se logró conocer el grado de desarrollo del sector espacial mexicano y el de su agencia espacial como generadora de condiciones que lo promueven, en contraste a la labor de los otros países analizados y sus agencias.

En principio, a partir de la revisión de las actividades espaciales del país y sus actores involucrados, así como sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, se detalló que existen ciertas inconsistencias y mejoras en el análisis FODA, tal como el orden de importancia de los factores enlistados o la falta de enfoque hacia la región Asia-Pacífico.

Asimismo, se concluyó que las condiciones del sector espacial mexicano se caracterizan por un limitado margen de actividades espaciales, aunque con impulso en nichos como el de satélites pequeños; crecimiento de dependencia y brecha tecnológica; un bajo nivel de presupuesto e inversión; y recursos humanos que requieren especialización; lo cual no permite aprovechar oportunidades y pone en desventaja ante la competencia externa.

Si bien se encontró que la AEM busca promover el desarrollo tecnológico, para beneficiar a la sociedad mexicana, tener independencia en la materia, posicionar al país en la cadena global de producción en áreas de alto valor agregado e impulsar el desarrollo económico; también se llegó a la conclusión que ésta se decanta más a actividades de análisis y difusión, que a desarrollar más proyectos tecnológicos y de innovación como el Aztechsat-1.

Además, se descubrió una variedad de actores de diferentes instancias que coadyuvan para desarrollar el sector espacial como MxSpace en el área privada, LINX y RedCyTE en la academia y la AEM misma en el área gubernamental; sin embargo, no se encontró una relación estrecha con la sociedad civil.

Por otro lado, se abordaron las condiciones de otros países con peso en el sector. Se revisaron sus actores, sus actividades espaciales y las tendencias internacionales del sector. En general se apreció que los países analizados tienen una desarrollada interrelación del sector público, privado y académico, así como civil en el caso estadounidense.

En comparación con México, en el caso de Estados Unidos, China y Rusia se encontró que éstos realizan más actividades espaciales, tienen empresas consolidadas, más presupuesto gubernamental y mayor interferencia en el sector

por parte de sus gobiernos. No obstante, también se observó que cuentan con problemas propios, tales como el declive del sector ruso o el poco desarrollo estadounidense en operaciones y alianzas internacionales en materia de satélites pequeños.

Además, se demostró que Brasil y México cuentan con características similares tales como capital humano por especializar, presupuesto reducido, agencias espaciales sin desarrollo tecnológico propio y una coordinación de actores involucrados, aunque más desarrollada por parte del país sudamericano.

Aunado, en el capítulo se detalló la cadena global de valor del área satelital, ya que esta área determina al sector espacial. A partir de esta aseveración se concluyó que sería favorable para México enfocarse en desarrollo de satélites de menor masa, ello sin descuidar otras áreas del sector para preservar un entorno competitivo. De igual forma, del análisis de esta cadena de valor se concluyó que existe predominio de empresas estadounidenses, aunque ello no demerita la diversidad de empresas involucradas que van desde Japón hasta España.

Respecto a la forma en que la AEM y las agencias espaciales de los cuatro países revisados generan condiciones que impulsan sus respectivos sectores espaciales, se concluyó que las cinco agencias presentan estrategias para promover la interacción entre los actores del sector, promocionar la asociación público-privada y promover la cooperación internacional.

Relativo a la interacción de los actores, se destacó el uso de clústeres por parte de Roscosmos de Rusia y de la AEB de Brasil; el *crowdsourcing* de la NASA, para involucrar a la sociedad civil; la plataforma tecnológica igualmente por la agencia rusa; y el clúster espacial RGMX de la AEM, como herramienta de vínculo con los mexicanos capacitados en el extranjero.

Con relación a la asociación público-privada, destacaron el *crowdfunding* estadounidense y la colaboración MxSpace-AEM en el caso mexicano. Por otro lado, sobre cooperación internacional, se encontró que la CNSA de China la promueve para generar confianza, Roscosmos para realizar investigación

conjunta, la NASA para compartir riesgos y especializar factores, en tanto que la AEB y la AEM la desarrollan para obtener información y tecnología.

En suma, en este segundo capítulo se confirmó que la AEM tiene proyectos importantes -Clúster RGMX, Centro de validación de productos, APP con MXSpace, Red de innovación, Aztechsat-1, por mencionar algunos- que generan un entorno impulsor del sector espacial mexicano relativo a desarrollo tecnológico, calidad de producto y estrechamiento de relaciones. Aunque tanto sus condiciones como la agencia espacial se encuentran rezagadas respecto a las medidas y condiciones de los otros países revisados, en particular respecto al desarrollo de tecnología transferible, presupuesto y presencia a nivel internacional.

Así se comprueba la segunda hipótesis de investigación, a saber, que debido al reciente interés por el sector espacial nacional, tanto las condiciones del sector como las formas en que la AEM las impulsa se encuentran rezagadas respecto a otros países y agencias espaciales. Aunque realiza esfuerzos por concretar algunos proyectos importantes y desarrollar el sector en México.

A partir del análisis efectuado se confirmó que hay dos puntos recurrentes e importantes en la promoción del sector espacial, los cuales son un clúster del sector y alianzas estratégicas a nivel internacional. Por tanto, en el tercer capítulo se analizaron las características de dicho clúster, así como los países y actores internacionales con los cuales realizar alianzas estratégicas, bajo la premisa de que se generará un entorno impulsor de ventajas competitivas en tanto el clúster sea innovador y las alianzas estratégicas se hagan con países líderes y emergentes del sector y sus agencias espaciales.

Como primer punto se analizó al clúster, caracterizado principalmente por concentrar conocimiento, actores involucrados e industrias relacionadas en un área geográfica cercana para que compitan y cooperen entre sí, y cuya dinámica permite adquirir e impulsar ventajas competitivas.

Debido a sus características así como a las indagaciones realizadas, se confirmó que el clúster debe establecerse en un espacio geográfico concreto y no

sólo como postula el Clúster Espacial RGMX, vinculando talento mexicano en el extranjero con el sector espacial nacional a través de una plataforma. A partir de este planteamiento se infirió que se puede promover la creación del clúster espacial en los cinco de la industria aeroespacial ya establecidos y sesgados al sector aeronáutico, partiendo de la premisa de que los clústeres pueden superponerse.

Respecto al tipo de clúster, para que sea una ventaja competitiva y permita obtener éstas, se observó que será innovador al tener un modelo de negocios flexible de innovación abierta y atendiendo a la economía compartida, así como características propias de los clústeres de alta tecnología, que implica la presencia de tecnología de punta desde el proceso de producción hasta la entrega del producto final; la codificación de conocimiento e innovación en patentes y publicaciones; con un continuo proceso de actualización; y forma parte de una red internacional para acceder a conocimiento y avances científicos.

Aunado a ello, se detallaron las mejores prácticas que pueden tener los clústeres, las cuales son contar con infraestructura que permita el intercambio de conocimiento y recursos; universidades y centros de investigación; una institución que coordine la interacción estratégica en el clúster; incentivar la atracción de empresas ancla y una interferencia gubernamental moderada; atraer firmas internacionales; participación en programas internacionales; elevada interconexión del clúster con otras industrias; internacionalización; especialización en segmentos innovadores; academia e industria interconectada; y orientación al mercado internacional.

En cuanto a las alianzas estratégicas internacionales se analizó la importancia del ámbito internacional para obtener ventajas competitivas. A partir del contraste de autores se destacó la importancia del Estado para el desarrollo, la importancia del ámbito internacional para obtener ventajas competitivas y la factibilidad de la cooperación entre Estados a partir de sus asimetrías, en particular cooperación para el desarrollo.

Por tanto se analizaron algunas de las alianzas internacionales establecidas por la NASA, de lo cual se concluyó que los convenios establecidos permitieron a las partes obtener ventajas competitivas en capacitación de recursos humanos, intercambio de ideas e información, acceso y transferencia de tecnología. Aunado, algunos de los acuerdos y proyectos se inscribieron en el marco de la cooperación para el desarrollo, al promover el progreso de países en desarrollo como México. Por mencionar algunos de esos proyectos están el TAT, Pixqui y el Aztechsat-1.

Además de mostrar que las alianzas internacionales reportan ventajas competitivas y que pueden inscribirse en cooperación para el desarrollo, se abordaron sus modalidades, actividades e instrumentos de la cooperación internacional, así como estrategias para la internacionalización de empresas. Con su estudio se definió la estrategia a seguir para que las alianzas internacionales sean fuente de ventajas competitivas.

Así se detalló que la cooperación internacional para el desarrollo más conveniente podría ser sectorial y normativa, de forma orgánica en caso de cooperar con instancias gubernamentales y de forma informal para cooperar con empresas, así como combinada para cooperar con instancias interestatales, organizativas o transnacionales.

Asimismo, se podrían enfocar en cooperación técnica y científica, educativa y cultural, para adquirir conocimiento y experiencia, reducir la brecha tecnológica y especializar recursos humanos. En cuanto a la cooperación económica y financiera, se confirmó su importancia, así como la dificultad de obtener recursos debido a que el sector implica capital de riesgo alto y competencia internacional. No obstante, se infirió que de llevarse a cabo se realice de carácter reembolsable.

Como se revisó a lo largo de la investigación, México cuenta con cooperación técnica y científica, como los proyectos del Pixqui o Tepotzines, así como cooperación educativa y cultura, como el convenio para acceder al programa de internos de la NASA. En tanto que sobre cooperación económica la AEM concretó el convenio del Aztechsat-1 con recursos no reembolsables,

asumiendo sus propios costos y no obteniendo recursos económicos por parte de la NASA; y de igual forma concretó el convenio del programa de internos con recursos de carácter reembolsables, asumiendo los costos.

Por el número de participantes se priorizaron los acuerdos bilaterales respecto a los multilaterales, debido al mayor grado de facilidad para concretar acuerdos sólo entre dos partes firmantes. De llevar a cabo cooperación multilateral se precisó podría realizarse como cooperación horizontal o regional, procurando sea a través de organizaciones ya establecidas; en tanto que la cooperación triangular puede realizarse para posicionar a México en el escenario internacional con países de renta similar o menor.

Además, se concluyó que en cada modalidad se pueden crear comisiones mixtas, en tanto que los instrumentos para llevar a cabo la cooperación podrían enfocarse en proyectos y programas sectoriales, principalmente por cofinanciamiento, seguido por partida de cooperación y fondo mixto.

Finalmente, respecto a los actores involucrados en la cooperación internacional para el desarrollo, se analizaron las instancias con las cuales concretar la alianza estratégica, de cuya relación se posicione al clúster, disminuyan las debilidades y contrarresten amenazas al sector espacial mexicano.

Se detalló que las instancias internacionales con las cuales llevar a cabo alianzas se dividen en gubernamentales y no gubernamentales, siendo las primeras las preponderantes en la cooperación internacional. Entre sus actores se encuentran los Estados, con los cuales la AEM y la AMEXCID pueden impulsar alianzas estratégicas, tanto con éstos como con sus agencias espaciales y sus agencias de cooperación, en particular con Estados Unidos, China y Rusia, por ser las potencias regionales del sector.

Del análisis efectuado se determinó la oportunidad de formar un acuerdo marco con la CNSA y Roscosmos, de tal forma que se tengan las bases para profundizar la cooperación. En tanto que con la NASA debe ampliarse la relación

para aprovechar la cooperación técnica, científica y educativa, a través del cofinanciamiento de proyectos y partidas de cooperación.

En América Latina, para liderar el sector regional, se puntualizó la posibilidad de llevar a cabo cooperación horizontal y bilateral con Brasil y su agencia espacial, a través de fondos mixtos. También se destacó cooperar con Colombia, Perú y Chile a través del marco de la Alianza del Pacífico, así como con Argentina con fondos mixtos o partidas de cooperación.

En Europa se analizó la oportunidad de cooperar con la ESA, en tanto que en la región de Asia-Pacífico se sugirió cooperar con India, Corea del Sur, Australia y Japón, debido a su inversión en la materia y sus actividades que los ubican dentro de los primeros once Estados con mayores recursos para el sector; además, debido a que estiman que la región determinará al sector en un futuro.

Respecto a las instituciones financieras internacionales, se desestimó la relación con las mismas para evitar el endeudamiento y la interferencia en políticas de desarrollo, aunque de tener que recurrir a estas instancias podría recurrirse al BID, por su proximidad a la realidad de la región.

Sobre organizaciones internacionales, además de la Alianza del Pacífico, se puntualizó la importancia de APEC para cooperar multilateralmente con los países de la región Asia-Pacífico, así como la APSCO; la UNOOSA, por su labor para capacitar recursos humanos; y la ISECG, al permitir beneficiarse de la interacción con otras agencias espaciales.

En cuanto a los actores no gubernamentales de la cooperación internacional se precisaron tres, las ONG's, destacando la LatLPnet por su labor dirigida a países latinos; las organizaciones de la sociedad civil con intereses indirectos sobre el sector espacial; las multinacionales como *SpaceX*; con las cuales promover compensaciones industriales; y los clústeres espaciales, con los clústeres de los Estados planteados como clave de la cooperación.

Al analizar a los actores con los cuales establecer alianzas internacionales, se concluyó que éstos van más allá de los Estados o sus agencias espaciales, aunque también se confirmó que aún existe predominio en el sector espacial internacional por parte de las instancias estatales.

Además, bajo esta misma línea se concluyó que a partir de la cooperación internacional pueden obtenerse ventajas competitivas. Los casos en que se confirmó fueron el del Aztechsat-1 y el programa de internos de la NASA, el CRECTEALC con Brasil, la Red Mesoamericana para gestión de riesgos con Colombia, el Taller de Metadatos de información geográfica con Chile, beneficiando a Cuba, la antena ERIS con la DLR alemana, el intercambio de información con Airbus, las capacitaciones de APSCO y la asesoría técnica que brinda México a Centroamérica conforme a UNOOSA.

En específico, en estos casos se obtuvo acceso a tecnología, transferencia de infraestructura, capacitación de recursos humanos, intercambio de información y colaboración en investigación, con beneficia a terceros países con menor desarrollo en el caso de la cooperación con UNOOSA y Chile.

En suma, en el capítulo tres se concluyó tanto la importancia del clúster espacial innovador geográficamente ubicado en la generación de condiciones para impulsar ventajas competitivas, como la importancia de realizar cooperación internacional bajo las modalidades e instrumentos propicios, así como con Estados líderes y emergentes del sector y sus agencias espaciales, además de actores internacionales no estatales, de lo cual se podrán obtener ventajas competitivas.

Así, en el tercer capítulo se confirma la tercera hipótesis, ya que como se revisó un clúster espacial innovador cuenta con las características que promueven ventajas competitivas, en particular la interacción estrecha entre los involucrados; y de la misma manera las alianzas internacionales pueden generar ventajas competitivas, no obstante, cabe señalar que no sólo se podría obtener de países

líderes y emergentes –como se había establecido en esta hipótesis- sino con otras instancias tales como organizaciones internacionales y empresas.

A manera de conclusión final se afirma que el sector espacial mexicano se encuentra rezagado respecto a los otros países analizados, así como las formas en que la AEM impulsa condiciones que permitan el desarrollo del sector espacial nacional.

No obstante, la investigación también confirmó el potencial del clúster espacial con un enfoque de innovación abierta y alta tecnología, así como el de las alianzas estratégicas internacionales que se identificaron y describen, toda vez que ambos permiten generar condiciones donde se obtenga y concentre conocimiento que devendrá en innovación, especialización y desarrollo tecnológico, lo cual su vez serán ventajas competitivas.

Asimismo, se concluye que estas ventajas competitivas no sólo coadyuvarán en el desarrollo del sector espacial mexicano, sino de igual forma en el desarrollo de un círculo virtuoso donde la generación de un entorno de innovación permitirá adquirir mejores alianzas internacionales, con lo cual a su vez se reportarán más ventajas competitivas en los entornos que promueven los clústeres.

Recomendaciones

A partir de la investigación realizada se desprenden las siguientes propuestas para impulsar el sector espacial mexicano y fomentar un entorno impulsor de ventajas competitivas. En concreto son cinco las recomendaciones relativas al establecimiento de clústeres espaciales, atender el área de satélites de menor masa, diversificación de alianzas internacionales, aprovechar las regiones de América del Norte y Asia-Pacífico, y obtención de recursos.

1. La primera recomendación es desarrollar clústeres geográficamente establecidos y con enfoque al sector espacial en México. Éstos pueden promoverse en los 5 clústeres aeroespaciales que ya se encuentran en el país, pero sobre todo asegurarse de que cuenten con una institución coordinadora que incentive la competencia, además de promover las características que se describieron en el primer apartado del tercer capítulo.
2. La segunda recomendación es promover el desarrollo tecnológico del sector espacial en la mayoría de sus áreas posibles, pero con especial énfasis en el desarrollo de satélites cubesat y de menor masa, ya que como se revisó en el segundo capítulo, el área satelital –con una tendencia a satélites pequeños y junto al área de servicios- es la que determina en gran parte el desarrollo del sector espacial.
3. En la obtención de ventajas competitivas a partir de alianzas internacionales se mostró una gran variedad de actores con los cuales establecer convenios, por lo cual se recomienda diversificar lo más posible las relaciones internacionales para capacitar recursos humanos y tener acceso a tecnología para cerrar la brecha y el rezago en áreas innovadoras.
4. Si bien, en la recomendación anterior se propuso diversificar las relaciones internacionales, en éste se matiza, ya que es evidente la importancia de dos regiones para México, América del Norte y Asia-Pacífico. La primera porque Estados Unidos es un mercado con ventajas por su proximidad y volumen, así como por el predominio de empresas estadounidenses en

cadena globales de valor. Al respecto, el T-MEC presenta la oportunidad de regionalizar la cadena de valor espacial en Norteamérica.

Respecto a la región Asia-Pacífico, resulta importante para México ya que se estima determinara la demanda del sector espacial, por lo que es importante concretar convenios con clústeres, agencias espaciales y empresas de la región. En particular, destaca la oportunidad que es APSCO para aproximarse a la región y aprovechar sus ventajas competitivas.

5. Finalmente, la quita propuesta es relativa a la obtención de recursos para impulsar al sector. Como se puntualizó en la investigación, el sector en México y la AEM carecen de recursos y existe tendencia a disminuir, aunado a los retos presupuestales y de afectaciones de mercado que devendrán por causa de la crisis del covid-19.

Al respecto, se podría ampliar la captación de recursos y apoyo a través de estrategias como el *crowdsourcing*, el *crowdfunding* y asociaciones público-privadas (APP) para compartir costos y riesgos. Además, se podrían promocionar al T-MEC y al sector espacial mexicano para atraer inversión, en particular empresas ancla que atraigan recursos.

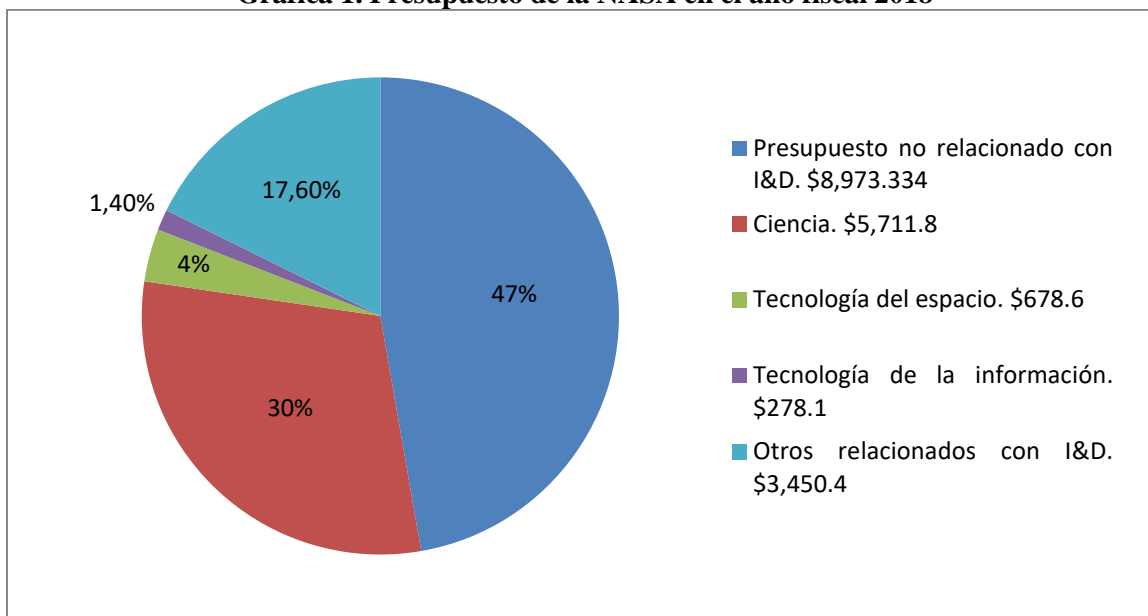
Por último sería posible concretar convenios internacionales que permitan a México acceder a recursos y tecnología, así como capitalizar proyectos que ayuden a enfrentar el covid-19, con lo cual se podrán captar recursos en este contexto.

Cabe señalar que la AEM lanzó una convocatoria para captar ideas innovadoras en el uso de tecnología espacial que podrían ser útiles ante la crisis. La agencia obtuvo 95 propuestas factibles para mitigar contagios, reactivar la economía y apoyo psicológico en confinamiento. Estima poder llevar a cabo algunas de forma inmediata y otras con apoyo de empresas, destacando en particular el caso de SpaceLab MX que lidera el desarrollo de un dispositivo resucitador.³³⁶

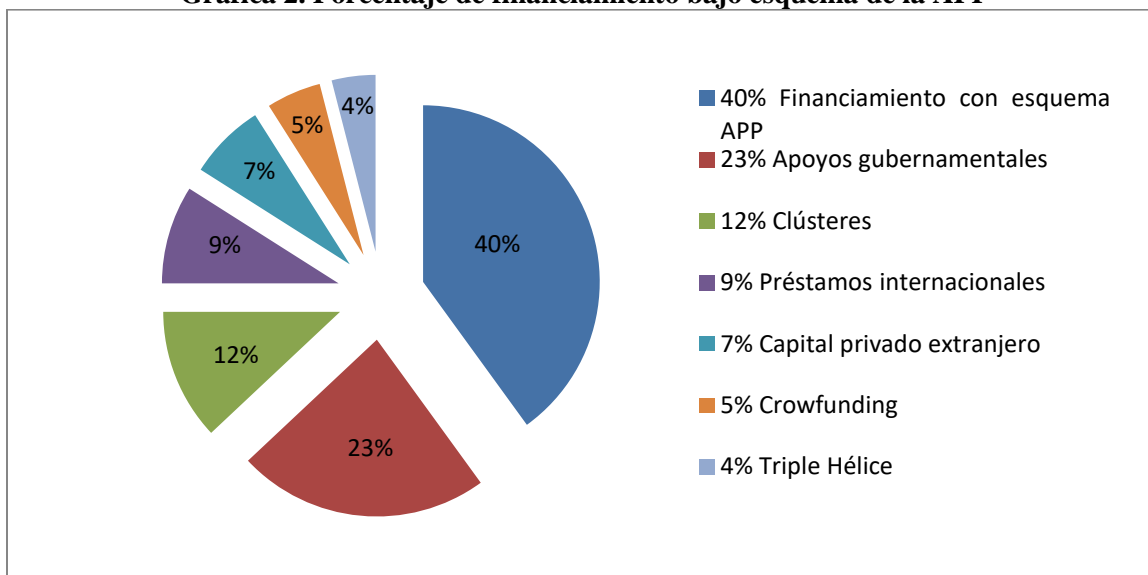
³³⁶ Cfr. AEM, Aplicarán tecnología espacial ante contingencia por COVID-19 (en línea), AEM, México, 2020, URL:<https://www.gob.mx/aem/prensa/aplicaran-tecnologia-espacial-ante-contingencia-por-covid-19-240507?idiom=es> [Consulta: 14/07/2020].

Anexos

Gráfica 1. Presupuesto de la NASA en el año fiscal 2018



Gráfica 2. Porcentaje de financiamiento bajo esquema de la APP



Gráfica 3. Fluctuación de los fondos de la AEM 2010-2019

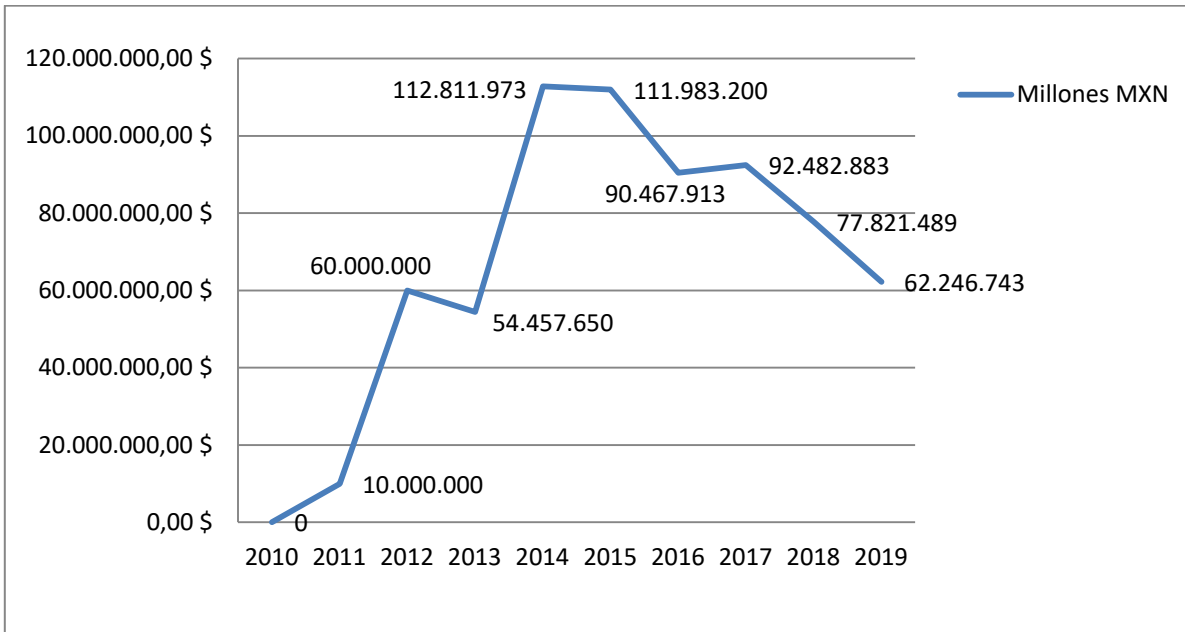


Gráfico 4. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por México y Brasil

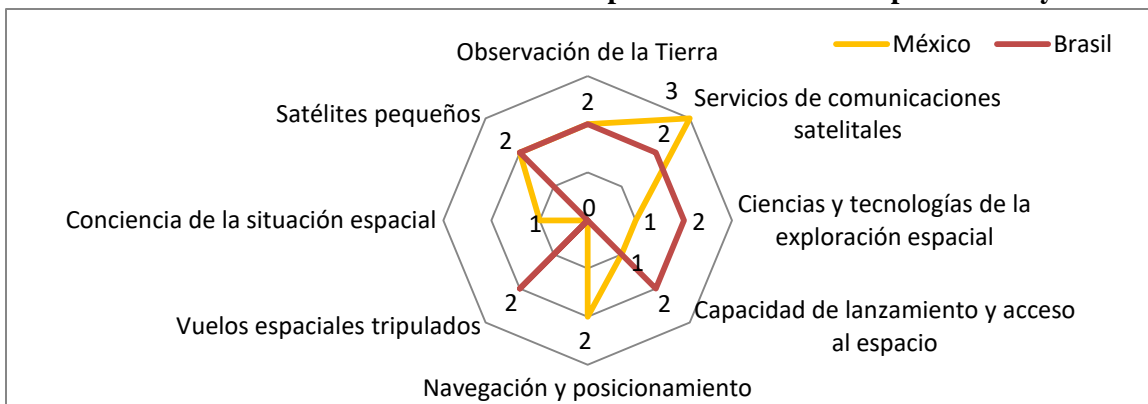


Gráfico 4.1. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por EE.UU.

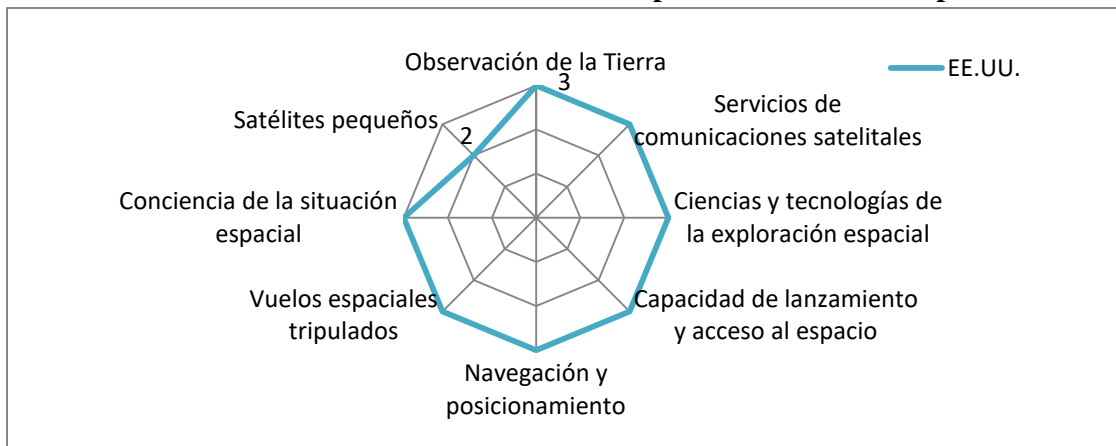


Gráfico 4.2. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por Rusia

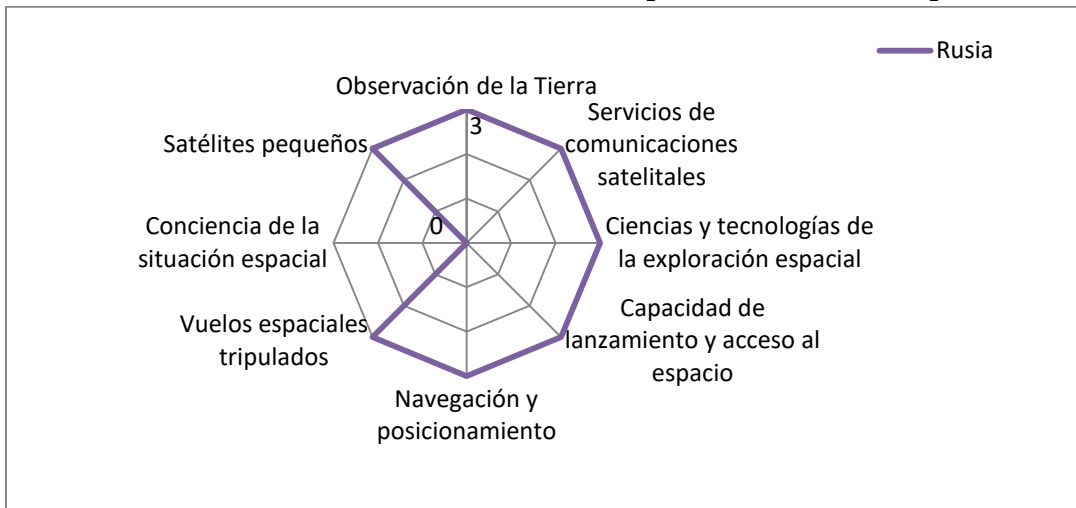
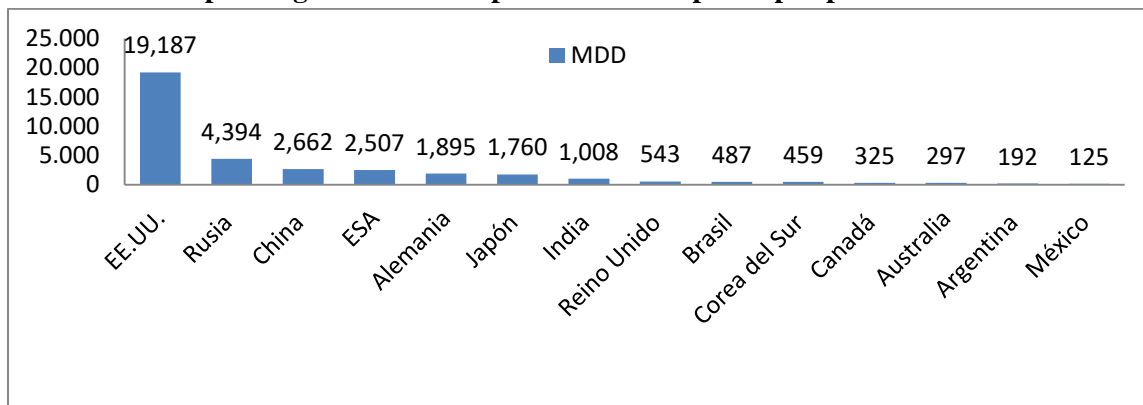


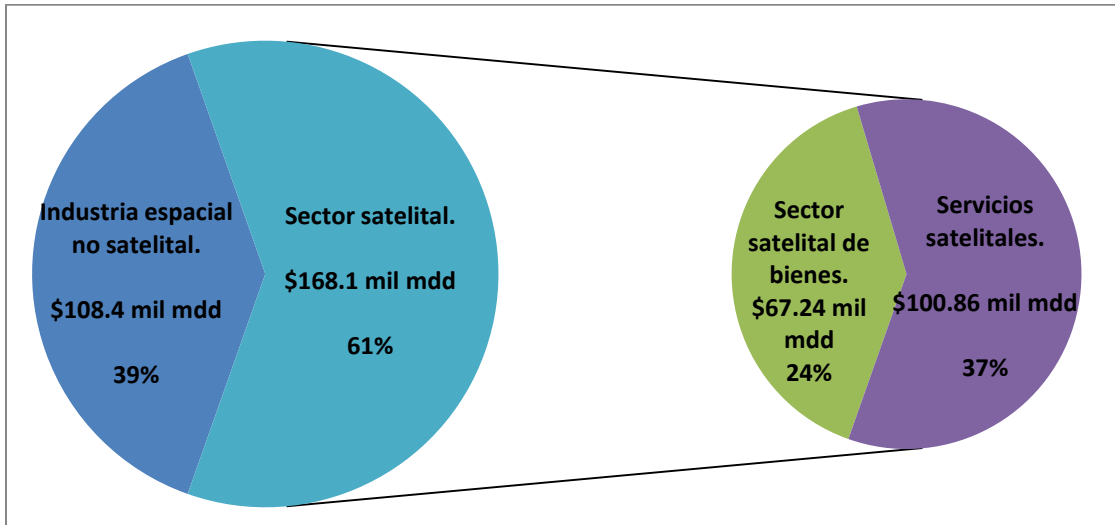
Gráfico 4.3. Nivel de desarrollo de actividades espaciales desarrolladas por China



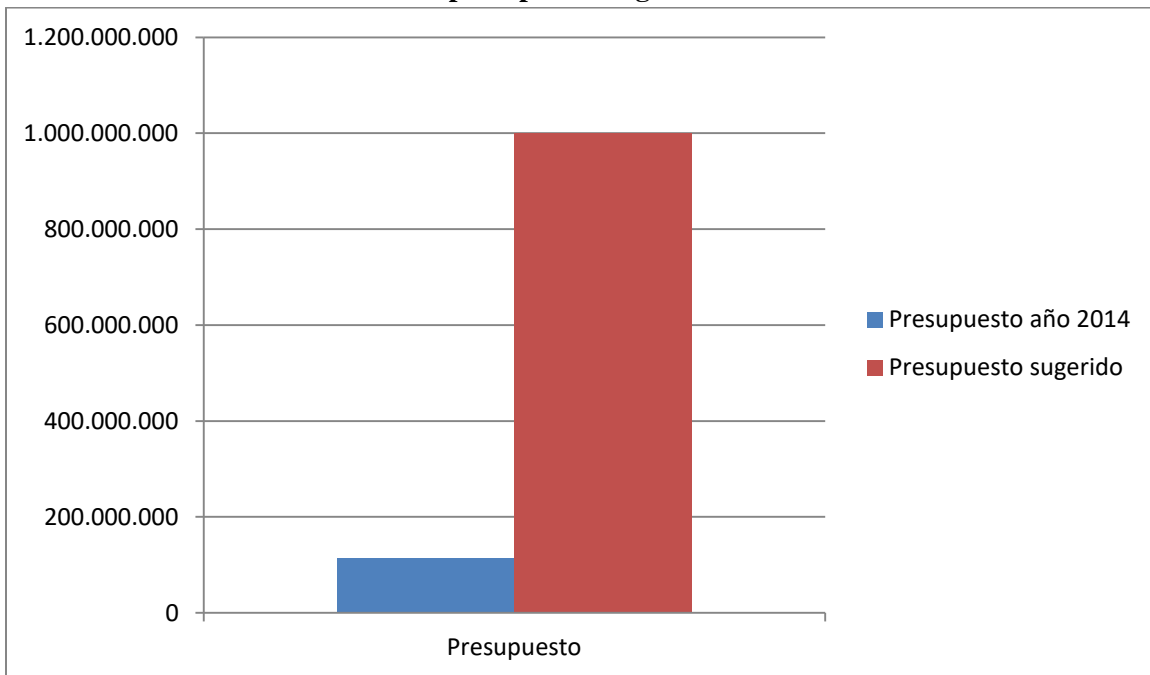
Gráfica 5. Presupuesto gubernamental para el sector espacial por país en millones de dólares



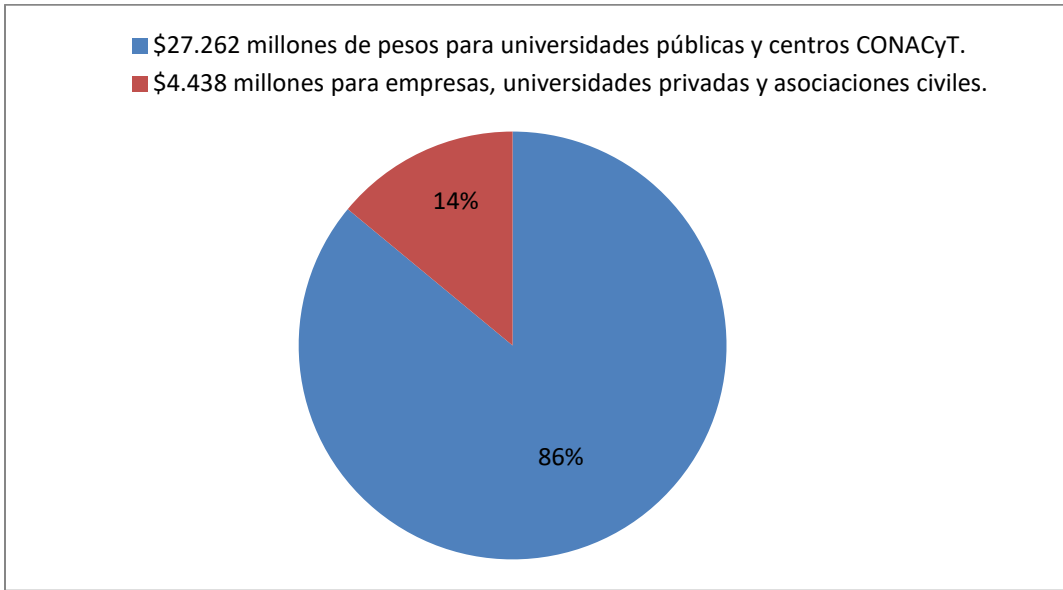
Gráfica 6. Sector satelital dentro de la industria espacial en 2011



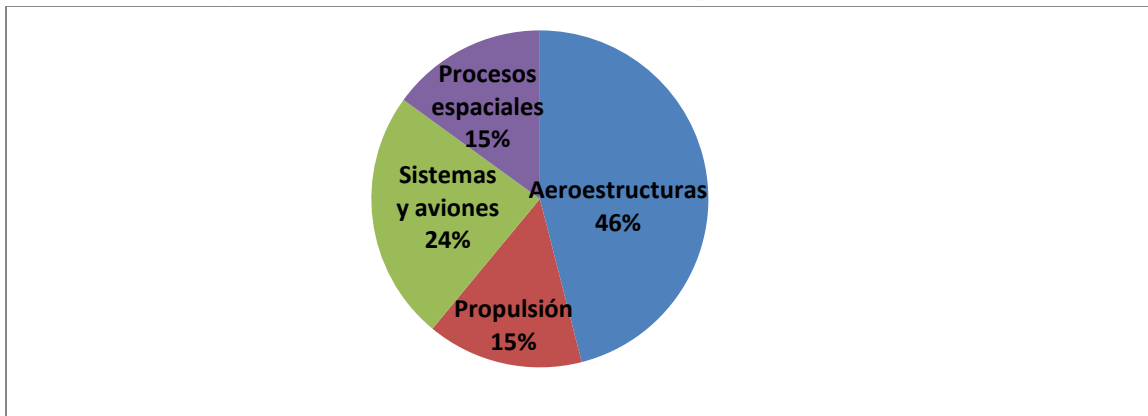
Gráfica 7. Comparación del presupuesto más alto destinado a la AEM en contraposición al presupuesto sugerido



Gráfica 8. Distribución del Fondo sectorial AEM-CONACYT



Gráfica 9. Segmentos industriales del sector aeroespacial en el estado de Querétaro



Gráfica 10. Proporción de la demanda del mercado del sector espacial para el año 2030

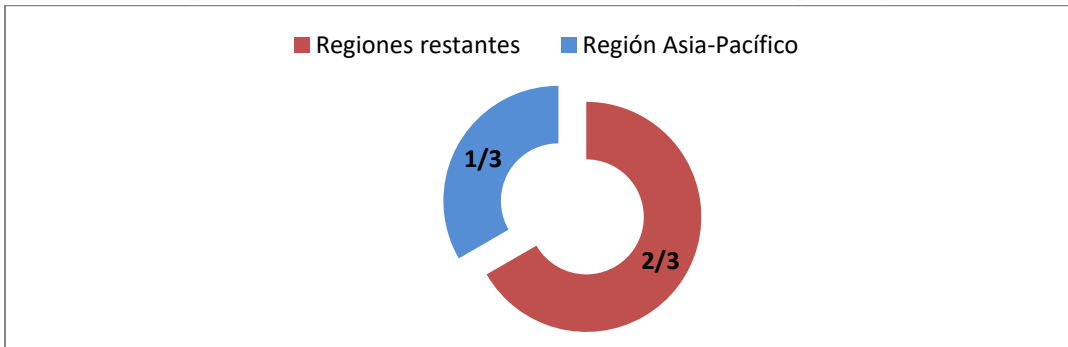


Tabla 1. Resumen de las ventajas competitivas

Del análisis del Diamante de Porter y documentos del sector espacial.	Del análisis de las tendencias expuestas en el Plan de Órbita 2.0		Del análisis de los FODA elaborados en el Plan de Órbita y su actualización.	
	En general	Caso mexicano	Omitidas en plan 2.0	Conservadas y agregadas.
Conocimiento/innovación y Productividad.	Certificación espacial.	Diversos proyectos: 1) establecer un centro que normalice y certifique productos y sistemas espaciales. 2) NMX-AE-001-SCFI-2018	Marco de protección de propiedad intelectual.	Experiencia en el sector aeronáutico.
Factores especializados.	Adecuación de marcos nacionales y armonización internacional de normas.		Programa de innovación de la SE-CONACyT.	Reserva de talento humano.
Interconexión entre industrias.			Capacidad para desarrollar proveeduría	Costos competitivos
Mecanismos para obtener información sobre las tendencias en la industria.	Acuerdos e instrumentos internacionales para la transferencia tecnológica.	Diecinueve convenios con agencias y organismos internacionales. (No todos prevén transferencia)	Vinculación de grupos académicos con agencias internacionales.	Capital humano capacitado.
Productos de calidad.			Estrategia a nivel nacional y en clústeres regionales. (No se cuenta con un clúster espacial)	Centros académicos y de I&D de alto nivel
Concentración geográfica de los competidores.				
Prácticas de gestión y modos de organización en un país.		Centro de innovación y transferencia tecnológica. (En proceso)		
Cadenas de valor que permitan obtener insumos económicos.				
Estándares estrictos.	Aprovechar compensaciones industriales	Programa de compensaciones industriales. (No aparecen avances)		Investigación especializada
Tener proveedores avanzados y compradores exigentes.				
Presupuesto gubernamental dirigido a I&D.	Desarrollar tecnologías de producción y componentes electrónicos para acelerar la asequibilidad.	—		Apoyo gubernamental (Es limitado)
Localización productiva.				Infraestructura tecnológica para pruebas
Inversión público-privada.	Involucrarse en temas de vanguardia y mayor importancia local y mundial.	Tendencias en temas importantes y de vanguardia.		Vinculación académica-industrial
Esfuerzos combinados de sector público, privado, científicos, de estudiantes y ciudadanos.	Capital humano especializado.	Capital humano calificado. (No especializado)		Tratados de libre comercio

Tabla 2. Actividades espaciales y actores involucrados en México

Actividades espaciales en México	Proyectos		Actores del sector espacial mexicano
	Descripción	Instancias involucradas	
Desarrollado en servicios de comunicación satelital.	Desarrollo de capacidades en satélites de comunicación, GPS y redes de satélites.	MxSpace y AEM.	Sector Privado: -285 empresas en el sector espacial. -MxSpace (industria nacional): Aisystems, Composite solutions, Latitud 19:36, Ketertech, Simple Complexity, Thumbsat, Pragmatec, Clusmext, Datiotec aeroespacial, Productos de primerísima, Yesod technologies, Advance material solutions, Intelliscience e Innomat.
Iniciando con actividades de observación terrestre.	Misión Thumsat: desarrollo y lanzamiento de un nanosatélite a la estratósfera.	Universidad Aeronáutica de Querétaro, MxSpace y la empresa Remtronic.	
Iniciando con la creación de satélites y actividades de navegación.	Aztechsat-1, desarrollo de nanosatélite.	UPAEP, NASA, AEM, MxSpace y la Universidad de Chihuahua.	-Internacionales: Airbus, SAFRAN, Advantech Wireless, Globalstar, Honeywell y UTC Aerospace Systems.
Iniciando con actividades de posicionamiento y sincronización.	Laboratorio privado de desarrollo de cargas útiles.	MxSpace y Aisystems (Chihuahua).	-Industria relacionada: la electrónica, la automotriz, de tecnologías de la información y la aeroespacial.
Poco interés y desarrollo en ciencia y tecnología de exploración espacial.	Manufactura de placas de circuitos impresos.	MxSpace y Simple Complexity (Ensenada).	Sector académico: -UNAM: Centro de alta tecnología y los institutos de Geofísica, de Ciencias Naturales y de Ingeniería.
Poco interés y desarrollo en capacidad de lanzamiento	Lanzadores de pequeñas cargas a órbita baja.	MxSpace, Ketertech y Diatotec.	-Instituto nacional de astrofísica, óptica y electrónica; Centro de investigaciones científicas y de educación superior de Ensenada; la UAZ, la UPAEP, la Universidad de Chihuahua, la UABC y la UAQ.
Desarrollo de microsátélites y su propulsión.	Infraestructura/capacidad en segmentos terrestres.	Latitud 19:36	-IPN: Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica; Centro de investigación y desarrollo de tecnología digital, y el Centro de desarrollo aeroespacial.
	Tepozines: robots de construcción sobre superficie planetaria.	LINX, AEM, CONACyT y UNAM.	
	Plataformas de acceso estratosférico Atón y Pixqui, nano-satélites Nano-SiPM y el Nano-Connect.	LINX	-LINX (Laboratorio de instrumentación espacial). -RedCyTE: Investigadores y empresarios que financian proyectos.
	EUSO-SPB: telescopio espacial	NASA, LINX, Alemania, Francia, Italia y Polonia.	Sector público: -AEM, SCT, SEMAR y SEDENA.

Tabla 3. Factores del análisis FODA en orden decreciente por importancia

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Disponibilidad de capital humano calificado	Necesidad de fortalecer la estrategia	Regulación actual permite incorporación al mercado internacional	Inestabilidad financiera (crisis económicas mundiales)
Investigación especializada	Bajo presupuesto gubernamental	Integración con mercado estadounidense (desarrollo de proveedores)	Competencia de países emergentes
Capacidad instalada de la industria aeronáutica	Recursos humanos con capacidades poco desarrolladas	Vinculación de redes de investigación con programas espaciales.	Aumento de la brecha tecnológica
Apoyo gubernamental (fondos federales o reducciones fiscales)	Baja integración de la industria espacial a industria 4.0	Nuevos nichos de mercado (Ind. 4.0, biotecnología, nanotecnología)	Competencia internacional en manufactura
Vinculación académico-industrial	Poco desarrollo de emprendimiento basado en desarrollos tecnológicos	Cooperación internacional para países emergentes	Dependencia tecnológica (proteccionismo económico y de transferencia tecnológica de otros países)
Infraestructura tecnológica para pruebas	Escaso conocimiento del sector	Desarrollo de nuevas tecnologías y descenso en costos	Fuga de talento
Centros académicos y de I&D de alto nivel	Disminución de presupuesto gubernamental	Terciarización de la órbita baja y geostacionaria hacia el sector privado	Enfoque de apoyo gubernamental desligado de interés privado
Costos competitivos	Brecha tecnológica con países líderes.	Posicionamiento geográfico	Cancelación de acuerdos comerciales
Red de tratados de libre comercio	Infraestructura de TICs deficiente	Cambio demográfico de la disponibilidad de talento	Menor inversión gubernamental
	Bajo nivel en desarrollo de proveedores	Integración con industria latinoamericana (desarrollo de proveedores)	Riesgo por inseguridad
		Recursos humanos mexicanos en el extranjero	

Tabla 4. Muestra de cadena global de valor satelital

Especificaciones	Partes satelitales	Empresas	País de origen
Propulsión	Motor de apogeo líquido (Liquid apogee thruster)	IHI Corporation	Japón
		Northrop Grumman	EE.UU.
		Aerojet Rocketdyne	EE.UU./Reino Unido
		Moog Inc	EE.UU./Reino Unido
		R&DIME	Rusia
	Propulsores axiales (Axial Thrusters) y los propulsores este-oeste / A falta de información en este rubro: sistema de propulsión XR-5 Hall.	European Space Propulsion, subsidiaria de Aerojet Rocketdyne.	EE.UU./Irlanda del Norte
Antena	T&C antena de cobertura amplia/ A falta de información en este rubro: antenas de cobertura amplia	Ruag Space proveedor de ESA, la NASA, Boeing, Airbus y Orbital ATK.	Suiza, con bases en EE.UU., Suecia, Finlandia, Alemania y Austria.
	Reflector para L-Banda y antena para Ku-Banda	Harris Corp	EE.UU./presencia en 150 países
Carga útil	Canalizador digital flexible	Lockheed Martin proveedor de Boeing.	EE.UU.
	Amplificador de potencia de estado sólido para L-Banda	Tryo Aerospace	España
	Tubos amplificadores de onda progresiva (TWTA) 100W para Ku-Banda	SpacePath Communications	Reino Unido
		Thales	Francia
		L3 Harris EDD	EE.UU.
	12 transpondedores activos para Ku-Banda y 12 para L-Banda	Orbital ATK	EE.UU.
		Eutelsat Communications	Francia
Intelsat		EE.UU.	
SES		Luxemburgo	
Energía	Paneles solares	Spectrolab subsidiaria de Boeing	EE.UU.
	Batería de litio	Saft	Francia
	Paneles solares PUMA (Planar Unfolding Modular Array)	Northrop Grumman	EE.UU.

Tabla 5. Acciones de los gobiernos y sus agencias espaciales para impulsar entornos que promuevan ventajas competitivas del sector.

China, CNSA / CMSA	Rusia, Roscosmos	Estados Unidos, NASA	Brasil, AEB	México, AEM
Sistema de innovación a partir de la Triple Hélice.	Gestionar proyectos científicos.	Desarrollo tecnológico con información y promoviendo uso comercial del espacio.	Programas para desarrollo satelital y de lanzadores.	Creación del centro de normalización y certificación.
Desarrollo de lanzamiento de vehículos, capsulas espaciales y sondas.	Desarrollo acelerado de tecnologías espaciales progresivas.	Asociación de investigación local e internacional.	Programas para transferencia tecnológica.	Extensión de la red de innovación y soluciones.
Firma de tratados para generar confianza a nivel internacional.	Crear tecnología potencial para futuros proyectos.	Prueba de técnicas y tecnología relativas a presencia humana en el espacio.	Capacitación de recursos humanos	Formación de la norma mexicana para sistemas espaciales y cubsats.
Proyectos satelitales.	Vinculación de otros sectores económicos con el área espacial.	Cooperación gubernamental, privada y con socios internacionales.	Iniciativa internacional GLOBE para recolectar datos ambientales.	Clúster de la Red Global MX.
Proyectos de investigación en ciencia y cargas útiles.	Fomenta la asociación público-privada en servicios	Transferencia de tecnología al sector privado.	Red para involucrar a los actores en la	Convenios internacionales de la AEM.

	espaciales.		actualización del conocimiento.	
Impulso al sector con el conglomerado empresarial CASC.	Promueve la investigación conjunta internacional.	Financiar investigación tecnológica.	Desarrollo de nanosatélites.	Apoyo económico a investigaciones científicas.
Corporación estatal CASIC para impulsar desarrollo del sector.	Crear oportunidades para producir bienes espaciales con fines comerciales.	Difusión de avances científicos y tecnológicos.	Creación de centro vocacional tecnológico.	Difusión y promoción del sector con la población.
	Promover a Rusia en el mercado mundial.	Vinculación con el sector aeronáutico para no duplicar esfuerzos.	Clúster São José dos Campos.	Promueve la especialización de factores.
	Desarrollo de mercado interno.	Cooperación internacional para desarrollar profesionales del sector.	Cooperación con clústeres de otros países.	Desarrollo de nanosatélite Aztecsat-1 en colaboración con la NASA.
	Formación del Clúster Skolkovo.	<i>Crowdsourcing</i> . Colaboración de civiles y científicos para soluciones técnicas.		Promueve Asociación Público-Privada.
	Plataforma de tecnología.	<i>Crowdfunding</i> . Financiamiento proyectos privados.		

Tabla 6. Características del clúster como generador de ventajas competitivas

Características del clústeres / aglomeración	Ejemplo de clústeres		Propuesta de clúster espacial de la AEM		Clúster tecnológico	Mejores prácticas para la competitividad y la innovación de clústeres del espacio.
	Skolkovo	São José dos Campos	Innovación abierta y economía compartida.	Modelo de negocios y círculo de innovación.		
Colección de compañías e instituciones, públicas y privadas.	Interrelación de cinco industrias.	Interrelación de tres industrias.	Innovación abierta: intercambio de conocimiento con colaborador externo.	Modelo flexible: cambios creativos en las dimensiones del negocio.	Tecnología de punta en procesos de producción y entrega.	Condición de los factores: -Infraestructura para intercambiar conocimiento y recursos. -Universidades y centros de investigación para formar capital humano.
Integrantes geográficamente cercanos.	180 participantes del sector espacial.	Más de 100 asociadas, con Embraer liderando.		El modelo combina investigación interna con ideas externas.	Dependencia a la economía del conocimiento.	Contexto para la estrategia y la rivalidad: -Instituciones para la colaboración entre los actores del clúster y a nivel internacional.
Integrantes con intereses comunes y actividades complementarias.	Permite la obtención de inversión, socios y clientes globales.	Califica empresas para que obtengan productos y servicios de competencia global.	Economía compartida: utiliza plataforma digital para conectar capacidad con demanda y	Modelo de negocios abiertos: permite permanecer en cadena de valor, enfrentar competidores y satisfacer	Patentes codifican conocimiento e innovación.	-Aborda la rivalidad. -Empresas ancla. -Interferencia gubernamental: infraestructura, políticas industriales,

			disminuye costos de propiedad.	necesidades del consumidor		proyectar clúster a nivel internacional.
Integrantes con relaciones de competencia y cooperación.	Problemáticas: Disminución de recursos estatales. Falta de reconocimiento de necesidades del mercado. Inversión privada inadecuada. Limitantes por parte de Roscosmos a las empresas.	Ofrece entrenamiento con los principales fabricantes de aeronaves.	Economía compartida: permite desarrollar entidades en el clúster al compartir servicios e infraestructura.	Círculo virtuoso de innovación: surge de la innovación, el financiamiento y la transferencia tecnológica.	Continuo proceso de actualización tecnológica.	Industria relacionada y de apoyo: elevada conexión clúster-otras industrias; internacionalización asociándose con otros clústeres; especialización en segmentos innovadores; conexión academia-industria. Condición de la demanda: orientación hacia mercado mundial; competencia, colaboración y demanda de la región Asia-Pacífico; proteger y nutrir demanda local (con énfasis en sector defensa).
Concentra conocimiento y relaciones.		Capacitación en temas de gestión empresarial.		Círculo virtuoso de innovación: genera conocimiento, desarrollo tecnológico, impacto económico y social.	Parte de una red internacional para intercambiar conocimiento.	
Promueve proveedores locales.		Proyecta empresas en el mercado internacional a través de ferias, misiones comerciales y rondas de negocios.		Parte de una red internacional para acceder a avances científicos.		
Reduce costos de transportación.		Acuerdos de cooperación con clústeres europeos, canadienses, e estadounidenses y el de Baja California.				
Externalidades: beneficios acumulados en el exterior de las empresas.						

Tabla 7. Características clave para la competitividad e innovación de clústeres espaciales

Diamante de Porter	Característica	Detalles
Condición de los Factores	Infraestructura.	Intercambio de conocimiento y recursos.
	Universidades y centros de investigación.	Parte del proceso de innovación y formación de capital humano calificado.
Contexto para la estrategia y la rivalidad	Una institución para la Colaboración.	Provee estrategia común, coordina acciones de actores, gestiona interacción en escenario internacional y dota de marco institucional para la rivalidad productiva.
	Empresas ancla.	Atraen firmas para cubrir requerimientos.
	Adecuado nivel de interferencia gubernamental.	Limitado a facilitar infraestructura, políticas industriales sistémicas, incentivos industriales para emprender y exenciones fiscales para I&D.
	Atraer inversión extranjera directa.	Firmas multinacionales.
	Participación del clúster en programas	

		internacionales.	
Industria relacionada y de apoyo		Elevada interconexión del clúster con otras industrias.	Derrama socioeconómica y de conocimiento, intercambio de información y colaboración.
		Alto grado de internacionalización.	Asociarse con otros clústeres: acceder a mercados, atraer y retener talento, y crear nuevos clústeres.
		Especialización en segmentos altamente innovadores.	Generar redes industriales.
		Interconexión de la academia con la industria.	
Condición de la demanda		Alto grado de orientación hacia el mercado internacional.	Amenaza de competidores emergentes (Asia-Pacífico) exige proteger y nutrir la demanda local, con especial apoyo del sector defensa, el cual debe proteger innovación y demanda local.

Tabla 8. Alianzas internacionales establecidas por la NASA

Agencia	Nombre del convenio	Objetivo	Instancias involucradas	Resultado	Aportaciones de las instancias	Inscrito en la cooperación para el desarrollo
ESA	Trans-Atlantic Training. (TAT)	Evento anual de capacitación en observación terrestre.	NASA, ESA, <i>Charles University in Prague</i> y participantes internacionales	-87 participantes de 14 países, tan sólo en dos años. -Especialización. -Intercambio de ideas y experiencias.	-NASA: Sesiones de detección óptica remota. -ESA: Capacitación en radar de apertura sintética. - <i>Charles University</i> : Organización del evento.	Enfocado para construir capacidades en países del este de Europa.
133 países	<i>Global learning and observation to benefit the environment (GLOBE)</i>	Capacitación en análisis de medio ambiente.	NASA, gobiernos de países firmantes, escuelas y capacitadores.	-Participantes: 13,934 escuelas. 12,130 maestros. 258,902 estudiantes. 2,106 capacitadores. 230 especialistas. 13,634 capacitados. -1,824 talleres. -Intercambio de experiencia y recolección de datos.	-NASA: conecta participantes a nivel global y capacita en análisis de medio ambiente. -Escuelas: vinculo entre estudiantes y maestros con el programa.	Se coopera capacitando e intercambiando información con países en vías de desarrollo.
ESA	Proyecto X-38	Desarrollo de vehículos de retorno de tripulación de la estación espacial.	ESA y NASA	-Intercambio de información y transferencia de tecnología. -Equipo de navegación implementado en aviones de la marina estadounidense.	-ESA: hardware, software y experiencia en ingeniería. -NASA: usar piezas europeas para los vehículos y da acceso a la ESA a datos de vuelo.	No hay un beneficio para países en vías de desarrollo, por lo cual no se inscribe en cooperación para el desarrollo.
ESA	Acuerdo de Intercambio Nave Espacial Orión.	Intercambio de bienes y servicios entre las partes para desarrollo de la Nave.	ESA y NASA	-Desarrollo de la nave. -Transferencia tecnológica y de conocimiento para que más de veinte empresas europeas desarrollen el Módulo de Servicio Europeo.	-ESA: provee modulo de servicio. -NASA: información en diseño, construcción y operación.	No hay un beneficio para países en vías de desarrollo, por lo cual no se inscribe en cooperación para el desarrollo.

AEM	Convenio de colaboración científica Pixqui	Desarrollo de la Plataforma Suborbital Mexicana de Usos Múltiples.	AEM, NASA, ICN, Instituto y Facultad de ingeniería de la UNAM y RedCyTE.	-Prueba de telescopio JEM-EUSO. -Prueba de componentes para satélite mexicano Quetzal. -Capacitación de 2 tesis de doctorado, 2 de maestría y 5 de licenciatura, 11 alumnos de la UNAM, 11 académicos y 1 becario postdoctora.	-Instancias mexicanas: desarrolla la plataforma y el sistema de conexión y transmisión de información entre los sistemas. -NASA: prototipo de telescopio espacial de rayos cósmicos y globos de presión cero.	Esta alianza se inscribe dentro de la cooperación para el desarrollo toda vez que un país en vías de desarrollo como México se benefició de la colaboración con un país desarrollado como EE.UU.
AEM	Aztechsatsat-1	Desarrollo del satélite Cubsat.	AEM, NASA y la UPAP.	-Capacitación de setenta alumnos de licenciatura y posgrado de México. -Marco base de cooperación para la proyectos espaciales	-AEM: aporta CubSat. -NASA: asesoría para desarrollar satélite, aporta laboratorio de pruebas y el lanzamiento. -UPAP: desarrolla el satélite.	La colaboración de una agencia de un país consolidado en el sector espacial con una país con poca experiencia, se inscribe en la cooperación para el desarrollo.
AEM	Convenio de colaboración para participar en el programa de pasantías de la NASA.	Programa para estudiar teoría y prácticas en laboratorio.	AEM, NASA y Universidades mexicanas participantes.	-54 mexicanos capacitados en el programa.	-NASA: Capacitación. -AEM: convocatoria. -Universidades: gastos de la pasantía (\$4,750 USD - \$7,000 USD).	La oportunidad de capacitación de recursos humanos de un país en vías de desarrollo se inscribe en la cooperación para el desarrollo.

Tabla 9. Impacto del programa GLOBE a nivel internacional y en el caso de México

Zona	Escuelas	Maestros	Estudiantes	Capacitador	Capacitador especialista	Taller	Capacitados
África	1,079	1,361	24,308	571	59	167	1,618
Asia and Pacific	3,970	3,309	60,725	526	53	425	3,551
Europe and Eurasia	4,834	4,115	90,866	223	15	668	4,363
Latin America and Caribbean	2,825	2,436	38,372	624	71	347	3,063
Near East and North Africa	783	719	38,003	171	43	116	828
Canadá	389	203	4,884	7	1	45	206
México	137	157	1,584	5	2	24	74

Glosario, acrónimos y siglas

ACCID - Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

AEB - Agencia Espacial Brasileña.

AEM - Agencia Espacial Mexicana.

AIAA - American Institute of Aeronautics and Astronautics.

AMEXCID - Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

AOD - Ayuda Oficial al Desarrollo.

APEC - Asia-Pacific Economic Cooperation.

APP - Asociación público-privada.

APSCO - Asia-Pacific Space Cooperation Organization.

Aztechsat-1 - Nonasatélite desarrollado en colaboración mexico-estadounidense.

BID - Banco Interamericano de Desarrollo.

BM - Banco Mundial.

Boeing 702HP - Modelo de satélite de Boeing.

CAD - Comité de Ayuda al Desarrollo.

CASC - China Aerospace Science and Technology Corporation.

CASIC - China Aerospace Science and Industrial Corporation.

CBERS - China-Brazil Earth Resource Satellites.

CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Clúster especial RGMX - Clúster Espacial de la Red Global MX de relaciones.

CMSA - China Manned Space Agency.

CNSA - China National Space Administration.

CONACyT - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CRECTEALC - Centro Regional de Enseñanza de Ciencia y Tecnología del Espacio.

Crowdfunding – Iniciativa de colaboración para que sociedad civil brinde recursos a la iniciativa privada.

Crowdsourcing - Iniciativa de colaboración entre civiles y científicos con la NASA para analizar grande volúmenes de datos y aportar con ideas y soluciones.

Cuádruple hélice - Modelo de cooperación entre sector privado, público, académico y sociedad civil.

Cubesat - Nonosatélites en forma de cubo con masa menor a 1.33 kg.

DCTA - Departamento de Ciencia y Tecnología Aeroespacial de Brasil.

Diamante de la competitividad - Esquema planteado por Porter para detallar las cuatro determinantes de la competitividad.

DLR - Centro Aeroespacial Alemán.

Emerging Space - Reporte de la NASA que examina la colaboración de ésta con el sector privado estadounidense que invierte en la industria espacial.

ESA - Agencia Espacial Europea.

FMI - Fondo Monetario Internacional.

GeoStar - Modelo de satellite de la compañía Orbital Science.

GLOBE - Global Learning and Observation to Benefit the Environment.

H-O - Heckscher-Ohlin.

ICN - Instituto de Ciencias Nucleares.

INPE - Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil.

IoT - Internet de las cosas.

IPEA - Instituto de Pesquisa Económica Aplicada.

IPN – Instituto Politécnico Nacional.

ISC - Institute for Strategy and Competitiveness.

ISECG - International Space Exploration Coordination Group.

I&D - Investigación y desarrollo.

JAXA - Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial.

LINX - Laboratorio de instrumentación espacial. Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM

Mdd - Mil millones de dólares.

Mexsat - Sistema Satelital Mexicano.

MXSpace – Consorcio de empresas del sector espacial mexicano que se unen para promover el desarrollo de industria nacional.

NASA - National Aeronautics and Space Administration.

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OEA - Organización de Estados Americanos.

ONG - Organización no gubernamental.

ONU - Organización de las Naciones Unidas.

Pixqui - Plataforma Suborbital Mexicana de Usos Múltiples.

PNAE - Programa Nacional de Actividades Espaciales.

PNV - Plan Nacional de Vuelo.

PUMA - Planar Unfolding Modular Array.

PVQ - Plan de vuelo queretano.

RedCyTE - Red de Ciencia y Tecnología del Espacio.

SE - Secretaría de Economía.

SEDENA - Secretaría de la Defensa Nacional.

SEMAR - Secretaría de Marina.

SES - Société Européenne des Satellites.

SGDC - Satélite Geoestacionario de Defensa y Comunicación Estratégica.

SNAE - Sistema Nacional de Desarrollo de Actividades Espaciales.

SNU - Sistema de Naciones Unidas.

TAT - Tans-Atlantic Training.

Tepotzines - Robots de construcción sobre superficie planetaria.

TI - Tecnologías de la información.

TIC's - Tecnologías de la información y comunicación.

T&C - Telemetry and command.

TWTA - Traveling wave tube amplifier.

UABC - Universidad autónoma de Baja California.

UPAEP – Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

UAZ – Universidad Autónoma de Zacatecas.

UNAQ - Universidad Aeronáutica de Querétaro.

UNOOSA - United Nations Office for Outer Space Affairs.

Fuentes de consulta

AEB, 1 ciclo estratégico de la Agencia Espacial Brasileña (pdf), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/Plano-Estrat%C3%A9gico-v3111.pdf>

AEM, Acuerdo cooperación bilateral en tema espacial México y Corea del Sur (en línea), AEM, México, 2018, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/acuerdan-cooperacion-bilateral-en-tema-espacial-mexico-y-corea-del-sur-172947?idiom=es>

AEM, Acuerdos vigentes firmados con agencias espaciales y organismos internacionales (pdf), México, AEM, 2018, URL: <https://bit.ly/2kxYjur>

AEB, AEB (en línea), 2018, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/institucional/sobre-a-aeb/>

AEM, Informe de autoevaluación 2018 (pdf), AEM, México, 2018, URL: http://www.aem.gob.mx/transparencia-aem/rendicion-cuentas/files/Informe_de_Autoevaluacion_2018.pdf

AEB, Ações e Programas (en línea), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/#/>

AEB, Brasil terá satélite totalmente desenvolvido pela indústria brasileira (en línea), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/brasil-tera-satelite-totalmente-desenvolvido-pela-industria-brasileira/>

AEM, Construye AEM programa de antena de recepción de información satelital “Eris” en Chetumal (en línea), AEM, México, 2015, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/construye-aem-programa-de-antena-de-recepcion-de-informacion-satelital-eris-en-chetumal-19818>

AEB, Cooperação Internacional (en línea), 2018, AEB, Brasil, URL: <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial-brasileiro/cooperacao-internacional/>

AEM, Estatuto orgánico de la Agencia Espacial Mexicana (pdf), AEM, México, 2012, URL: <http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/estatuto-aem.pdf>

AEM, Exitoso lanzamiento a la estratósfera de primer nanosatélite queretano de la UNAQ, fortalece la materia espacial del país: Mendieta (en línea) 2018, URL: <http://mxspace.mx/2018/03/mxspace-en-colaboracion-con-la-unaq-y-la-aem-lanzan-a-la-atmosfera-el-primer-nanosatelite-queretano/>

AEM, Mexicanos en el Exterior forman el clúster Espacial de la Red Global MX (en línea), México, AEM, 2018, URL: <https://www.gob.mx/aem/prensa/mexicanos-en-el-exterior-forman-el-cluster-espacial-de-la-red-global-mx-174433?idiom=es>

AEM, Informe de Autoevaluación 2017 (pdf), 2017, México, AEM, URL: https://www.aem.gob.mx/transparencia-aem/files/2017/AEM_PAT_ANUAL_2017.pdf

AEM, Informe de rendición de cuentas de conclusión de la administración 2012-2018 (pdf), México, AEM, URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414029/INFORME_DE_RENDICI_N_DE_CUE NTAS_2013_-_2018.pdf

AEM, ¿Qué hacemos? (en línea), México, AEM, URL: <https://www.gob.mx/aem/que-hacemos>

AEM, Programa de Trabajo Institucional 2017 (pdf), México, AEM, 2017, URL: http://www.aem.gob.mx/downloads/PROGRMA_DE_TRABAJO_AEM_2017.pdf

AEM, UN-SPIDER. Proyectos GP-STAR y FOSAT-S (en línea), AEM, México, 2017, URL: <https://www.gob.mx/aem/acciones-y-programas/un-spider>

AIAA, Ensuring U.S. leadership in space (pdf), Estados Unidos, AIAA, URL: <https://bit.ly/2J5PzpQ>

Alberti, Marco, China's space program: an overview (PDF), 2015, Austria, European Space policy institute.

Aliberti, Marco, China's space program: an overview. En: When China goes to the moon (pdf), Suiza, Studies in Space Policy, Springer, vol. 11, 2015.

Amadeo, Kimberly, NASA budget, current funding and history (en línea), The balance, 2018, URL: <https://www.thebalance.com/nasa-budget-current-funding-and-history-3306321>

AMEXCID, Cooperación Internacional, fundamental para la gestión integral del riesgo en Mesoamérica y el Caribe (en línea), AMEXCID, México, 2017, URL: <https://www.gob.mx/amexcid/prensa/cooperacion-internacional-fundamental-para-la-gestion-integral-del-riesgo-en-mesoamerica-y-el-caribe?idiom=es-MX>

AMEXCID, Instituciones colombianas conocen la plataforma RM-GIR (en línea), AMEXCID, México, 2018, URL: <https://www.gob.mx/amexcid/prensa/instituciones-colombianas-conocen-la-plataforma-rm-gir?idiom=es>

AMEXCID, México y Chile contribuyen con Cuba a mejorar la utilización de la información geográfica en los países del Caribe (en línea), AMEXCID, México, 2016, URL: <https://www.google.com/url?client=internal-uds-cse&cx=001009928181730403690:azhagrifyx8s&q=https://www.gob.mx/amexcid/prensa/mexico-y-chile-contribuyen-con-cuba-a-mejorar-la-utilizacion-de-la-informacion-geografica-en-los-paises-del-caribe&sa=U&ved=2ahUKEwjrmP2PqPHhAhUEKKwKHdBBCsQQFjAIegQIABAC&usg=AOvVaw1rIWj3CiSqm8NG2DOOO2cr>

AMEXCID, Sistema Mexicano de Cooperación Internacional para el Desarrollo (en línea), AMEXCID, México, 2016, URL: <https://www.gob.mx/amexcid/acciones-y-programas/sistema-mexicano-de-cooperacion-internacional-para-el-desarrollo-29328?idiom=es>

APSCO, About APSCO (en línea), APSCO, China, 2020, URL: <http://www.apsco.int/html/comp1/content/WhatisAPSCO/2018-06-06/33-144-1.shtml> [Consulta: 11/07/2020].

Castro, José A., Cooperación Internacional (pdf), UCI, Costa Rica, URL: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-09/Unidad_academica/5/1_IntroCooperaci%C3%B3nInternacional.pdf

Citlali Ayala, et al, Manual de cooperación internacional para el desarrollo: sus sujetos e instrumentos, Instituto Mora, México, 2012.

Bitran C., Eduardo, Una respuesta desde COFRO a la sostenibilidad de las ciudades (en línea), Chile, COFRO, 2015, URL: <https://bit.ly/2sp41TC>

Bonder, Matthew, Russian plans massive productivity and wage hike for space industry workforce (en línea), 2014, The Moscow times, URL: <https://themoscowtimes.com/articles/russia-plans-massive-productivity-and-wage-hike-for-space-industry-workforce-41832>

Brazilian Aerospace Cluster, Feiras e Missões (en línea), 2019, Brazilian Aerospace Cluster, Brasil, URL: <http://www.pqtec.org.br/cluster-aero/feiras-e-missoes>

Calduch, Rafael, Las relaciones internacionales (pdf), España, Ediciones Ciencias Sociales, 1999, URL: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-55159/lib1cap4.pdf>

CASC, Company profile (en línea), 2018, CASC, China, URL: <http://english.spacechina.com/n16421/n17138/n17229/index.html>

Castañeda, Bereniz A.; e. al. Plan de Órbita 2.0 Mapa de ruta del sector espacial mexicano (PDF), México, ProMéxico y Agencia Espacial Mexicana, 2017 URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/biblioteca/plan-orbita.pdf>

CNSA, Brief introduction of major Chinese space companies (pdf), 2018, URL: <http://www.iafastro.org/wp-content/uploads/2018/06/MajorChineseSpaceCompanies.pdf>

Colegio Panamericano, Ventaja competitiva de las naciones de M. Porter (pdf), México, Colegio Panamericano, URL: <http://panamericano.edu.gt/colegio2012/archivos/SC-ADMO002/semana%2020%20de%20administracion%20ii.pdf>

Contant, Jean-Michel, 1st international conference IAA-RACT (en línea), 2008, International Academy of Astronautics, Rusia, URL : <https://iaaweb.org/content/view/293/432/>

CRECTEALC, Investigaciones y proyectos (en línea), México, URL: <http://www.crectealc.org/investigacion-y-proyectos.html>

Edelkina, Anastasia, Oleg Karasev, Natalia Velikanova, Space policy strategies and priorities in Russia (pdf), 2015, Rusia, HSE, URL: <https://wp.hse.ru/data/2015/04/02/1096590816/37STI2015.pdf>

ESA, The european space sector in a global context (pdf), ESA's annual analysis, 2005, URL: <http://www.esa.int/esapub/br/br260/br260.pdf>

Estañol, Adrian, El plan de México para convertirse en una potencia espacial (en línea), México, Expansión, 2018, URL: <https://expansion.mx/empresas/2018/04/30/el-plan-de-mexico-para-convertirse-en-una-potencia-espacial>

Flórez Ordóñez, Yudy N., Articulación Cuádruple hélice (en línea), Colombia, SciELO, 2016, URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982016000200001

García Hernández, Maximiliano, La nueva teoría del comercio internacional en la posmodernización de la economía global (pdf), 2009, Temas de Ciencia y Tecnología, vol. 13, no. 37, enero-abril, Universidad Tecnológica de la Mixteca, México, URL: http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas037/E3-.pdf

Glavkosmos, About (en línea), 2019, Glavkosmos, Rusia, URL: <http://glavkosmos.com/history/>

González, Francisco N.; et al., Plan nacional de vuelo (pdf), México, ProMéxico, 2014, URL: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60149/MRT-Aeroespacial-2014.pdf>

Harrison, Roger; et al., The russian space sector (pdf), Volumen 10, No. 1, Primavera 2017, Space and Defense, Estados Unidos, URL: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/external_publications/EP60000/EP67235/RAND_EP67235.pdf

Hernández Arce, Jesús; et al., Clúster aeroespacial. Perfil competitivo para el estado de Sonora (en línea), México, Universidad de Chihuahua, 2014, URL: https://www.researchgate.net/publication/272158212_CLUSTER_AEROESPACIAL_PERFIL_COMPETITIVO_PARA_EL_ESTADO_DE_SONORA?enrichId=rgreq-74b4aa136c9131504ee2e1a3cd517faf-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3MjE1ODIxMjBUzo0MTAwODIyNDUzOTg1MjhAMTQ3NDc4MjYzNDA0OA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Hester, Zack, China and NASA: The Challenges to Collaboration with a Rising Space Power (pdf), 2016, EE.UU., Journal of science policy and governance, verano 2016. URL: http://www.sciencepolicyjournal.org/uploads/5/4/3/4/5434385/jspg_article_c_2016_summer.pdf

IHI Corporation, Rocket Systems and Space Exploration, (en línea), IHI Corporation, URL: https://www.ihico.jp/en/products/aeroengine_space_defense/rocket_system/ [Consulta: 09/02/20].

Institute of Strategy and Competitiveness, What are cluster? (en línea), EE.UU., Harvard Business School, URL: <https://www.isc.hbs.edu/competitiveness-economic-development/frameworks-and-key-concepts/Pages/clústeres.aspx>

ISECG, About ISECG (en línea), ESA, 2019, UL: https://www.globalspaceexploration.org/wordpress/?page_id=50

Ji, Wu, Space science activities in China. National report 2014-2016 (pdf), 2016, China, CNCOSPAR, URL: <http://english.nssc.cas.cn/ic/ios/201304/W020170309367585516735.pdf>

Latam Satelital, El programa especial brasileño (en línea), 2016, Latam Satelital, UR: <http://latamsatelital.com/jose-raimundo-coelho-presidente-la-agencia-espacial-brasilera-hablo-la-evolucion-del-programa-espacial/>

Logan, Jeffrey, CRS report for Congress. China's space program: options for US-China cooperation (pdf), 2007, EE.UU., CRS, URL: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a474952.pdf>

Lugo, Juan G.; et al., Mapa de ruta del sector aeroespacial para la región de Querétaro (PDF), México, ProMéxico, 2017, URL: <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/aeroespacial-queretaro.pdf>

Martínez, Clemencia; Mayorga, José Z., Paul Krugman y el nuevo comercio internacional (pdf), 2008, Criterio libre, Universidad Libre, Bogotá, p. 74. URL: <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/8/CriterioLibre8art05.pdf>

Matarranza, Antonio, Las doce caras de la innovación (en línea), Conversis, México, 2010, URL: <https://conversisconsulting.com/2010/03/28/las-doce-caras-de-la-innovacion/> Antonio

McClintock, Bruce; et. al., Space and Defense (pdf), Eisenhower centre for space an defense studies, volumen 10, no. 1, primavera-2017, URL: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/external_publications/EP60000/EP67235/RAND_EP67235.pdf

Medina, Gustavo, Linx laboratorio de instrumentación espacial ICNUNAM (en línea), México, ICNUNAM, URL: <http://epistemia.nucleares.unam.mx/web?name=linx>

Meller, Patricio, América Latina y la condicionalidad del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial (pdf), Chile, CIEPLAN, no. 23, marzo de 1998, URL: https://www.researchgate.net/profile/Patricio_Meller/publication/269972895_Alternativas_Futuras_para_la_Universidad_en_este_Siglo_XXI/links/5564c6ec08aec4b0f48591e3/Alternativas-Futuras-para-la-Universidad-en-este-Siglo-XXI.pdf

MxSpace magazine, Clúster de baja california apuesta por microsátélites (en línea), MxSpace magazine, Edición 2018, URL: <http://mxspace.mx/wp-content/uploads/2017/08/MX-space-REVISTAbaja-1.pdf>

MxSpace, Nosotros (en línea), México, 2018, URL: <http://mxspace.mx/nosotros/>

NASA, Emerging space. The evolving landscape of 21st century American spaceflight (pdf), Estados Unidos, NASA, URL: <https://go.nasa.gov/2kDiW8J>

NASA, FY 2018 Budget Estimates (pdf), Estados Unidos, NASA, 2017, URL: <https://go.nasa.gov/2q8agMJ>

NASA, NASA research park: nonprofit partners (en línea), NASA, EE.UU. 2015, URL: <https://www.nasa.gov/centers/ames/researchpark/partners/non-profit/index.html>

NASA, NASA strategic plan 2018 (pdf), 2018, NASA, EE.UU. URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_2018_strategic_plan.pdf

NASA, NASA to co-host apps challenge (pdf), Lagniappe, EE.UU, vol. 7, no. 3, 2012, URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/March_2012_Lagniappe.pdf

NASA, What is NASA? (en línea), 2018, NASA, EEUU, URL: <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-nasa-k4.html>

Otero, Dino; Gache, Fernando Luis, Evoluciones dinámicas en el diagrama foda, Revista Científica "Visión de Futuro", 2006, URL: <http://www.redalyc.org/html/3579/357935465001/>

Paone, Matteo; Sasanelli, Nicola, Aerospace clusters. World's best practice and futur perspectives. An Opportunity for South Australia. (pdf), Australia, Government of South Australia, 2016, URL: <http://www.defencesa.com/upload/capabilities/space/Intern%20-%20Paone,%20Matteo%20-%20Aerospace%20Clusters.pdf>

Porter, Michael E., Clústeres and economic policy: aligning public policy and new economics of competition (pdf), EE.UU., Harvard Business School, Rev. 2009, URL: https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/Clústeres_and_Economic_Policy_White_Paper_8e844243-aa23-449d-a7c1-5ef76c74236f.pdf

Porter, Michael E., Clústers and the new economics of competition (Pdf), Harvard Business Review, Número reimpresso, noviembre-diciembre, Harvard, Estados Unidos, 1998, URL: http://clústermapping.us/sites/default/files/files/resource/Clústers_and_the_New_Economics_of_Co_mpetition.pdf

Porter, Michael, Clusters and economic policy: aligning public policy and new economics of competition (pdf), EE.UU. Harvard Business School, Rev. 2009, URL:

https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/Clústeres_and_Economic_Policy_White_Paper_8e844243-aa23-449d-a7c1-5ef76c74236f.pdf

Porter, Michael E., Ventaja competitiva (pdf), México, Grupo Editorial Patria, 2015, URL: <https://bit.ly/2H2A2FE> [Consulta: 11/03/18].

Secretaría de Economía, Mexican aerospace industry: flying to new heights (pdf), 2017, Negocios ProMéxico, marzo-abril, PoMéxico, México, URL: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/revista-negocios/pdf/mar-abr-2017.pdf>

SCT, Fortalecen cooperación bilateral México y Japón en materia especial (en línea), SCT, México, 2015.

Posada, Héctor M.; Vélez, Juan E., Comercio y Geografía Económica: una nota sobre la contribución de Krugman a la teoría económica (pdf), 2008, SciELO, no. 69, julio-diciembre, Medellín, URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-25962008000200011

Patrelli, Vanessa; et al., Desafíos e oportunidades para una industria espacial emergente: o caso do Brasil (pdf), 2012, IPEA, Brasil, URL: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3448/1/Comunicados_n153_Desafios.pdf

OCDE, La ayuda para el desarrollo se mantuvo estable en 2017 y se destinó más a los países más pobres (en línea), OCDE, México, 2018, URL: <http://www.OCDE.org/centrodemexico/medios/laayudaparaeldesarrollosemantuvoestableen2017ysedestinomasalospaisesmaspobresocde.htm>

OEA, Cooperación (en línea), OEA, 2019, URL: <http://www.oas.org/es/acerca/cooperacion.asp>

Red Global Mx, Integración del Clúster Espacial de la RGMX (en línea), México, Red Global MX, 2019, URL: <http://redtalentos.gob.mx/index.php/noticias/202-integracion-del-cluster-espacial-de-la-rgmx>

Rivera, José R., La exploración espacial: una oportunidad para incrementar el poder nacional del estado mexicano (pdf), Centro de estudios superiores navales, México, 2017, URL: http://www.semar.gob.mx/redes/cap_parga.pdf

Robles, Tania, Cuatro años de apoyo financiero al sector espacial mexicano (en línea), 2017, México, Conacyt, URL: <http://conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/19453-cuatro-anos-de-apoyo-financiero-al-sector-espacial-mexicano>

Robles, Tania, Formación y educación aeroespacial en México (en línea), México, Conacyt, 2016, URL: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/6396-formacion-y-educacion-aeroespacial>

Roscosmos, Roscosmos general information (sitio web), 2019, Rusia, Roscosmos, URL: <http://en.roskosmos.ru/119/>

Sánchez Gómez, Jorge A.; et. al. Plan de Órbita. Mapa de ruta de la industria espacial mexicano (pdf), México, ProMéxico y Agencia Espacial Mexicana, 2012, URL: <https://bit.ly/2J3VHPu>

Sebastián, Jesús, La dimensión internacional de la cooperación empresa-universidad (pdf), Consejo superior de investigación científica, España, URL: http://publicaciones.anui.es/pdfs/revista/Revista112_S2A4ES.pdf

SHCP, Cuenta pública 2017. Análisis del ejercicio del presupuesto de egresos de la AEM (pdf), México, SHCP, 2017, URL: https://www.cuentapublica.hacienda.gob.mx/work/models/CP/2017/tomo/VII/Print.JZN.03.AEPE_A.pdf

SHCP, Proyecto de presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2019 (pdf), México, SHCP, 2018, URL: https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2019/paquete/egresos/Proyecto_Decreto.pdf

Sigler, Edgar, La NASA mexicana es sólo un proyecto de power point (en línea), 2015, México, El Financiero, URL: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/la-nasa-mexicana-es-solo-un-proyecto-de-power-point>

Soriano, Miguel A., Tesis de Maestría en administración de empresas: El papel del Emprendedurismo en la formación de Clústeres Industriales (pdf), México, Puebla, 2008, URL: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mcap/soriano_m_ma/capitulo2.pdf

UNOOSA, Roles and responsibilities (en línea), UNOOSA, 2019, URL: <http://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/roles-responsibilities.html>

Valdez, Blanca, La AEM requiere 10 veces más presupuesto: José Hernández (en línea), 2014, México, Milenio, URL: <http://www.milenio.com/cultura/aem-requiere-10-presupuesto-jose-hernandez>

Villanueva, Javier, Ventajas comparativas o ventajas competitivas (pdf), Universidad Católica de Argentina, Boletín de lecturas sociales y económicas, Argentina, p. 45. URL: <http://200.16.86.50/digital/33/revistas/blse/villanueva18-18.pdf>