



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

EL IMPACTO DE LA INICIATIVA PRIVADA EN EL DESARROLLO DEL
SECTOR ESPACIAL: EL CASO DE SPACEX

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN RELACIONES
INTERNACIONALES

P R E S E N T A

YOLTEPEWANI DAVID GAYTÁN PÉREZ

DIRECTORA DE TESIS

MTRA. ANA CRISTINA CASTILLO PETERSEN



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. 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.

“You want to wake up in the morning and think the future is going to be great – and that’s what being a spacefaring civilization is all about. It’s about believing in the future and thinking that the future will be better than the past. And I can’t think of anything more exciting than going out there and being among the stars.”

Elon Musk

Para mi mamá y mi papá

Agradecimientos

A mi padre, por siempre impulsarme en mis estudios, por ser mí más grande referente de trabajo duro y esfuerzo, por enseñarme, educarme, apoyarme y darme vida, por sus consejos y experiencias, por su amor y cariño. Por todo.

A mi madre, por ser la persona a quien más amo en este mundo, por su cariño incondicional, por su atención, confianza, fortaleza y sus besos, porque con usted siempre me voy a sentir tranquilo, por su forma de ser. Por existir.

A mi hermana, mis hermanos y mi familia, por nuestra forma de querernos, por nuestra unión, por sus experiencias, por todo su apoyo en mi corta vida y por preocuparse por mí. Por ser.

A Giovanni y Julio, por su apoyo y amistad. A Angie, Erika, Jessi, Analí, Ana, Cess, Luis, Jair, Beto y Jhovani, por esos momentos de diversión y aprecio en nuestro camino por la Universidad. A Dani boy, por sus ánimos y consejos en todo este proceso. A Dany...

A mi directora de tesis Ana Cristina Castillo Petersen, por su firmeza, apoyo, confianza y su manera tan característica de impulsarme a terminar mi proyecto. Gracias. A todas las profesoras y profesores que me ayudaron a formar mi pensamiento con sus conocimientos tan variados. A todas las compañeras y compañeros con quienes crucé mi camino.

A la UNAM y la FCPyS por los múltiples espacios y oportunidades que me ofrecieron, por haber fomentado en mí un espíritu más crítico y humano de la diversidad de realidades, porque estar en esta casa de estudios ha sido una de mis metas y estoy satisfecho de cumplirla.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) IN301819 “Los migrantes calificados mexicanos en países desarrollados. Los parques tecnológicos en México ¿camino para revertir el fenómeno migratorio?” por el apoyo otorgado a esta tesis.

El impacto de la iniciativa privada en el desarrollo del sector espacial: el caso de *SpaceX*

Índice

Índice de Cuadros, Gráficas, Ilustraciones y Figuras	i
Glosario de siglas	ii
Introducción	iv
1. Marco teórico-conceptual y los Estados en el sector espacial, desde sus inicios a la actualidad.....	1
1.1. El progreso de los Estados en el espacio	11
1.1.1. Después de la carrera espacial.....	15
1.1.2. El nuevo siglo	17
1.2. Los tratados del espacio	24
1.3. Las nuevas tecnologías, innovaciones y programas	33
1.3.1. Las misiones.....	36
1.3.2. Los programas	40
1.4. ¿Existe un atraso por parte de los Estados?	46
1.4.1. La importancia del espacio ultraterrestre	52
1.4.2. Las políticas espaciales	58
2. La relevancia de la iniciativa privada en el sector espacial.....	65
2.1. El desarrollo de la iniciativa privada hacia el espacio ultraterrestre	68
2.1.1. Durante la Guerra Fría	69
2.1.1.1. Boeing	70
2.1.1.2. Lockheed Martin	73
2.1.2. New Space	76
2.2. Los intereses de la iniciativa privada en el sector espacial	80
2.2.1. El nuevo modelo de negocios	81
2.2.2. Los riesgos y beneficios	87
2.3. El espacio como lugar de comercialización más viable para las empresas que para los Estados	92
2.3.1. La apropiación e intenciones de utilización del espacio por particulares	94
2.3.2. Las características de las empresas para competir en el sector espacial.....	104
3. El caso de <i>SpaceX</i>.....	108
3.1. La historia de <i>SpaceX</i> y su interés por el espacio exterior	111
3.1.1. La tecnología	113
3.1.2. Los contratos	119
3.2. Las naves espaciales	127
3.2.1. El Falcon 1.....	128
3.2.2. El Falcon 9.....	129

3.2.3. La Cápsula Dragon	131
3.2.4. El Falcon Heavy	134
3.2.5. El Big Falcon Rocket / Starship.....	135
3.3. Los proyectos a futuro	138
3.3.1. El proyecto de Marte	141
3.3.2. La Starlink.....	143
Conclusiones	145
Fuentes de consulta.....	156

Índice de Cuadros, Gráficas, Ilustraciones y Figuras

<i>Cuadro 1 Etapas del sector espacial</i>	14
<i>Cuadro 2 Seis décadas de exploración y tecnología espacial</i>	19
<i>Cuadro 3 Contribución de los satélites a las mediciones de variables climáticas esenciales</i>	56
<i>Cuadro 4 Inversiones espaciales de multimillonarios seleccionados</i>	77
<i>Cuadro 5 Magnitud de inversiones basadas en tipo de inversión y periodo de tiempo</i>	82
<i>Cuadro 6 Resumen de los servicios existentes y planeados de turismo espacial</i>	85
<i>Cuadro 7 Escombros espaciales en números</i>	89
<i>Cuadro 8 Commercial Crew Program</i>	125
<i>Gráfica 1 Economía Espacial e Industria Satelital Global (2014-2018)</i>	48
<i>Gráfica 2 Lanzamientos espaciales 2008-2018</i>	49
<i>Gráfica 3 Presupuesto espacial estimado de gobiernos seleccionados</i>	50
<i>Gráfica 4 Lanzamientos por instituciones 2018</i>	113
<i>Gráfica 5 Misiones a Marte</i>	141
<i>Ilustración 1 Placa Pioneer 10 y 11</i>	42
<i>Ilustración 2 Nubes de Júpiter</i>	43
<i>Ilustración 3 Tormentas marinas desde el espacio</i>	54
<i>Ilustración 4 Nuevos trajes espaciales de Estados Unidos</i>	60
<i>Ilustración 5 Misión conjunta: NASA, Roscosmos y ESA</i>	62
<i>Ilustración 6 El Enterprise sobre un Boeing 747</i>	72
<i>Ilustración 7 Blue Moon</i>	96
<i>Ilustración 8 Stratolauch</i>	102
<i>Ilustración 9 VMS Eve y VSS Unity acoplados</i>	104
<i>Ilustración 10 Fundación de SpaceX</i>	112
<i>Ilustración 11 Elon Musk y Barack Obama</i>	123
<i>Ilustración 12 Cápsula Dragon desde la EEI</i>	131
<i>Ilustración 13 Starship MK1</i>	135
<i>Ilustración 14 Motor Raptor</i>	138
<i>Figura 1 Aterrizajes en otros mundos</i>	39
<i>Figura 2 La Economía Espacial Global en Contexto (2018)</i>	51
<i>Figura 3 Breve cronología de SpaceX</i>	118
<i>Figura 4 Sigüientes pasos</i>	140

Glosario de siglas

ASI	Agencia Espacial Italiana
ALCE	Agencia Latinoamericana y Caribeña del Espacio
BFR	Big Falcon Rocket
C3PO	Commercial Crew & Cargo Program Office
CASC	China Aerospace Science and Technology Corporation
CCDev(2)	Commercial Crew Development (II)
CCP	Commercial Crew Program
CEO	Chief Executive Officer
CGWIC	China Great Wall Industry Corporation
CNSA	Administración Nacional China para el Espacio
COPUOS	Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos
COTS	Commercial Orbital Transportation Services
CRS	Commercial Resupply Services
CRS-1(2)	Commercial Resupply Services phase 1 (phase 2)
EEG	Economía Espacial Global
EEI	Estación Espacial Internacional
ESA	Agencia Espacial Europea
ETH	Event Horizon Telescope
EUA	Estados Unidos de América
FH	Falcon Heavy
GF	Guerra Fría
GLONASS	Sistema Global de Navegación por Satélite de Rusia
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
I+D	Investigación y Desarrollo
ISRO	Organización India de Investigación Espacial
JAXA	Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial
LAS	Sistema de Aborto del Lanzamiento
LEO	Low Earth Orbit
MOM	Mars Orbiter Mission

MSL	Mars Science Laboratory
NAFCOM	NASA-Air Force Cost Model
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMT	Organización Mundial de Turismo
ONGs	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OST	Orbital Space Tourism
RLV	Reusable Launch Vehicle
Roscosmos	Agencia Espacial Federal de Rusia
Rpk	Rocketplane Kistler
RSCC	Russian Satellite Communications Company
SAA	Space Act Agreement
SH	Super Heavy
SIA	Asociación de la Industria Satelital
SLS	Space Launch System
SpaceX	Space Exploration Technologies Corporation
SST	Suborbital Space Tourism
STS	Space Transportation System
UE	Unión Europea
ULA	United Launch Alliance
ULS	United Launch Services
URSS	Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas
USA	United Space Alliance

Introducción

Hace millones de años el primer ser vivo se atrevió a salir del océano permitiendo la expansión de la vida; en la segunda mitad del siglo pasado, Yuri Gagarin y Neil Armstrong abrieron la ventana para la exploración espacial y con ello una oportunidad por preservar el único tipo de vida que conocemos. Actualmente, ese umbral continúa abierto, aunque con la situación medioambiental en la que se encuentra el planeta y que requiere bastante atención no se sabe cuánto tiempo quede hasta que se cierre. Aun así, es claro que la vida en la Tierra continuará sin la existencia de humanos, pero llegará un punto en el que no podrá perdurar por sí misma y esa tal vez es nuestra función como humanidad: hacer que la vida prevalezca. Que sobreviva más allá de este punto azul pálido como en algún momento lo llamó Carl Sagan.

Todo inició hace 62 años desde el cosmódromo de Baikonur en Kazajistán, cuando la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas puso en la órbita terrestre un pequeño satélite de no más de 84 kilogramos de peso y un diámetro de 58 centímetros, el *Sputnik 1*. La carrera espacial había iniciado. Con ello, los sueños y visiones de millones de personas a través de la historia humana por alcanzar las estrellas se comenzaron a hacer realidad. Tras doce años de disputa y de una gran afición por los gobiernos en el espacio ultraterrestre y a pesar de que su desarrollo envolvió intereses políticos, geoestratégicos y militares, el sector espacial se logró desarrollar.

Hoy por hoy el espacio ultraterrestre está retomando la importancia y el impulso que tuvo durante la Guerra Fría por los países, sin embargo, aunque las circunstancias y los actores han cambiado, los objetivos continúan latentes. Uno de esos nuevos actores son las empresas privadas quienes han tomado parte en este campo, pues observan en el espacio un nuevo modelo de negocios para desarrollar tecnologías más baratas y generar un mercado que atraiga a cada vez más consumidores. Según el Plan de Órbita 2.0 de la Agencia Espacial Mexicana tan solo de 2011 a 2014 la cantidad de empresas que se dedican a la industria espacial creció de 100 a 800 y su inversión al sector en 2015 se estimó en 10 mil millones de dólares.

Asimismo, según el cuarto reporte de la OCDE sobre la economía espacial el valor del presupuesto brindado en 2017 por los Estados se valuó en 75 mil millones de dólares. Según la agencia de análisis de datos *BRYCE space and technology* de 2000 a 2018 la inversión que ha atraído las empresas espaciales ha sido de alrededor de 21.8 mil millones de dólares. Finalmente, según la Asociación de la Industria Satelital en 2018 la Economía Espacial Global aumentó a 360 mil millones de dólares, siendo la industria satelital el 77% de esta con 277 mil millones.

Así, al nacimiento de nuevas empresas, pequeñas en su gran mayoría, se les llamó *New Space* debido al reenfoque del espacio ultraterrestre. Con esto, la compañía estadounidense *SpaceX* es una de las que más se ha hecho visible y que ha llevado a cabo acciones que solamente los Estados han logrado, llegando a rivalizar con estos últimos en algunos aspectos. A pesar de ello, esto solamente representa una parte de un gran nicho de mercado que a la larga se puede expandir y que es principalmente impulsado por la Ciencia y la Tecnología.

Se debe considerar el gran avance científico y tecnológico que trae la exploración del espacio, ya que el sector espacial ha apoyado en la vida cotidiana de las personas y está presente en el desarrollo de la sociedad internacional actual. Un ejemplo de ello se observa en el campo de la medicina, pues así como se utilizan radiotelescopios para observar estrellas distantes, esa tecnología es usada para ver al interior y a través del cuerpo humano por medio de radiografías, resonancias, etc. Otro ejemplo son las telecomunicaciones y el impacto tan palpable que se muestra con la transferencia de información.

En lo consiguiente, se puede dividir a las actividades del espacio en cinco categorías claras: defensa, inteligencia, civil, exploración y comercial. Los usos potenciales previstos hasta ahora y más estudiados son: colonización y explotación. Asimismo, es necesario mencionar que en esta investigación no se pondrá énfasis en los dos primeros, pues es más común que se lleven a cabo por los Estados y como el título de esta tesis refiere, es más relevante la iniciativa privada.

Por otro lado, el sector espacial en México y en Relaciones Internacionales (RI) no ha tenido un gran impulso a pesar de los múltiples beneficios y estudios que este

puede traer, sin embargo, actualmente varios investigadores y tesisistas se replantean el papel de la disciplina en este campo. Por ello, es necesario un acercamiento más a fondo de los estudiosos en temas que el día de mañana van a ser tan pertinentes como lo es hoy el cambio climático y en este caso es el sector espacial. Así, esta tesis toca varias cuestiones como las tecnológicas, económicas, políticas, jurídicas y sociales, ya que son estos campos los que han sido permeados por todo el entramado al que se refiere la economía espacial.

Por lo anterior, la presente tesis pretende desarrollar más a fondo al sector espacial en cuanto a sus antecedentes, su relevancia actual y sus posibles consecuencias. Principalmente enfocada a uno de los actores en las Relaciones Internacionales que han ganado mayor relevancia desde la segunda mitad del siglo pasado, las empresas privadas, quienes piensan el espacio exterior como un nuevo negocio, especialmente *SpaceX*, así como la manera en que están impulsando la exploración, investigación, explotación y colonización del espacio. De esta forma, se plantean una serie de preguntas, hipótesis y objetivos tanto generales como particulares, los cuales se desglosarán en los siguientes párrafos.

Esta investigación responde al cuestionamiento: ¿Cuál ha sido el impacto de la iniciativa privada en el desarrollo de la industria espacial en relación a los Estados?, siendo la hipótesis central: el impacto de la iniciativa privada en la industria espacial de los últimos 15 años ha sido importante y decisivo en sus avances, pues ha generado lo que se puede considerar como una nueva carrera espacial en la que se ha relegado a los gobiernos nacionales. El principal objetivo es describir el impacto de la iniciativa privada en la industria espacial en relación al Estado, poniendo como principal ejemplo a *SpaceX* considerándola como una empresa punta de lanza y baluarte en los recientes impulsos por continuar con el desarrollo del sector espacial en el cual la comunidad internacional se encuentra inmersa desde hace más de 60 años.

Por lo tanto, el capítulo uno se propone resolver la interrogante: ¿Cuáles han sido las causas del rezago de los Estados en la industria espacial?, intentando responder con que: el rezago de los Estados en la industria espacial se debe principalmente a

causas económicas, por su rentabilidad y viabilidad. De esta manera el objetivo es buscar las causas del rezago del Estado y el impulso de la iniciativa privada en el sector espacial. Por lo anterior el capítulo primero se dedicará a hacer las aseveraciones teóricas y conceptuales útiles para el entendimiento de la tesis, para después realizar un breve recorrido histórico sobre los acontecimientos más importantes del sector espacial realizados por los Estados; esto último, a partir de 1957 hasta los hechos de la actualidad. Además, hará una pequeña valoración acerca de lo que se ha realizado en materia jurídica en la regulación del sector, principalmente con los tratados del espacio ultraterrestre. Asimismo, se muestran los diversos programas y misiones que se han realizado, así como los primeros beneficios tecnológicos que ha traído la exploración espacial y a los que todos los países les han prestado mayor atención. Para concluir se retoma el cuestionamiento sobre si es que existe un rezago de los Estados en la industria espacial.

El capítulo dos parte de la pregunta: ¿Cuál ha sido el progreso de las empresas privadas en el sector espacial?, con lo que se planteó la hipótesis: el progreso científico-tecnológico alcanzado por las empresas privadas en la industria espacial ha sido mayor que el de los gobiernos debido a sus intereses económicos. Por lo tanto, el objetivo del capítulo es describir el progreso del sector privado en la industria espacial con respecto al sector público. Así este capítulo primeramente hará un breve recorrido histórico de las empresas privadas en el sector espacial. Además, desarrollará lo que se ha denominado como *New Space* y las implicaciones que este ha traído desde el inicio del siglo XXI con el entendimiento del espacio ultraterrestre como un nuevo modelo de negocios, un nicho que a largo plazo puede llegar a ser muy benéfico en lo particular. También, se muestran cuáles son los campos de acción en los que el espacio exterior puede favorecer e interesar a las empresas, así como sus riesgos y beneficios. Finalmente, se devela cuáles son las empresas que han incursionado en el sector y algunas de las características que se han encontrado e inferido durante el desarrollo de la investigación.

El capítulo tres se cuestiona: ¿Cuál ha sido la importancia de SpaceX desde su fundación a la actualidad?, la hipótesis planteada es que: la importancia de SpaceX

radica en ser punta de lanza en innovación tecnológica, lo que a nivel Internacional ha sido significativo en comparación con otras empresas o el mismo Estado. Por lo tanto, el objetivo es esbozar el desarrollo que ha tenido SpaceX hacia el espacio. Así el capítulo expone enteramente a *SpaceX* con atención a sus intereses y los planes que tiene a futuro con respecto a la colonización de Marte, pues ayudará a comprender si verdaderamente está generando un nuevo impulso al sector o solamente es un caso aislado.

Finalmente, se darán las conclusiones generales de esta tesis, haciendo hincapié en si es que hubo cumplimiento de la hipótesis general propuesta y los alcances que tuvo la tesis. Asimismo, se mencionarán algunas consideraciones que pueden ser de utilidad para posteriores investigaciones y nuevos temas de estudio. Cerrando con tres puntos que vale la pena reflexionar y algunos apuntes sobre México.

1. Marco teórico-conceptual y los Estados en el sector espacial, desde sus inicios a la actualidad

En las Relaciones Internacionales del siglo XXI el objeto de estudio ha cambiado y con ello han sido diversas las teorías que han intentado dar explicación y comprender los acontecimientos que suceden en el escenario internacional. El mundo sigue en movimiento y con ello los intereses en nuevos temas dentro de las agendas de los países a nivel internacional tienen nuevos objetivos. Hoy en día hay cuestiones que hace 50 años no se les prestaba la misma atención y se han vuelto fenómenos multifacéticos y multicausales en los que no solamente se deben de considerar un solo aspecto como lo político, más bien implica varios otros sectores. Ahora no basta con observar los acontecimientos desde una sola disciplina, pues las líneas que antes eran muy marcadas entre lo internacional y nacional parecen difusas con el surgimiento de movimientos sociales que trascienden fronteras como el feminismo y la reivindicación de los pueblos originarios o con los problemas medio ambientales que afectan desde los pequeños campesinos hasta a las grandes industrias, además se mantienen latentes cuestiones como el crimen organizado y la sobrepoblación que ya ha alcanzado escalas globales.¹

Así, la constante dinámica mundial ha generado que los Estados dejen de ser los actores más relevantes dentro del escenario internacional, ya que hay una inclusión de más participantes, lo cual ha creado nuevos procesos en la toma de decisiones haciendo a su vez más complejos los intereses, generando distintos tipos de conflictos y formas de cooperar entre la comunidad internacional. En la actualidad se ha pasado de un mundo bipolar entre el este y oeste global para pasar a uno multipolar, en el que a veces es el mismo Estado quien se ve ajeno a esta nueva estructura del mundo. Esto ha permitido que los mercados se internacionalicen y se hagan globales, que la información y la comunicación viaje de un lado hacia otro al instante, que la transferencia tecnológica se realice a gran escala haciendo grandes

¹ Boaventura De Sousa Santos, "Los procesos de globalización" en *La caída del Angelus Novus. Ensayos para una nueva teoría social*, [PDF], pp. 168-169.

cadena de valor y dando como resultado el fenómeno conocido como “Globalización”.²

La Globalización es un concepto que no tiene un consenso claro en su definición, pues a pesar de que es libremente utilizado en discursos políticos y medios de comunicación su entendimiento es todavía más profundo y las categorías de análisis para identificarlo no siempre son las mismas. Sin embargo, es necesario decir que es parte del largo y extenso proceso histórico que ha llevado la humanidad y por lo tanto a evolucionado con ella, por lo que se puede decir que:

El término globalización expresa y hace referencia a esa intensa e incesante acción a distancia, a la expansión y profundización de las relaciones sociales e institucionales a través del espacio y del tiempo, de manera tal que ‘por una parte, las actividades cotidianas resultan cada vez más influidas por los hechos y acontecimientos que tienen lugar al otro lado del globo y, por otra parte, las prácticas y decisiones de los grupos y comunidades locales pueden tener importantes repercusiones globales’ [...]. La globalización significa el avance imparable de la modernidad, la homogeneización de ideas y prácticas, la toma del poder por parte de los gigantes económicos y comerciales que cada vez con mayor intensidad y eficacia están generando y generalizando unas pautas de uso y consumo, de modas y estilos de vida [...].

Así entendida la globalización, esto es, como un proceso que crea vínculos y espacios sociales, culturales y económicos transnacionales, supone, por una parte, renunciar a una premisa básica de nuestras sociedades tradicionales, a saber, la idea de vivir y actuar en los espacios cerrados y recíprocamente delimitados de los Estados nacionales y de sus respectivas sociedades nacionales; y significa, por otra parte, vernos impelidos a actuar y convivir superando todo tipo de fronteras y divisiones, sumergiéndonos cada vez más en formas de vida transnacionales [...]. La globalidad rompe y erosiona, de manera irreparable quizás, tanto a la sociedad como al Estado nacional, estableciendo al mismo tiempo una multiplicidad de conexiones y relaciones nuevas de poder y competitividad, a la vez que unos conflictos y entrecruzamientos entre diferentes actores, espacios, situaciones y procesos nacionales y transnacionales [...].³

Por lo tanto, lo que la Globalización trae consigo es la interconexión entre comunidades distantes, grandes o pequeñas, en el plano internacional que buscan identidad y forman nuevas formas de participación social; la diversidad de dinámicas entre corporaciones e instituciones internacionales, creando uniones público-

² Argimiro Rojo Salgado, *Globalización y crisis de la política: la necesidad de instaurar un espacio público*, VII Congreso Español de Ciencia Política y de la Administración, p. 2.

³ *Ibid.* pp. 2-3.

privadas; la conformación de bloques o zonas económicas en disputa de los mercados internacionales; y la mayor autonomía de actores diferentes al Estado que ponen en entre dicho su soberanía y sus capacidades para atender a las demandas de sus poblaciones.⁴ En resumen, es una reconfiguración total del escenario internacional.

Haciendo un paréntesis breve, cabe mencionar que existe un fuerte debate sobre la crisis del Estado, pues los cambios en el plano internacional, aunado a la evolución de las telecomunicaciones con las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, han puesto en entre dicho el papel estatal y lo político sobre nuevos actores y lo económico y financiero. Dicho eso, esta tesis no se centra en esas cuestiones teóricas, por lo que se tomara en cuenta las herramientas necesarias de la globalización para el entendimiento de esta tesis. Solamente se debe aclarar que “[...] según afirma Francis Fukuyama se resume en que ‘el asunto principal de la política global no gira en torno a cómo recortar la estatalidad, sino a cómo reconstruirla, [pues] para cada sociedad y para la comunidad global la decadencia del estado no es el preludio de la utopía, sino el desastre’.⁵

Por ello, para esta tesis es necesario utilizar a la globalización con objetividad observandola como un proceso histórico que se ha ido transformando a través del tiempo hasta nuestros días. Así, mientras hay quienes afirman que la globalización es el fantasma que ha generado los grandes conflictos y desigualdades a nivel mundial otros la defienden poniendo en entre dicho si es también por ella que se pueden solucionar esos problemas. De esta manera:

Ello significa que la humanidad ha empezado a dejar ya atrás la época de la política “inter-nacional” que se caracterizó por el hecho de que los Estados nacionales dominaban y monopolizaban el escenario internacional. En adelante, los actores nacionales-estatales deben compartir escenario y poder globales con organizaciones internacionales, así como con empresas, movimientos y organizaciones transnacionales. Asimismo, la estructura monocéntrica de poder de los Estados nacionales rivales se va sustituyendo

⁴ Luis Antonio Cruz Soto, “Hacia un concepto de globalización”, [PDF], *Revista Contaduría y Administración*, no. 195, octubre-diciembre 1999, p. 16.

⁵Juan Camilo Restrepo Vélez, “La globalización en las relaciones internacionales: Actores internacionales y sistema internacional contemporáneo”, *Revista Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, vol. 43, no. 119, Colombia, enero-junio de 2013, p. 11.

por un reparto de poder policéntrico, que hace que un gran número de actores transnacionales y nacionales-estatales compitan o cooperen entre sí.⁶

Retomando, es aquí donde se puede observar que la reconfiguración de la estructura internacional ha traído actores que se pueden diferenciar en:

- a. AGI: actores gubernamentales interestatales. Tales como la OEA o la ONU.
- b. ANGI: actores no gubernamentales interestatales. Tales como las ONG y las empresas transnacionales.
- c. AGNC: actores gubernamentales no centrales, los cuales hacen referencia a gobiernos locales que tienen un comportamiento inter-nacional. Tales como las comunidades autónomas de España.
- d. AING: actores intraestatales no gubernamentales, los cuales son grupos privados que mantienen vínculos con otros actores internacionales. Tales como la academia sueca.
- e. Los Estados: todo Estado es actor internacional por el simple hecho de serlo.
- f. El individuo: personas que ejercen una actividad internacional importante. Tales como Donald Trump, Carlos Slim o el Dalai Lama [...].⁷

Por otro lado, también es importante observar la existencia de brechas tecnológicas debido a que hay actores que ostentan las grandes maquinarias económicas y tecnológicas para hacer valer su supremacía en el escenario internacional con los mercados y recursos. Es decir, hay una desigualdad en la manera en que se vive la globalización, pues a pesar de que es una participación de todos los actores del escenario internacional, cada uno va a actuar y desenvolverse dependiendo de sus capacidades, necesidades y objetivos.

Por lo anterior, es importante retomar las cuestiones de la competencia y la cooperación que en diferentes sentidos ha sido parte del desarrollo histórico de la sociedad y que ha moldeado su actual conformación. Por cooperación se puede entender a “[...] toda relación entre actores internacionales orientada a la mutua satisfacción de intereses o demandas, mediante la utilización complementaria de sus respectivos poderes en el desarrollo de actuaciones coordinadas y/o

⁶ Argimiro Rojo Salgado, *op. cit.* p. 3.

⁷ Juan Camilo Restrepo Vélez, *op. cit.* p. 14. .

solidarias.”⁸ Mientras que por competencia o conflicto se piensa como “[...] una relación social por la que dos o más colectividades aspiran a satisfacer intereses o demandas incompatibles, utilizando sus desigualdades de poder para mantener actuaciones antagónicas o contrapuestas, recurriendo, en último extremo, a la violencia. Cuando el conflicto se desarrolla entre actores de la Sociedad Internacional lo denominaremos un conflicto internacional”.⁹

Así, la globalización ha generado que la diferencia entre lo público y lo privado se diluya, pues la cantidad de actores que se entrometen se vuelven tan autónomos como interdependientes, buscando que lo político no sea el resultado final, más bien es una manera de responder a la dinámica de las sociedades actuales.¹⁰ Es decir un Nuevo Orden Internacional en el que existan nuevas formas más legítimas y satisfactorias de organización y cooperación entre los actores que puedan hacer frente a las futuras y complejas necesidades de la sociedad.

Además, es importante hacer algunas aclaraciones más en cuanto a que existen varias formas de asociación entre el sector público-privado o enteramente uno solo de estos, como lo son la cooperación multilateral y bilateral: la primera se enfoca a proyectos más grandes como programas o misiones; el segundo a cuestiones más técnicas sobre capacitación y productos. Asimismo, se debe tomar en cuenta que esa cooperación puede acarrear acciones como la comercialización y privatización que sustancialmente son diferentes: la primera se refiere al lucro de un bien o servicio determinado para el retorno de la inversión con valor agregado; mientras que la segunda relega las propiedades, productos o servicios gubernamentales hacia la iniciativa privada.¹¹ Cabe mencionar que esa privatización tiende a representarse por delegación (contrato, franquicia, mandato), despojo (venta, liquidación) o desplazamiento (retirada, desregulación).¹²

⁸ Rafael Calduch, *Capítulo 4, Las Relaciones Internacionales*, Madrid, Ediciones Ciencias Sociales, 1991, p. 4.

⁹ *Ibid.* p. 6.

¹⁰ Argimiro Rojo Salgado, *op. cit.* p. 7.

¹¹ Véase: Diana Carolina Realpe Muñoz, *op. cit.* pp. 49-51

¹² Véase: Chad Anderson, “Rethinking public-private space travel”, [PDF], *Elsevier*, 3 de octubre de 2013, p. 3.

Es aquí donde el sector espacial también ha sido parte de ese cambio, pues forma parte de las grandes dinámicas socio-históricas de la humanidad, ya que ha permeado y ha sido permeada por las personas en un tiempo y lugar claramente definidos. Es por eso que, desde su inicio, la evolución que ha mostrado no es para menospreciarse, especialmente porque el sistema capitalista actual manifiesta un gran interés por producir los recursos y reproducir las prácticas mercantiles existentes en la Tierra hacia el espacio ultraterrestre.¹³ De esta manera el impacto que ha generado en el mundo actual permite que su estudio pueda hacerse desde varias aristas, por lo que el presente trabajo intentará incluir algunas de ellas enfocándose en el papel que han jugado los Estados y principalmente las empresas.

Si bien, más adelante se explicara conceptualmente la manera en que se pueden clasificar las empresas, se puede adelantar que *SpaceX* todavía no es una empresa transnacional, sin embargo, se observará en el capítulo 3 que a pesar de que su principal contratista son los Estados Unidos, también tiene numerosos convenios a nivel internacional a diferencia de otras compañías, lo que demuestra una de sus ventajas competitivas. Además, *SpaceX* cabría dentro de los actores intraestatales no gubernamentales, ya que es una empresa de carácter privado que se vincula con otros Estados y empresas fuera de Estados Unidos.

En cuanto a lo meramente conceptual, es necesario hacer algunas aclaraciones en cuanto a lo que se va a entender por *política espacial*, *desarrollo tecnológico* y *sector espacial* que van a ser importantes y recurrentes en el desarrollo de este capítulo y la tesis en general. Por ello, también hay que comprender que los tres ejes rectores de este proyecto son: el Estado, la tecnología y principalmente la iniciativa privada con la empresa *SpaceX*.

En primer plano, el Estado como ente regidor del bienestar, la seguridad y la administración de una sociedad geográficamente determinada, es quien resuelve las cuestiones de las políticas que se van a implementar dentro del territorio del cual

¹³ También se le denomina espacio cósmico extraterrestre, sideral, supra-atmosférico, extra-atmosférico, etcétera. El término empleado en español por la Organización de las Naciones Unidas es "ultraterrestre". Véase Martha C. Mejía, *La órbita geoestacionaria*, [PDF], Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 43 pp.

posee soberanía. Sin embargo, es necesario precisar que no hay un consenso a nivel internacional de lo que se debe entender por política espacial; se considera que la definición que brinda Fermín Romero¹⁴ es bastante general y puede ser de utilidad, hasta cierto punto, para la realización de esta tesis. Por lo tanto, se va a entender como:

[...] el conjunto de actividades relativas al espacio que un Estado identifica como esenciales para garantizar su seguridad nacional y como apoyo a su desarrollo económico, social y cultural —con objetivos específicos—, articuladas por un plan nacional de actividades espaciales en el que intervienen los sectores público, privado, académico y de investigación.¹⁵

La segunda definición que se devela, es la que nos remite al carácter tecnológico del espacio y que será más útil en el segundo y tercer capítulo de esta tesis. Así, el desarrollo tecnológico habrá de entenderse como:

Uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos (LCTI).¹⁶

El siguiente concepto se refiere a las características de lo que se puede entender como industria espacial o sector espacial y que en un término más acertado se conoce como *economía del espacio*, pues se enfrenta a una evolución en la que se deja el carácter meramente tecnológico y técnico de la definición y se recurre a una ampliación del mismo. Por lo tanto, en una primera aproximación, la industria espacial se refiere a:

[...] el segmento de la economía de los países que resulta de actividades de exploración, uso y explotación del espacio exterior como la investigación científica; el desarrollo tecnológico; el diseño, fabricación, manufactura y operación de sistemas de telecomunicaciones; la geolocalización y

¹⁴ Internacionalista con experiencia en la administración pública federal, director de la Agenda Espacial para la Dirección General para la Organización de las Naciones Unidas de la Secretaría de Relaciones Exteriores; Consultor externo de la Agencia Espacial Mexicana, así como impulsor para el establecimiento de esta y promotor de los sectores: aeroespacial, telecomunicaciones y Tecnologías de la Información y Comunicación.

¹⁵ Fermín Romero Vázquez, "Hacia la formulación de una política espacial en México", [PDF], *Revista Mexicana de Política Exterior*, Núm. 90, México, julio-octubre, 2010, p. 27.

¹⁶ Conacyt, *Desarrollo tecnológico e innovación*, [en línea], México, 2014, dirección URL: <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion>, [consulta: 7 de octubre de 2018].

observación de la tierra y del cosmos que emplean objetos lanzados y ubicados en el espacio.¹⁷

En cuanto a la economía del espacio, esta pretende sumar a lo económico y social en busca de un beneficio en el desarrollo de ciertas prácticas para el sujeto que las lleve a cabo. Por ello, se entiende como:

[...] la diversidad de actividades y recursos que generan beneficios sociales y económicos y que resultan de la exploración, entendimiento y explotación del espacio. En este sentido, la economía del espacio, en un concepto amplio, va mucho más allá del sector espacial per se (upstream), e incluye el creciente número de productos, servicios y conocimiento cuyo surgimiento ha sido posible gracias a la exploración del espacio.¹⁸

Cabe destacar que se utilizará indiscriminadamente sector, industria y economía espacial, refiriéndonos en los tres casos a la última definición descrita, pues se pretende evitar lo más posible la repetición constante de los conceptos y las cacofonías que lleguen a generar; además que, como ya se mencionó, son parte de la evolución o perfeccionamiento del mismo término. Asimismo, en esta tesis, lo espacial se va a diferenciar de lo aeroespacial y aeronáutico,¹⁹ pues ninguno de estos términos engloba exactamente las mismas características económicas, tecnológicas ni sus objetivos a desarrollar.

Por otro lado, para el segundo capítulo, también hay algunas aclaraciones que se deben considerar sobre la definición de sector privado que se trata en esta tesis. Por ello, se tomará en cuenta que:

[...] constituye una etapa esencial, previa a todo acuerdo sobre las prácticas y sobre el rol que se le ha de asignar en las políticas de desarrollo. Sin embargo, hasta el momento las tentativas de establecer una definición oficial no han desembocado más que en un consenso bastante impreciso. Así pues, la definición de la OCDE, muy inclusiva, abarca 'las sociedades privadas, las familias y las instituciones no mercantiles al servicio de las

¹⁷ ProMéxico-AEM, *Plan de órbita, Mapa de ruta de la industria espacial mexicana*, [PDF], México, 2012, p.13.

¹⁸ ProMéxico-AEM, *Plan de órbita 2.0, Mapa de ruta del sector espacial mexicano*, [PDF], México, 2017, p.23.

¹⁹ Por un lado, el término aeronáutica primordialmente se refiere al desarrollo de helicópteros, aviones y sus misiones no están enfocadas hacia el espacio ultraterrestre; el concepto aeroespacial se utiliza como un binomio entre lo espacial y aeronáutico en el que ambos comparten las cuestiones aerodinámicas, propulsión, electrónica, navegación y materiales, pero difiriendo en aspectos con mayor peso y relevancia como los técnicos, productivos y comerciales. Véase: Sofía Andrea Huerta Ramírez, *La industria aeronáutica civil y la gobernanza global en las relaciones internacionales del siglo XX: el desarrollo de capacidades tecnológicas en países aprendices (Brasil, Canadá y China)*, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, asesora María Josefa Santos Corral, Ciudad Universitaria, México, 2017, pp. 65-69.

familias', mientras que otros circunscriben el sector privado estrictamente al mundo empresarial y comercial. No obstante, el sentido que se le ha dado en realidad a este concepto es claro: se trata de inversores privados, a saber las empresas con ánimo de lucro –y, adicionalmente, fundaciones privadas. Por ser asociados privilegiados de larga data de las políticas oficiales de desarrollo, estos dos sectores parecen destinados a que su papel gane importancia en el futuro [...].²⁰

Además, se retomará la característica de lucro que buscan las empresas cuando deciden emprender algún proyecto en cualquier sector en el que puedan invertir; también, se considerará a las empresas, industrias o compañías como los principales actores que compiten en varias áreas contra los Estados. Sin embargo, como se mencionó antes, de una u otra manera ambos deben de tener algún vínculo en el que puedan trabajar juntos y logren beneficiarse.

En la actualidad, existe una gran variedad y tipo de empresas que tienen características diferentes, pero las que se han desarrollado y expandido más en el mundo son las transnacionales, pues:

[...] promueven vastas transferencias de capital y tienen a su cargo, en gran medida [sic], el funcionamiento de los mercados financieros del mundo. Determinan las pautas de la división internacional del trabajo, ajustando las corrientes de productos básicos e intermedios para adaptarlas a sus propias estrategias. Crean y controlan las tecnologías de vanguardia que constituyen la fuerza motriz del desarrollo, y que pueden servir para aumentar la productividad y elevar el nivel de vida de las poblaciones del mundo.²¹

También hay empresas nacionales, nucleares y periféricas. La diferencia entre cada una de ellas radica, principalmente, en el lugar en que tienen sus factores de producción, es decir, la maquinaria y herramientas que utilizan para llevar a cabo sus procesos productivos. De esta forma, las transnacionales tienen un sistema de producción que se encuentra en diferentes territorios y para crear o desarrollar cierto producto o servicio tienen que recurrir a transportar las piezas de un país a otro para concluir una determinada cadena. Las nacionales también pueden distribuir su sistema de producción, pero este no sobrepasa los límites territoriales de un Estado,

²⁰ Stéphanie Genteuil, "El sector privado y la eficacia del desarrollo", [en línea], *Development Cooperation Network*, agosto de 2011, dirección URL: https://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/Secteur_Prive_francais_2_3_ES.pdf, [consulta: 10 de diciembre de 2018].

²¹ Natividad Martínez Aguilar, *op. cit.*, pp. 288-289.

sin embargo, el producto finalizado sí puede ser exportado. Las últimas dos se desprenden de la nacional y su diferencia se encuentra en que la nuclear lucra con productos y/o genera los recursos necesarios para el desarrollo de la humanidad; mientras la industria periférica se encarga de cubrir las necesidades básicas de las personas.²²

De esta manera, las empresas que se desarrollarán en el capítulo son de diversos tipos y características, pues dependerán del contexto y los objetivos iniciales de las compañías; sin embargo, la mayoría de ellas se pueden catalogar como nacionales-nucleares. Asimismo, *SpaceX* se asocia a esta última categoría, pues tiene un gran financiamiento a nivel particular y recibe más fondos de los contratos con la NASA, lo que la ha llevado a un avance tecnológico considerable. Además, es menester hacer una aseveración final, ya que hasta este punto, en la presente tesis, se ha hablado solamente sobre el sector público y privado, siendo el primero las instituciones que pertenecen al Estado y el segundo las empresas que pertenecen a uno o más particulares; sin embargo, también existe el tercer sector, que son instituciones privadas pero que no tienen ningún ánimo de lucro, más bien buscan apoyar a la población (como una industria periférica); un ejemplo claro son las fundaciones.

Por otra parte, a pesar de las contradicciones que el sistema capitalista puede tener y de las desigualdades que genera, es cierto que el progreso continuo de la humanidad en diversos sectores ha sido potenciado por la iniciativa privada, especialmente desde la década de 1980. No es coincidencia que los países más industrializados o con mejores rendimientos económicos sean sedes de las plantas matrices del sector privado en general, especialmente si consideramos a las industrias transnacionales como los entes que tienen mayor influencia a nivel internacional, llegando a rivalizar contra algunos Estados y a estrechar lazos directos con muchos otros.

²² Jonathan F. Galloway, Marcela Pineda Camacho, “¿Industrias globales?”, [PDF], *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 54, no. 2, abril-junio 1992, pp. 8-10.

Es necesario resaltar que las “[...] empresas no pueden escapar al impacto de problemas esenciales del desarrollo, estas también necesitan un ambiente seguro y estable para operar. Hay un creciente reconocimiento de estos problemas compartidos, provocando novedosos enfoques para encontrar soluciones compartidas”.²³ Es por eso que buscan los medios para que sus actividades no se vean afectadas, pues ya sea para la sobrevivencia del mismo sistema o para la acumulación, las industrias necesitan reproducir sus prácticas en cualquier espacio que sea susceptible de ser dominado y del cual puedan adquirir algún beneficio y por ello adoptan programas que despliegan su responsabilidad social y medioambiental. Sin embargo, se han dado cuenta que el actual cambio climático, calentamiento global y desabasto de recursos naturales no renovables, como el agua y petróleo, en las siguientes décadas va a ser un problema más grave de lo que es actualmente; por ello es que tienen la necesidad de buscar en lugares poco explorados en los que todavía es muy difícil y costoso acceder; este es el caso del espacio ultraterrestre.

Finalmente, para hacer el análisis sobre la apropiación del espacio ultraterrestre por la iniciativa privada y todo lo que esto conlleva, es necesario hacer un breve recorrido por la historia del sector espacial; nacido en los albores de la Guerra Fría con la carrera espacial, potenciado por las relaciones de poder existentes entre los dos países que competían por la hegemonía mundial y por el contexto en el que se desenvolvía el mundo en ese momento, significó un cambio en la manera de ver el mundo.

1.1. El progreso de los Estados en el espacio

La Segunda Guerra Mundial fue un acontecimiento que sirvió como parteaguas para la segunda mitad del siglo XX, pues con su conclusión vendría un enfrentamiento a nivel internacional en el que los dos grandes países vencedores de la guerra,

²³ Djordjija Petroski, Michael Jarvis, Gabriela de la Garza, “El sector privado como un verdadero aliado en el desarrollo”, [en línea], *World Bank*, dirección URL: http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/El_sector_privado_como_un_verdadero_aliado_en_el_desarrollo_v.final.pdf, [consulta: 12 de diciembre de 2018].

Estados Unidos de América (EUA) y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviética (URSS), se presentarían como los baluartes de dos ideologías totalmente opuestas; la magnitud de esa disputa hizo eco en casi todo el mundo. Así, inició un periodo de casi 50 años conocido como la Guerra Fría (GF), un conflicto entre dos superpotencias las cuales no tuvieron un encuentro directo, pues el escenario en que se desplegaron fue el mismo plano internacional, es decir, todo sucedió fuera de sus territorios.

De esta manera, el conflicto fue llevado a varias latitudes y diversos sectores en los cuales, tanto EUA como la Unión Soviética, compitieron para mostrar al mundo su superioridad económica, militar, ideológica y cultural. Uno de estos campos fue el espacio ultraterrestre en el que, hasta esa época, no se habían llevado a cabo grandes avances en cuanto a su investigación y exploración. Cabe destacar que en ese momento era el Estado quien tenía bajo su control todo el aparato económico y de desarrollo a nivel internacional y es en este contexto que comenzó el dominio por el espacio y su indagación más profunda se realizó durante las primeras décadas de la GF.

Así, el creciente progreso científico-tecnológico de la época llevó al primer acontecimiento histórico en el sector espacial; el 4 de octubre de 1957,²⁴ fue lanzado a la órbita terrestre el *Sputnik 1* por parte de la Unión Soviética, convirtiéndose en el primer satélite artificial de la humanidad. Las investigaciones y el desarrollo continuaron y con ello en 1959 se consiguió estrellar la nave Luna-2 en nuestro satélite natural. Una hazaña posterior de la misma URSS se llevó a cabo con el lanzamiento de la perra Laika a la atmósfera (1957); después el cosmonauta²⁵ Yuri Gagarin (*Юрий Алексеевич Гагарин*) repetiría esa proeza, convirtiéndose en el primer ser humano en salir al espacio ultraterrestre, el 12 de abril de 1961, a bordo de la nave *Vostok 1*.

²⁴ Cabe destacar que para 1953 la idea de la regulación del espacio ya se había hecho latente, pues el príncipe de Hannover, Prinz Heinrich von Welf, hizo su tesis sobre este tema. Véase *Ibid.*, pp. 1-2.

²⁵ El término “cosmonauta” se utiliza en el caso ruso; “astronauta” es utilizado por los Estados Unidos de América; y “taikonauta” por la República Popular China.

Como se puede observar, los primeros avances en materia espacial los realizó la URSS, sin embargo, no quiere decir que EUA haya dejado pasar estos acontecimientos, pues, a la par, había desarrollado sus propias investigaciones en el sector. De esta forma es que también consiguieron poner en órbita a más animales, así como satélites artificiales (su primer satélite fue el *Explorer-1*, en 1958) mediante su proyecto Mercury. También, crearon su propia agencia espacial, la *National Advisory Committee of Aeronautics (NACA*, por sus siglas en inglés) que después se convertiría en lo que hoy conocemos como la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*.²⁶

Además, para 1963 la Unión Soviética logró poner en órbita a la primera cosmonauta, Valentina Tereshkova. Sin embargo, la muerte de Serguei Koroliov (1968), hombre al mando del programa espacial soviético, fue una de las causas del gran atraso en las misiones posteriores, pues bajo su dirección se logró impulsar esta industria y adelantarse a los EUA en los primeros años de la carrera espacial. Mientras tanto, el programa *Geminis* y *Apollo* de la NASA, bajo la administración de John F. Kennedy, se propuso llegar a la Luna (antes de 1970) invirtiendo más dinero y recursos a este objetivo.²⁷

La carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética duró aproximadamente 12 años (1957-1969) en los que la industria fue duramente explotada y los lanzamientos, misiones y nuevas tecnologías fueron constantes. Su fin se dio con una hazaña que no se ha vuelto a repetir y fue cuando el Apolo 11, el 20 de julio de 1969²⁸ con Neil Armstrong y Edwin “Buzz” Aldrin a bordo del módulo

²⁶ Cfr., Iván Eric Luna Reyes, *Análisis del papel de la agencia espacial mexicana como gestora de la política espacial en México y su posible implicación estratégica en el nuevo orden geopolítico internacional*, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, asesor Víctor Francisco Olguín Monroy, FES Aragón, México, 2012, p. 11.

²⁷ Cfr., *Ibid.*, p. 12.

²⁸ La exploración lunar duró alrededor de dos horas y el total de tiempo de la misión fue de 8 días; se recolectaron cerca de 22 kilogramos de rocas, se instalaron diversos artefactos, como: un detector de sismos y partículas lunares, así como un reflector laser que es utilizado para medir la distancia entre la Luna y la Tierra. Véase: Lucy Virgen, “20 de julio de 1969- Llegada del primer hombre a la luna”, [en línea], México, *Universidad de Guadalajara*, 20 de julio de 2012, dirección URL: <http://udg.mx/es/efemerides/20-julio>, [consulta: 3 de marzo de 2019].

Eagle, logró aterrizar en la Luna,²⁹ específicamente al sur del “Mar de la Tranquilidad”, mientras Michael Collins se quedó en el módulo de mando, Columbia, orbitando la Luna.³⁰ Este acontecimiento formó parte de la memoria de millones de personas que lo pudieron ver a través de su televisión y representó el término de la carrera espacial y lunar entre las dos superpotencias que se disputaban diferentes ámbitos a nivel internacional, significando la superioridad de un Estado sobre otro.

Cuadro 1 Etapas del sector espacial

<i>Etapas</i>	<i>Fechas</i>	<i>Descripción</i>
<i>Era pre-espacial “-1”</i>	1926-1942	Primeros cohetes (del Goddard al V2)
<i>Era pre-espacial “0”</i>	1943-1957	Carrera militar por misiles balísticos intercontinentales, primer satélite en órbita (Sputnik)
<i>Ciclo 1</i>	1958-1972	Carrea espacial (del Sputnik al fin de la era Apolo), comienzo de aplicaciones militares (ejemplo: satélites espía), primer humano en el espacio, exploración espacial robótica
<i>Ciclo 2</i>	1973-1986	Primeras estaciones espaciales (Skylab, Sayult) y transbordadores (Transbordado Espacial de EU, Buran), posterior desarrollo de aplicaciones militares (GPS, Glonass), comienzo de aplicaciones civiles y comerciales (observación terrestre, telecomunicaciones), surgimiento de nuevos actores (Europa, Japón, China)
<i>Ciclo 3</i>	1987-2002	Segunda generación de estaciones espaciales (Mir, ISS), fuerte papel de aplicaciones militares, posterior desarrollo de aplicaciones civiles y comerciales (Landsat, Imagen Puntual, televisión satelital) con más actores entrando en los mercados y mucha transferencia tecnológica espacial al final de la Guerra Fría
<i>Ciclo 4</i>	2003-2018	Uso ubicuo de las aplicaciones espaciales en varios campos gracias a la digitalización (fuerte aumento de las actividades <i>downstream</i>), nueva generación de sistemas espaciales (pequeños satélites) impulsada por la integración de avances micro-electrónicos, computadoras y ciencias materiales, globalización de las actividades espaciales (coexistencia de grandes y pequeños programas espaciales nacionales, desarrollo de cadenas globales de valor)
<i>Ciclo 5</i>	2018-2033	Crecientes usos de <i>outputs</i> de infraestructura satelital (señal, datos) en productos de mercado masivo y posiblemente para el monitoreo global de tratados (tierra, océano, clima), tercera generación de estaciones espaciales, extenso mapeo del Sistema Solar y más allá gracias a nuevos telescopios y misiones robóticas, actividades New Space llegando a la era (ejemplo: nuevos lanzamientos espaciales calificados para humanos, servicio en órbita)

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 78.

²⁹ Iván Eric Luna Reyes, *op. cit.*, p. 12.

³⁰ S/a, “Hace 48 años que el ser humano llegó a la Luna”, [en línea], México, *El Universal .com*, 20 de julio de 2017, dirección URL: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2017/07/20/hace-48-anos-que-el-ser-humano-llego-la-luna>, [consulta: 3 de marzo de 2019].

Después de la llegada del ser humano a la Luna, el sector espacial siguió teniendo relevancia, principalmente, en lo académico y científico-tecnológico, pero dejó de ser importante para los ámbitos político y jurídico, diferente a como se había mostrado en los años que duró la carrera espacial. Así, las misiones Apolo continuaron hasta el Apolo 17 cuya última misión fue realizada en 1972, con lo que hasta ese momento fueron 12 los astronautas que lograron llegar a la Luna. El Cuadro 1 muestra las etapas en las que el sector espacial se ha desenvuelto a través de la historia.

1.1.1. Después de la carrera espacial

Con la llegada de los Estados Unidos a la Luna y la coyuntura que este acontecimiento simbolizó fue que la Unión Soviética dejó parcialmente de lado su industria espacial y se enfocó en otros sectores, principalmente en la producción de armamento, pues los conflictos que tenían lugar en otras latitudes requerían de mayor atención y gran capacidad militar y por ello era más redituable e importante que los avances y descubrimientos que el espacio podría traer. Además, para las siguientes décadas, el espacio dejó de ser una zona indiferente para otros países y a pesar de que en un principio no contaban con la tecnología suficiente para el desarrollo de sus propias naves, sí pudieron proyectar su política espacial al mundo y mostrar la importancia estratégica y científica que significaba para sus territorios.

El siguiente enfoque que EUA y la URSS le dieron a la exploración y desarrollo científico se basó en la cooperación espacial y con ello unieron sus dos programas más importantes, *Apollo-Soyuz*³¹ (1975), en una misión de acoplamiento entre las naves de ambas naciones. Sin embargo “[...] los resultados [...] no fueron muy satisfactorios a nivel técnico, por lo que la aparente disposición de cooperar entre

³¹ Nombrado así en conmemoración a la Unión Soviética= Sovietskiy Soyuz, en ruso Советский Союз. Se llama así tanto al programa de la Unión Soviética, como al cohete y las naves.

soviéticos y estadounidenses no fue duradera, ya que dicha misión no tuvo continuidad [...], sino que recayó más en un ardid político para denotar unidad”.³²

Después de que la NASA se consolidara como la única agencia espacial a nivel internacional, otras organizaciones también comenzaron a formarse. La primera de ellas fue la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés), conformada en 1975, como parte del repunte económico del viejo continente y una forma de desprenderse de la interferencia de Estados Unidos en la región, debido, principalmente, a la aplicación de la ayuda económica del Plan Marshall después de la Segunda Guerra Mundial. Así, la creación de la ESA hizo posible la construcción de una nave espacial y un programa propiamente europeos. Cabe resaltar que, por separado, los países de Europa con la suficiente capacidad para el desarrollo de su industria espacial trabajaron en algunos proyectos en conjunto con la NASA.³³

Asimismo, otros países alrededor del mundo optaron por el desarrollo de tecnologías que permitieran posicionar a su nación en el sector espacial, fijando sus objetivos en los satélites (como Francia, Japón y la República Popular China), pues eran artefactos con costos menores (con respecto a las naves espaciales) y que a largo plazo serían más rentables; además, así se posibilitaba la transmisión del internet y de grandes cadenas de televisión, lo que significó una revolución a las telecomunicaciones.

EUA y la URSS se mostraron interesados en aplicar los conocimientos adquiridos en los años anteriores con proyectos más ambiciosos y relativamente fáciles en cuanto a las implicaciones técnicas, por lo que el desarrollo de estaciones espaciales como la *Soyuz 1* en 1971 (URSS) y *Skylab* en 1973 (EUA) fueron posibles. Cabe destacar que los soviéticos crearon una nueva estación espacial llamada *Mir* (1986-2001), la cual logró sobrevivir a la caída del bloque socialista y a los recortes presupuestales realizados por la Federación Rusa,³⁴ además,

³² Iván Eric Luna Reyes, *op. cit.*, p. 17.

³³ *Idem.*

³⁴ *Ibid.*, p. 20.

icónicamente sentó el precedente ruso para la conformación de la Estación Espacial Internacional (EEI);³⁵ un proyecto que buscaba la experimentación en aras de la cooperación entre los 16 países que se unieron al plan para así reforzar sus investigaciones y funcionar como uno de los grandes símbolos que iniciaría el siglo XXI. Sin embargo, los problemas y costos que actualmente atrae el mantenimiento de la EEI han generado bastantes críticas entre los países miembros,³⁶ siendo así que se planea su replazo en 2024.

Finalmente, es necesario mencionar que Estados Unidos, bajo las administraciones de Ronald Reagan(1981-1989), tenía planeado desarrollar misiles de largo alcance usando parte del presupuesto espacial; sin embargo, la reducción de este durante la administración de Bill Clinton (1993-2001), hizo que el programa *Starwars*, como se había conocido, se convirtiera en un modesto sistema de misiles balísticos³⁷ y la estación espacial del programa *Freedom*, que estaba planeada para mantenerse por su propia cuenta, pasó a formar parte del proyecto conjunto a la *Mir 2* para la construcción de la EEI, después del acuerdo de 1993 entre EUA y Rusia.³⁸

1.1.2. El nuevo siglo

El siglo XXI trajo consigo la fundación de varias de las empresas privadas que hoy en día siguen vigentes y que se dedican enteramente al sector espacial. Sin embargo, a diferencia de estas, la creación y desarrollo de agencias espaciales por parte de los Estados se hizo presente en diferentes momentos de la historia. Por

³⁵ Su primer módulo fue lanzado en 1998 y es considerada como una de las obras de ingeniería más complejas y ambiciosas jamás creadas por la humanidad. Está compuesta por los módulos: Zarya, Zvezda, Harmony, Unity, Kibo, Columbus, Cupola, Destiny, Tranquility, Quest, Rassvet, Poisk, BEAM y MPLM.

³⁶ En 2016, el costo general de su mantenimiento rondó los 121 600 millones de dólares de los cuales Estados Unidos aportó 81 800 millones, Japón 14 800 millones, Europa 12 900 millones, Rusia 9 300 millones, y Canadá 2 800 millones. Véase: S/a, “¿Cuánto costaría retirar la Estación Espacial Internacional de su órbita? La NASA tiene la respuesta”, [en línea], *Sputnik Mundo .com*, 2 de agosto de 2018, dirección URL: <https://mundo.sputniknews.com/espacio/201808021080876685-costo-de-retirada-de-eei/>, [consulta: 27 de agosto de 2019].

³⁷ Belén Lara, “¿Resucitar ‘la guerra de las galaxias’?”, [PDF], *Política Exterior*, vol. 15, no. 81, mayo-junio 2001, p. 3

³⁸ Víctor Rodrigo, “La Estación Espacial Internacional, cuestionada científica y económicamente tras 20 años en órbita”, [en línea], *El Mundo .com*, 20 de noviembre de 2018, dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2018/11/20/5bf2d1c1468aeb05f8b45f6.html>, [consulta: 27 de agosto de 2019].

ello, es necesario hacer un breve recuento de algunas de esas organizaciones gubernamentales:

- 1958, Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés)
- 1969, Organización India de Investigación Espacial (ISRO, por sus siglas en inglés)
- 1988, Agencia Espacial Italiana (ASI, por sus siglas en italiano)
- 1989, Agencia Espacial Canadiense (CSA, por sus siglas en inglés)
- 1993, Administración Nacional China para el Espacio (CNSA, por sus siglas en inglés)
- 1994, Agencia Espacial Brasileña (AEB)
- 2001, Agencia Espacial Chilena (AEC)
- 2003, Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA, por sus siglas en inglés)
- 2010, Agencia Espacial Mexicana (AEM)
- 2015, Agencia Espacial Federal de Rusia (Roscomos en ruso Рокосмос)
- 2018, Agencia Espacial Australiana (ASA)

Con estas agencias es que los proyectos y políticas espaciales se dirigieron hacia objetivos más prácticos y que en su mayoría buscaban reducir costos, pues las telecomunicaciones, las investigaciones en la órbita de la Tierra y las sondas espaciales necesitaban nuevos impulsos. Además, la idea de regresar a la Luna, llegar a Marte y colonizar estos y otros cuerpos celestes se volvió a hacer latente, por lo que siguen siendo metas que, a pesar de los problemas que presentan, se esperan alcanzar durante la primera mitad de este siglo.

Para hacer más ágil la historia del espacio el siguiente cuadro muestra el avance y los acontecimientos que tanto los Estados y las empresas privadas han realizado desde la segunda década del siglo XX hasta nuestros días. Sin ser un cronograma exhaustivo, principalmente pretende referir a los sucesos más importantes que han tenido gran impacto en el desarrollo de la sociedad y el sector espacial. En primera instancia es necesario mencionar que la mayoría de las actividades independientes

del sector privado en el espacio ultraterrestre se desenvuelven mayoritariamente en el siglo XXI (como se verá a continuación), pues es cuando las políticas espaciales cambian, aunadas al recorte de presupuesto y otros hechos que permearon las actividades espaciales.

Cuadro 2 Seis décadas de exploración y tecnología espacial

Fecha	Acontecimiento
4 de octubre de 1957	La Unión Soviética pone en órbita el primer satélite artificial, el <i>Sputnik 1</i> .
3 de noviembre de 1957	La perra Laika se convierte en el primer ser vivo en orbitar la Tierra.
31 de enero de 1958	Estados Unidos pone en órbita en el <i>Explorer 1</i> .
29 de julio de 1958	Se crea la <i>National Aeronautics and Space Administration (NASA)</i> .
28 de mayo de 1959	Estados Unidos consigue regresar a salvo a Able y Baker, dos monos enviados a la órbita terrestre.
14 de septiembre de 1959	La Unión Soviética estrelló la nave Luna-2 en nuestro satélite natural, primer artefacto en la superficie lunar.
12 de febrero de 1961	La sonda Venera 1 de la Unión Soviética alcanza Venus.
12 de abril de 1961	El cosmonauta soviético, Yuri Gagarin, en el <i>Vostok 1</i> es el primer humano en el espacio.
5 de mayo de 1961	Alan Shepard se convierte en el primer estadounidense en el espacio exterior.
1962	Inicia el programa <i>Mariner</i> hacia Venus, Marte y Mercurio.
16 de junio de 1963	La Unión Soviética, puso en órbita a la primera cosmonauta, Valentina Tereshkova, primera mujer en el espacio a bordo de la <i>Vostok 6</i> .
18 de marzo de 1965	Primera caminata espacial por Aleksei Leonov.
26 de noviembre de 1965	Francia pone en órbita su primer satélite <i>Asterix</i> . Es el tercer Estado en lograr esta hazaña.

26 de enero de 1967	La ONU aprueba el <i>Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes.</i>
27 de enero de 1967	Mueren en la cápsula del Apolo 6 Virgil Grissom, Ed White y Roger Chaffee.
24 de abril de 1967	Muere el cosmonauta Vladimir Komarov tras terminar su misión espacial y al fallar el paracaídas de la <i>Soyuz 1</i> .
20 de julio de 1969	El Apolo 11 logra alunizar en nuestro satélite natural.
1970	Japón y la República Popular China se unen a la contienda espacial con el lanzamiento de su primer satélite por separado.
19 de abril 1971	La Unión Soviética pone en órbita la primera estación espacial, la <i>Salyut-1</i> (DOS-1).
Octubre de 1971	Primer lanzamiento exitoso del Reino Unido.
2 de diciembre de 1971	La <i>Mars 3</i> soviética realiza el primer aterrizaje exitoso en Marte.
7 de diciembre 1972	Última misión del programa Apolo con el Apolo 17.
14 de mayo de 1973	Estados Unidos lanzan la estación espacial Skylab.
3 de diciembre de 1973	La <i>Pioneer 10</i> realiza el primer sobrevuelo en Júpiter.
26 de marzo de 1974	La Unión Soviética lanza su primer satélite de telecomunicaciones.
29 de marzo de 1974	La <i>Mariner 10</i> realiza el primer sobrevuelo en Mercurio.
10 de diciembre 1974	La sonda <i>Helios 1</i> (A) es la primera de procedencia europea.
15 de julio de 1975	Se da la primera misión espacial internacional con la unión del Apolo-Soyuz.
Julio-septiembre 1976	Son lanzadas dos sondas del programa <i>Viking</i> a Marte.
Agosto de 1976	Última misión en la Luna por los soviéticos con Luna 24.
Agosto-septiembre de 1977	Fueron lanzadas las sondas <i>Voyager</i> a los planetas gaseosos.
1 de septiembre de 1979	La sonda <i>Pioneer 11</i> realiza su primer sobrevuelo en Saturno.
24 de diciembre de 1979	Primer cohete europeo, <i>Ariane</i> .
18 de julio de 1980	Lanzamiento del satélite <i>Rohini</i> . El primero únicamente realizado por India.

12 de abril de 1981	Se gesta el proyecto de los transbordadores espaciales de EUA, siendo el primero la nave <i>Columbia</i> .
Junio de 1983	La <i>Pioneer 10</i> es la primera sonda en abandonar el Sistema Solar.
24 de enero de 1986	El transbordado <i>Challenger</i> explota matando a los tripulantes de la nave.
19 de febrero de 1986	La URSS lanza la estación espacial <i>Mir</i> , la primera con un periodo de vida más longevo.
13 de marzo de 1986	La nave <i>Giotto</i> de la Agencia Espacial Europea se acerca al cometa <i>Halley</i> .
Septiembre de 1988	Primer satélite de Israel en órbita.
15 de septiembre de 1988	El transbordador soviético, el <i>Buran</i> , realiza su primer y único vuelo.
18 de octubre de 1989	Se envía la sonda Galileo hacia Júpiter.
24 de abril de 1990	Es lanzado el telescopio espacial <i>Hubble</i> .
6 de octubre de 1990	Es enviada la sonda <i>Ulysses</i> al Sol.
2 de septiembre de 1993	Se firma un acuerdo entre Estados Unidos y la Unión Soviética para unir a la estación espacial <i>Freedom</i> y <i>Mir</i> , como principal antecedente a la Estación Espacial Internacional.
7 de noviembre de 1996	Se lanza la misión <i>Mars Global Surveyor</i> hacia el planeta rojo.
4 de julio de 1997	La misión <i>Mars Pathfinder</i> logra que el <i>Sojourner</i> sea el primer <i>rover</i> de la NASA en Marte.
1 octubre de 1997	Fue lanzada la misión <i>Cassini-Huygens</i> con el objetivo de estudiar Saturno y su luna Titan.
1999	La ONU declara la semana Mundial del Espacio (4-10 octubre).
8 de septiembre de 2000	Es fundada la empresa aeroespacial <i>Blue Origin</i> .
2 de noviembre de 2000	La Estación Espacial Internacional es tripulada por primera vez.
38 de abril de 2001	El estadounidense Dennis Anthony Tito se convierte en el primer turista espacial al viajar a la EEI en la nave rusa Soyuz TM.32.

6 de mayo de 2002	Es fundada la <i>Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX)</i> .
2003	Se retoma el programa <i>Mars Exploration Rover (Opportunity y Spirit)</i> .
1 de febrero de 2003	El transbordador <i>Columbia</i> explota en su reingreso a la atmósfera terrestre matando a sus tripulantes.
15 de octubre de 2003	La República Popular China realiza su primera misión espacial tripulada con la nave <i>Shenzhou 5</i> .
2004	Es fundada la empresa aeroespacial <i>Virgin Galactic</i> .
4 de octubre de 2004	<i>Space Ship One</i> se convierte en la primera nave creada meramente por capital privado en alcanzar el espacio exterior.
14 de enero de 2005	<i>Huygens</i> es la primera sonda en aterrizar sobre Titán, luna de Saturno.
18 de enero de 2006	<i>SpaceX</i> y la <i>NASA</i> cooperan bajo el programa <i>Commercial Orbital Transportation Services (COTS)</i> .
22 de octubre de 2008	La India lleva a cabo su primer lanzamiento de una sonda espacial a la Luna con la <i>Chandrayaan-1</i> .
3 de febrero de 2009	Irán pone en órbita su primer satélite, <i>Omid</i> .
6 de marzo de 2009	Se pone en marcha la búsqueda de planetas similares a la Tierra en otras galaxias con la sonda <i>Kepler</i> .
8 de diciembre de 2010	Es lanzado exitosamente el <i>Falcon 9</i> con la cápsula <i>Dragón</i> .
16 de mayo de 2011	Deja de funcionar el Transbordador Espacial <i>Endeavour</i> .
25 de mayo de 2011	Se declara fin de la misión del <i>rover Spirit</i> después de quedar atascado en el suelo marciano desde 2009.
26 de noviembre de 2011	Se lanza el <i>rover Curiosity</i> a Marte.
22 de mayo de 2012	La <i>Dragon</i> de <i>SpaceX</i> se convierte en la primera nave de carácter privado en llegar a la EEI.
5 de noviembre de 2013	Se lanza la misión de la India, <i>Mangalyaan</i> .
12 de noviembre de 2014	La sonda <i>Rosseta</i> de la <i>ESA</i> alcanza al cometa 67P para realizar estudios.
17 de septiembre de 2017	La sonda <i>Cassini</i> se desintegró en Saturno.

6 de febrero de 2018	Es exitoso el lanzamiento del <i>Falcon Heavy</i> de <i>SpaceX</i> .
10 de junio de 2018	Se recibe la última señal del rover <i>Opportunity</i> .
5 de mayo de 2018	Es lanzada la misión de la NASA <i>InSight</i> para estudiar el subsuelo de Marte.
13 de diciembre de 2018	<i>Virgin Galactic</i> mediante su nave el <i>SpaceShip Two</i> logró el primer vuelo comercial tripulado en el espacio (82,7km).
3 de marzo de 2019	<i>SpaceX</i> logró acoplar su cápsula <i>Crew Dragon</i> en la EEI.
13 de mayo de 2019	Se anuncia la misión Artemisa de la NASA, la cual llevará a la primera mujer a la Luna en 2024.
30 de mayo de 2020	La <i>Crew Dragon</i> de <i>SpaceX</i> logró por primera vez llevar a dos tripulantes a la EEI desde territorio estadounidense.

Fuente: Elaboración propia con datos de Jorge Iván Amaro Estada, “Exploración espacial ‘un sueño hecho realidad’”, [en línea], México, *Hypatia Revista de divulgación científico-tecnológica del gobierno del Estado de Morelos*, dirección URL: <https://revistahypatia.org/tecnologia-espacial.html>, [consulta: 17 de septiembre de 2018]; Luis Ismael López Salas, *La exploración y eventual explotación del espacio ultraterrestre entre la cooperación y competencia internacional: los casos de la Federación Rusa, los Estados Unidos de América, la Unión Europea y la República Popular China*, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, asesora María Cristina Rosas González, Ciudad Universitaria, México, 2007, 248 pp.; S/a, *Statement of Elon Musk CEO&CTO Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) before the House Committee on Science, Space and Technology U.S. House of Representatives*, [PDF], 26 de octubre de 2011, 10 pp.; S/a, “Cronología de la exploración espacial”, [en línea], *BBC Mundo .com*, 16 de julio de 2009, dirección URL: https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/07/090714_luna_timeline_mes, [consulta: 21 de noviembre de 2018]; S/a, “Cronología de la carrera espacial”, [en línea], México, *Informador .mx*, 7 de marzo de 2009, dirección URL: <https://www.informador.mx/Tecnologia/Cronologia-de-la-carrera-espacial-20090307-0113.html>, [consulta: 21 de noviembre de 2018]; S/a, “Cápsula de SpaceX llega a Estación Espacial Internacional”, [en línea], México, *El Financiero .com*, 3 de marzo de 2019, dirección URL: <https://elfinanciero.com.mx/tech/capsula-de-spacex-llega-a-estacion-espacial-internacional?fbclid=IwAR1SSOM6zgW8MiOD0yJlFFWfF5SR0WjunjQJfqiHApXmNNVZRL-iOCx0dU>, [consulta: 3 de marzo de 2019]; S/a, “Virgin Galactic celebra con éxito primer vuelo espacial tripulado”, [en línea], México, *Forbes .com*, 13 de diciembre de 2018, dirección URL: <https://www.forbes.com.mx/virgin-galactic-celebra-con-exito-primer-vuelo-espacial-tripulado/>, [consulta: 3 de marzo de 2019]; S/a, “Artemisa, la misión de la Nasa que enviará por primera vez a una mujer a la Luna”, [en línea], *BBC .com*, 15 de mayo de 2019, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-48281544>, [consulta: 14 de agosto de 2019]; Miguel Ángel Sabadell, “¿Encontraron las sondas Viking vida en Marte?”, [en línea], *Muy interesante*, dirección URL: <https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/encontraron-las-sondas-viking-vida-en-marte-381495177748>, [consulta: 28 de agosto de 2019]; Yvette Smith, “NASA’S First Rover on the Red Planet”, [en línea], NASA, 3 de julio de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/image-feature/nasas-first-rover-on-the-red-planet>, [consulta: 28 de agosto de 2019]; The Planetary Society, *Mars Exploration Rovers, Spirit and Opportunity*, [en línea], dirección URL: <http://www.planetary.org/explore/space-topics/space-missions/mer.html>, [consulta: 28 de agosto de 2019]; NASA, *MARS Curiosity Rover*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/msl/mission/timeline/>, [consulta: 28 de agosto de 2019]; S/a, “Buran: así alcanzó la URSS el más audaz logro de su cosmonáutica (video)”, [en línea], *Sputnik Mundo .com*, 16 de noviembre de 2017, dirección URL: <https://mundo.sputniknews.com/espacio/201711161074010728-buran-primer-vuelo/>, [consulta: 30 de septiembre de 2019]; S/a, “NASA”, [en línea], *Rusia Today .com*, 12 de marzo de 2015, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/168806-nasa-estados-unidos-espacio>, [consulta: 30 de agosto de 2019]; NASA, *MARS InSight Mission*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/insight/mission/overview/>, [consulta: 30 de agosto de 2019]; NASA, *Mars Exploration*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/programmissions/missions/log/>, [consulta: 30 de agosto de 2019]; Raúl Limón, “La primera misión espacial tripulada de EE UU en una década vuelve a casa”, [en línea], *El País .com*, 2 de agosto de 2020, dirección URL: <https://elpais.com/ciencia/2020-08-02/la-primera-mision-espacial-tripulada-de-ee-uu-en-una-decada-vuelve-a-casa.html>, [consulta: 10 de septiembre de 2020].

1.2. Los tratados del espacio

La Guerra Fría en la que se encontraba sumido el mundo fue la pauta para que se pensara sobre la regulación de los sectores críticos entre las relaciones de Estados Unidos y la URSS. Con ello, la ordenación jurídica del espacio ultraterrestre se hizo posible. Una de las principales causas se debió a que las dos superpotencias necesitaban tener la certeza de que entre ellas (o algún tercero) no le dieran un uso indebido al espacio y atentaran contra su seguridad nacional. Por lo tanto, la conformación de tratados a nivel internacional normaría las actividades de los países parte en el espacio exterior, así como de los entes gubernamentales y no gubernamentales que los conforman; cuestión que se resalta en el artículo VI del Tratado del Espacio y que varios especialistas interpretan como que va dirigido a las empresa privadas, aunque no sea explícito³⁹ (esto se ve más adelante).

Durante el conflicto, la industria espacial se había hecho grande en sí misma como una forma de ampliación del conflicto que se llevaba en la Tierra, donde cabe mencionar que tanto Estados Unidos como la Unión Soviética tenían casi toda la injerencia dentro y fuera de la órbita terrestre, ya que su tecnología era lo suficientemente capaz como para realizar diferentes tareas en el espacio. Así, gracias a los considerables avances desde 1957, su regulación se hizo inevitable, principalmente influida por el miedo y la inseguridad de los Estados y sus poblaciones a la amenaza de un ataque nuclear desde el espacio. De esta manera, a nivel internacional:

Se creó en 1959 la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (CUEUFP) [en inglés COPUOS], para que sirviera de 'punto focal' de todos los organismos internacionales que estudiaran las actividades espaciales y para que estudiara la viabilidad de crear programas, que en esta esfera ayudaran al desarrollo de los países, tratando de resolver los problemas jurídicos que aparecieran con la exploración y utilización del espacio ultraterrestre.⁴⁰

Por lo tanto, para los años siguientes, la sociedad internacional configuró una regulación en el sector espacial mediante la resolución 2222 de la Asamblea de las

³⁹ Martha Mejía, *Propiedad privada y soberanía en el espacio*, [PDF], Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, pp. 10-13.

⁴⁰ Martha C. Mejía, *op. cit.*, p. 24.

Naciones Unidas en la que entró en vigor, el 26 de enero de 1967, el *Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes*.⁴¹ De lo expuesto en el tratado se pueden destacar tres principios que lo simplifican y son importantes para las actividades en el espacio ultraterrestre y los cuerpos celestes:

1. El libre acceso a la exploración e investigación de la Luna y otros cuerpos celestes por cualquier país en beneficio de todos los demás, sin discriminación de cualquier tipo;
2. La no militarización, nuclearización, ni apropiación de estos;
3. Las actividades realizadas en el espacio deberán de ser pacíficas y con fines de investigación, fomentando la cooperación internacional.⁴²

Estos principios se plantearon para las actividades de los propios Estados, pero dentro del documento, implícitamente y bajo interpretación subjetiva, se explica que la regulación concierne tanto a personas físicas como morales; es decir, las actividades de cualquier sujeto de derecho público o privado son representadas por el Estado al que pertenecen, por lo que existe una responsabilidad estatal de cualquier ente sea o no gubernamental. Así, el contexto en el que nació el tratado, los diversos principios y la subsecuente normatividad no previeron al espacio como un lugar que pudiese ser comercializado por alguna empresa en ese momento, más bien, funcionaron como instrumentos para “equilibrar” las actividades de los Estados en cuanto a sus acciones en el espacio exterior.⁴³

Asimismo, se crearon dos acuerdos más que pretendían llenar los huecos jurídicos y lagunas que se pudieran mal interpretar, además de dos convenios para fortalecer al primer tratado de 1967, siendo estos:

⁴¹ Véase: Naciones Unidas, *Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre*, [PDF], Nueva York, ONU, 2008, 88 pp.

⁴² *Idem*.

⁴³ Diana Carolina Realpe Muñoz, *El derecho privado en el campo de la actividad espacial*, Tesis de licenciatura en Derecho, asesor Alfredo Rey Córdoba, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Javeriana-Cali, Santiago de Cali, 2014, p. 14.

1. Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1967).
2. Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales (1971).
3. Convenio sobre registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1974).
4. Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes (1979).

Como se puede observar en los nombres de los tratados, cada uno va dirigido a cuestiones específicas sobre las actividades en el espacio exterior y cabe destacar que, a excepción del Acuerdo de 1979, los cuatro primeros han sido ratificados por la gran mayoría de los países parte de Naciones Unidas, contando tanto a naciones activas como inactivas en la industria. Sin embargo, el convenio de 1979 solamente ha sido ratificado por 16 Estados de los cuales ni la República Popular China, EUA, Rusia, India, Japón ni varios países de la ESA han sido parte de esa confirmación, lo que en cierta forma deja la puerta abierta para la potencial explotación y apropiación del espacio y sus recursos por parte de estas naciones, pues dicho convenio hace que confirmen a la Luna y otros cuerpos celestes como “patrimonio común de la humanidad” (artículo XI), limitando el actuar de los Estados y empresas.⁴⁴

Es en este punto que el carácter vinculante de los instrumentos internacionales se hace presente y con ello los conceptos de *hard law* y *soft law*. Si bien no hay un consenso en su definición, pues estriba en el autor o institución que los cite, su fuerza vinculante es la característica y al mismo tiempo una diferencia que ayuda a ilustrar ambos términos.

En efecto, cada vez es más complicado distinguir la línea que separa el *hard*, del *soft law*, sobre todo porque es extraño encontrar a los instrumentos de ésta última clase en forma aislada. Al contrario, se usa el *soft law* como precursor –a pesar de que ello puede conllevar a una relajación de la fuerza vinculante de compromisos adquiridos internacionalmente por los Estados, al mismo tiempo, pueden encender un proceso de aprendizaje social: con el

⁴⁴ *Ibid.*, pp. 42-43.

transcurrir del tiempo, los instrumentos no vinculantes pueden dar forma a modificar las prácticas de los Estados y sus expectativas, conduciendo a la aparición de una costumbre o de un instrumento jurídico vinculante.⁴⁵

Sin embargo:

[...] independientemente del desarrollo de los instrumentos [...] el soft law se hibrida con el hard law, cuando el primero recibe dosis de vinculatoriedad, esto es, cuando es homologado por el estado (v.gr. mediante un procedimiento legislativo o judicial) o por las partes de un contrato. [...] [Así] la producción de conjuntos normativos híbridos es uno de los efectos de la globalización jurídica: [...] la marcada disminución de la importancia de la soberanía estatal y la concomitante proliferación de conjuntos normativos internacionales, instituciones y actores no estatales. Como resultado [...] la regulación de actividades sociales, especialmente en lo relacionado al campo económico y en el plano mundial, se está convirtiendo, cada vez más, en producto de la interacción de Estados, organizaciones internacionales, grupos de trabajo, organizaciones no gubernamentales y otros actores no estatales, en lugar de la exclusiva expresión de la soberanía estatal [...].⁴⁶

Se puede considerar que los textos más comunes de *hard law* vislumbran tratados, pactos, convenciones o acuerdos; mientras que en los *soft law* se contemplan documentos como declaraciones, recomendaciones, directrices o principios.⁴⁷ En tenor del espacio ultraterrestre la reglamentación internacional antes citada es considerada como vinculante; mientras que los instrumentos jurídicos carentes de esta característica se observan en: la Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre de 1962; los Principios que han de regir la utilización por los Estados de satélites artificiales de la Tierra para las transmisiones internacionales directas por televisión de 1982; los Principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultra-terrestre de 1992; la Declaración sobre la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre en el beneficio e interés de todos los Estados, teniendo especialmente en cuenta las necesidades de los países en desarrollo de 1996; los Lineamientos para la mitigación de residuos espaciales de 2007; los Lineamientos para la sustentabilidad

⁴⁵ Juan Camilo Pulido Riveros, "El 'soft law' en el derecho privado: sostén a la teoría de la 'nueva lex mercatoria'", [PDF], *Revista de Derecho y Ciencias Sociales*, no. 14, Colombia, enero-junio, 2018, p. 5.

⁴⁶ *Ibid.*, pp. 4-5.

⁴⁷ Luis Francisco Sánchez Cáceres, "El sistema de Hard-Law y Soft-Law en relación con la defensa de los derechos fundamentales, la igualdad y la no discriminación", [PDF], *Publicación actas Congreso Internacional 70 Aniversario Declaración Universal de Derechos Humanos*, Universidad de Jaén, no. 39, p. 3.

en el largo plazo de las actividades en el espacio ultraterrestre de 2018, entre otras.⁴⁸ Siendo todas las anteriores resoluciones de la Asamblea General de Naciones Unidas.

Para que las conceptualizaciones de *hard* y *soft law* queden claras dentro del espacio ultraterrestre, se pueden ejemplificar con los efectos de la globalización, ya que es con la expansión de los mercados, la generación de nuevas tecnologías, industrias (como la espacial), costumbres sociales y la aparición de actores atípicos en el escenario internacional que los regímenes jurídicos se ven superados y con ello relegan las tareas de gestión que antes tenían, mas no de regulación.⁴⁹ Es decir, con la aparición de industrias privadas en el sector espacial se crearon nuevos sistemas de relaciones que ya no solamente se engloban en Estado-Estado (*hard law*), sino, Estado-empresa o empresa-individuo, siendo un claro ejemplo el turismo, pues es el individuo quien contrata a una empresa y no se relaciona directamente con el Estado. Es por ello que los tratados sobre el espacio son vinculantes con los Estados que los ratifican, pero reconocen las disposiciones no necesariamente vinculantes cuando hay entes particulares de por medio (como las resoluciones anteriormente señaladas).

Por otro lado, es importante agregar que, como se mencionaba, la falta de previsión se debió a que la normatividad se hizo a la par de las primeras actividades espaciales y solamente se lograron hacer inferencias de lo que la exploración espacial podría significar, no se tomaban con seriedad varias actividades que hoy por hoy son más visibles, como el turismo o la minería. Así, el Derecho Espacial todavía sigue en una etapa muy temprana y es bastante general, pues la base práctica con la que cuenta actualmente no ha sido lo suficientemente desarrollada ni discutida a nivel internacional y el aumento de riesgos, amenazas, actores y actividades pone en entre dicho la seguridad nacional de los países; sin embargo, se debe hacer uso de los instrumentos jurídicos (*hard* y *soft law*) acumulados a más

⁴⁸ María Cristina Rosas; Luis Ismael López Salas, *México y la seguridad espacial en el siglo XXI*, México, Centro de Análisis e Investigación sobre Paz, Seguridad y Desarrollo Olof Palme A.C., 2019, pp. 234-235.

⁴⁹ Félix Manuel Santana Reyes, "El valor coercitivo del *soft law*", [en línea], *Estrella&Tupete abogados*, 24 de febrero de 2018, dirección URL: <https://blog.estrellatupete.com/el-valor-coercitivo-del-soft-law/>, [consulta: 18 de septiembre de 2020].

de 50 años del tratado de 1967 como: acuerdos multi y bilaterales, resoluciones y comisiones de la ONU, normativas estatales y reglamentos particulares para la reconfiguración del régimen actual.

Si bien la intención de este apartado es presentar los tratados del espacio y la causa de su formación mas no desarrollarlos a profundidad, es necesario hacer énfasis en algunos problemas que, como se ha ido develando, tienen que ver con la rápida incursión del sector privado al espacio y la desactualización de la misma reglamentación. Estos puntos van de la mano en cuanto a las ambigüedades que muestran los tratados, por lo que se cree importante exponer en las siguientes líneas algunas de las que en la actualidad necesitan mayor atención.

Hoy por hoy, es crítico que exista una rearticulación de los tratados acorde con la realidad del sector espacial, principalmente en el papel que han tomado actores que durante la segunda mitad del siglo XX no habían sido tan importantes. Tal es el caso del sector privado, pues las empresas están incursionando en el espacio rápidamente con una nueva visión y percepción del espacio ultraterrestre como un nuevo modelo de negocios (explotación, apropiación, privatización y comercialización). Cabe destacar que, durante la Guerra Fría, la manera en que se entendía a la iniciativa privada dentro de la industria espacial era totalmente diferente para cada potencia, como menciona la Doctora Martha Mejía Kaiser.⁵⁰

La URSS temía que compañías privadas realizaran actividades espaciales, produjeran daños de gran magnitud y fueran incapaces de pagar por tales daños (por ejemplo, un accidente por el lanzamiento de un cohete espacial que en pocos minutos puede alcanzar cualquier punto de la Tierra). Como la URSS realizaba todas sus actividades espaciales de forma estatal, no quería aceptar la intervención de las compañías privadas de los Estados Unidos en el espacio.⁵¹

Por otro lado:

[...] Estados Unidos dependía fuertemente del sector privado que contaba con capacidad tecnológica, recursos humanos calificados y gran experiencia en la producción de partes integrantes de satélites y naves tripuladas. [...] El gobierno estadounidense temía que una posible prohibición de la

⁵⁰ Licenciada en Relaciones Internacionales, Maestra en Derecho Internacional y Doctora en Ciencias Políticas y Sociales por la UNAM.

⁵¹ Martha Mejía, *op. cit.*, pp. 11-12.

participación del sector privado en las actividades espaciales pondría a este país en gran desventaja, pues el sector público no era autosuficiente.⁵²

Con lo anterior, se destaca que la URSS sí tenía la capacidad de producir su propia tecnología para poder desarrollar su industria, mientras que con los EUA existía una cierta dependencia hacia las compañías. Por lo tanto, en una primera aproximación podríamos decir que es gracias a las empresas que el gobierno estadounidense logró potenciar su sector espacial (recordando también que ganó la carrera contra la URSS), ya que el presupuesto pudo haber sido mucho más grande viniendo de fuentes diversas a diferencia de la Unión Soviética, quien solventaba el gasto exclusivamente de manera estatal.

En la actualidad, el sector privado comienza a contar con la capacidad económica y tecnológica de llevar a cabo sus propias actividades en el espacio, por lo que factores como la responsabilidad estatal, la jurisdicción de los tratados, los daños y riesgos se deben de tomar en cuenta en esta nueva dinámica espacial. También, hay que redefinir, entre otros conceptos, a los objetos espaciales, pues según los convenios:

[...] 'objeto espacial' denotará las partes componentes de un objeto espacial, así como el vehículo propulsor y sus partes. Sin embargo, esta definición a pesar de parecer simple y concisa, ha generado grandes debates académicos sobre el verdadero significado del término, ya que al ser tan general y no dar detalles sobre las características específicas de los objetos espaciales, las interpretaciones pueden generar desacuerdos, en el momento de resolver una controversia. Como Marietta Benkö se pregunta, si un objeto espacial es algo material, podrían un rayo laser o una onda electromagnética ser objetos espaciales? [sic].⁵³

Otra imprecisión referente a la participación de la iniciativa privada se observa en el “[...] artículo II del Tratado del Espacio Ultraterrestre, [pues] éste efectivamente prohíbe la soberanía territorial y la apropiación de los Estados sobre la Luna o cualquier otro cuerpo celeste. Sin embargo, no hace ninguna mención [explícita] acerca de las posibilidades de apropiación privada”.⁵⁴ Además, la utilización de los recursos provenientes de la minería espacial están permitidos, pues el principio de

⁵² *Ibid.*, p. 12.

⁵³ Diana Carolina Realpe Muñoz, *op. cit.*, p. 60.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 89.

no apropiación (*ius cogens*) se refiere a las diferentes formas de jurisdicción, mas no a la extracción de los recursos, por lo que la eventual explotación por este medio es casi un hecho.⁵⁵

Entonces, “[...] una nación no puede apropiarse de un cuerpo celeste, [pero sí] puede utilizar los recursos [artículo VI del Acuerdo de 1979]. Si la minería espacio básicamente consume todo un asteroide pequeño, cercano a la Tierra, tiene el "uso", convertido en una "apropiación" del cuerpo celeste? [*sic*]”.⁵⁶ También, es necesario mencionar que la distribución de los beneficios de esa explotación a los países participantes queda reservada al Estado que la realice (para un reparto equitativo), sin embargo, cabe preguntarse: ¿las empresas privadas deberán de compartir esos recursos?

Al respecto del Acuerdo de 1979 y del Tratado del Espacio, se ha hecho reglamentación por los EUA que contradice lo que se establece a nivel internacional, como: el *U.S Commercial Space Launch Competitiveness Act* de 2015 (o *SPACE Act of 2015*), que permite la extracción de los recursos espaciales de los cuerpos celestes por los ciudadanos estadounidense para su beneficio como si se tratase de la fiebre del oro del siglo XIX;⁵⁷ los Acuerdos Artemisa de octubre de 2020 (que tiene como antecedente la orden ejecutiva de Donald Trump de abril⁵⁸), terminan por concretar las intenciones de explotación del espacio exterior con fines comerciales por empresas privadas, así como el establecimiento de “zonas de seguridad” para evitar conflictos entre las compañías que laboren en la Luna, además de fomentar la transparencia sobre las actividades, planes y políticas de los

⁵⁵ *Ibid.*, p. 102

⁵⁶ *Ibid.*, p. 96

⁵⁷ Javier Salas, “EE UU se adelanta en la carrea para exprimir la riqueza de los asteroides”, [en línea], *El País*. com, 26 de noviembre de 2015, dirección URL: https://elpais.com/elpais/2015/11/19/ciencia/1447927932_075349.html, [consulta: 18 de octubre de 2020]. Texto disponible en: Congress.Gov, “H.R.2262-U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act”, [en línea], <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262/text>, [consulta: 18 de octubre de 2020].

⁵⁸ Carlos Jasso, “‘EE.UU. no ve el espacio exterior como un bien común global’: Trump firma una orden para la extracción comercial de los recursos naturales de la Luna”, [en línea], 7 de abril de 2020, *Rusia Today* .com, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/349080-eeuu-espacio-bien-comun-global-trump-extraccion-recursos-luna>, [consulta: 18 de octubre de 2020].

países socios en el espacio y apoyo en caso de emergencia.⁵⁹ A pesar de que los Tratados del Espacio invaliden las apropiaciones del espacio, la ambigüedad del mismo consiente tales ambiciones sobre el espacio. “La premisa es que, si bien se acepta que el espacio, al igual que alta mar, no son de nadie, todos tienen o deben tener acceso a él. La disyuntiva está, entonces, en garantizar que dicho acceso sea sostenible”.⁶⁰

Además, la Dra. Mejía rescata que el artículo VI del tratado sobre el espacio, a pesar de que se encuentra orientado hacia Organizaciones no Gubernamentales, también se refiere a las empresas o cualquier otro ente que esté ligado al Estado de una u otra manera.⁶¹ Así, sus actividades deben de estar en conformidad con el tratado y la responsabilidad estatal hace que los Estados supervisen y autoricen las acciones de las compañías; sin embargo, no están obligados a controlar sus actividades fuera de su territorio, pues este debe ser vigilado por un “Estado pertinente”, aunque el tratado no especifica cuál es este.⁶² Por lo anterior, hay quienes defienden que las obligaciones internacionales no conciernen a las empresas privadas.

Aunado a lo anterior, es necesario destacar que a nivel internacional todavía no hay un consenso sobre el punto en el que inicia el espacio exterior, pues dependiendo de la institución es que se sitúa una referencia. Sin embargo, la más reconocida es la que utiliza la Federación Aeronáutica Internacional, conocido como límite de Karman a 100 km de altura sobre el nivel del mar. En el caso de la Fuerza Aérea de Estados Unidos y la NASA la colocan a 80 km.⁶³

⁵⁹ Carlos Serrano, “Qué son los Acuerdos Artemisa con los que EE.UU. planea la minería en la Luna (y por qué causan tensión con Rusia)”, [en línea], *BBC News Mundo* .com, 9 de junio de 2020, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52780950>, [consulta: 18 de octubre de 2020]. Texto disponible en: NASA, *The Artemis Accords*, [en línea], dirección URL: <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html>, [consulta: 18 de octubre de 2018].

⁶⁰ María Cristina Rosas; Luis Ismael López Salas, *op. cit.*, p. 311.

⁶¹ Véase: Naciones Unidas, *Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre*, *op. cit.*, p. 15.

⁶² Diana Carolina Realpe Muñoz, *op. cit.*, p. 67.

⁶³ S/a, “Virgin Galactic hace historia con su primer vuelo espacial tripulado: la hazaña que revive la polémica sobre dónde comienza el espacio”, [en línea], *BBC News Mundo* .com, 13 de diciembre de 2018, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46545061>, [consulta: 13 de agosto de 2019].

Finalmente, no hay duda que se necesita un régimen jurídico más explícito y específico en sus conceptos, definiciones y ambigüedades, de lo contrario el avance en el sector espacial, principalmente a nivel tecnológico, hará más obsoletos los Tratados. Asimismo, esta reglamentación debe ser vinculante para todos los actores parte del sector espacial (principalmente empresas) y debe de contener las actividades que se llevan a cabo hoy en día y las que son previsibles, independientemente del instrumento jurídico al que pertenezcan (*hard o soft law*). Cabe destacar que ante la desafortunada regulación algunos países han creado una normatividad nacional, como es el caso de los *Space Act Agreements* (SAA, por sus siglas en inglés), que servirán como nueva referencia para los siguientes tratados internacionales; aunque la implementación de estos acuerdos también está influenciada por la política espacial estadounidense hacia las empresas privadas.

1.3. Las nuevas tecnologías, innovaciones y programas

La ciencia y tecnología han sido grandes herramientas para la producción y reproducción del sistema en el que nos encontramos inmersos, por lo que los países o cualquier otro ente que tenga la capacidad de desarrollarlas es quien va a ser más predominante a nivel internacional.⁶⁴ En el sector espacial, la tecnología usada durante la carrera entre EUA y la URSS provino de la utilizada en la industria armamentista de la Segunda Guerra Mundial, especialmente de la ingeniería alemana del Tercer Reich, pues fue debido a sus misiles balísticos que se lograron los avances necesarios para construir los primeros cohetes espaciales.

De esta manera la tecnología que se utilizó para salir al espacio durante la segunda mitad del siglo XX fue lo más avanzado a lo que se pudo recurrir durante esa época, pues desde las computadoras hasta las cámaras que se utilizaron fueron diseñadas y configuradas para cada misión en específico. Sin embargo, llegar a este punto requirió de grandes adelantos en ciencias exactas, extensos algoritmos y cálculos matemáticos que continúan siendo bastante útiles hoy en día.

⁶⁴ Cfr., Natividad Martínez Aguilar, *Influencia de las empresas transnacionales en materia de telecomunicaciones y su impacto en el ámbito jurídico nacional e internacional*, Tesis de doctorado en Derecho, asesor Dr. Modesto Seara Vázquez, UNAM, México, 2000, pp. 18-19.

Se considera necesario hacer un pequeño paréntesis para mencionar que no todos los avances se hicieron durante la Guerra Fría, pues a través del tiempo se han conformado y cimentado con las observaciones, pensamientos, hipótesis y experimentos de grandes personalidades de la historia humana. Es por ello que lo logrado en el siglo XX también se debe a Johannes Kepler, Nicolás Copérnico, Galileo Galilei, Albert Einstein, Margaret Hamilton,⁶⁵ entre muchos otros y otras, pues tuvieron la tenacidad de observar más allá de los límites de nuestro planeta.

Durante la GF, fueron dos los grandes impulsores del sector espacial: por el lado estadounidense Wernher von Braun (ingeniero alemán exiliado a EUA después de la Segunda Guerra Mundial) y Sergei Pavlovich Korolev con los soviéticos. Ambos desde sus lugares lograron los grandes hitos tanto para los Estados Unidos y la Unión Soviética. Además, el primero de ellos desarrolló el misil V-2,⁶⁶ que posteriormente serviría como referencia para la construcción de los cohetes Jupiter C, los *Saturn I*, IB y V, así como las misiones *Mercury*, *Gemini* y *Apollo*, lanzadas por los cohetes *Redstone*, Atlas y Titán II.⁶⁷

Por su parte y como ya se mencionó:

[...] la Unión Soviética se fue al frente al lanzar por primera vez a un ser vivo (Laika en 1959) abordo del Sputnik 2, un hombre (Yuri Gagarin en 1961) a bordo del Vostok 1 y una mujer (Valentina Tereshkova en 1963) navegando el Vostok 6. Lanzando también la primer nave con más de una persona (Voskhod 1 en 1964) y la primer caminata espacial (Aleksei Leonor en 1965) en la misión de la nave Voskhod 2.⁶⁸

También, las naves *Soyuz*, *Soyuz T*, *Soyuz TM* (y en general las desarrolladas por el programa del mismo nombre) fueron las más utilizadas por la Unión Soviética,

⁶⁵ Ella fue la encargada del *Apollo Guidance Computer* que era la computadora que se programó para apoyar a los astronautas de las misiones Apolo en su llegada a la Luna; es decir, hizo posible el alunizaje del Apolo 11.

⁶⁶ Un misil autónomo construido en masa en Peenemünde al norte de Alemania en 1941; desarrollado para evadir el veto del Tratado de Versalles sobre el uso de aviones caza y artillería pesada. Considerado como el "arma milagrosa", cobro entre 8 000 y 12 000 vidas, especialmente en los bombardeos de los nazis a Londres y Amberes. Véase: Alexander Freund, "Wernher von Braun: el ingeniero estrella de los nazis, clave en la conquista de la Luna", [en línea], *Deutsche Welle* .com, 9 de julio de 2019, dirección URL: <https://p.dw.com/p/3LoFk>, [consulta: 10 de julio de 2019].

⁶⁷ Cfr., Alejandro Chavarri Rodríguez, *Nuevas tecnologías para la exploración humana del planeta Marte*, Tesis de Ingeniero Mecánico, asesor Javier Jiménez Espriú, Salvador Landeros Ayala, UNAM, México, abril 2005, p. 10.

⁶⁸ *Idem*.

aunadas a la creación de la *Sayult 1*, que tuvo como principal objetivo mantener dentro a los cosmonautas durante largos periodos de tiempo en la órbita terrestre; asimismo, construyeron su propio transbordador espacial, el *Buran* (1988), impulsado por el cohete *Energia*. Por otro lado, los Estados Unidos hicieron vehículos similares como la Estación *Skylab* en 1973 y los transbordadores espaciales o *Space Transportation System* (STS) en 1977 con seis naves: *Enterprise*, *Columbia*, *Challenger*, *Discovery*, *Atlantis* y *Endeavour*.⁶⁹

Además de los avances en las naves, los adelantos se hicieron en otros aspectos y herramientas, por ejemplo: la tecnología del primer traje espacial fue desarrollada por la Unión Soviética, llamado SK-1 y de color naranja fue utilizado por Yuri Gagarin para llevar a cabo su hazaña. Sin embargo, la patente de un traje anterior a este fue registrada desde 1918 por Fred M. Sample y la diferencia es que este último era presurizado y servía para los vuelos a grandes alturas de pilotos de avión.⁷⁰

Asimismo, también hubo avances en los alimentos, pues:

Para las misiones Apollo la NASA investigó en este sentido hasta dar con la desecación en frío de los alimentos, de modo que se obtenía comida que pesaba un 80% menos así que en su estado original conservando el 98% de sus nutrientes, y esta tecnología es la que se adoptó de manera industrial para un uso más doméstico y en ámbitos fuera de la carrera espacial.⁷¹

En el mismo sentido, los beneficios cotidianos que ha generado la tecnología espacial radican en varios objetos, como: las comunicaciones, filtros de agua, trajes para bomberos, celdas solares, alimentos, prótesis, utensilios y diagnósticos médicos, telemedicina, detectores de humo, internet de las cosas, pinturas, cámaras de celular, materiales anticorrosivos, teflón, *Joysticks*, láser, realidad virtual,

⁶⁹ *Ibid.*, p. 11

⁷⁰ Cfr., Anna Martí, "Con repelente para tiburones, 20 kilogramos de peso y muy cinematográfico: así fue el primer traje espacial", [en línea], *Xataka* .com, 12 de febrero de 2017, dirección URL: <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/con-repelente-para-tiburones-20-kilogramos-de-peso-y-muy-cinematografico-asi-fue-el-primer-traje-de-astronauta>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].

⁷¹ Anna Martí, "17 tecnologías y productos que tenemos gracias a la carrera espacial: desde energía solar hasta fruta deshidratada", [en línea], *Xataka* .com, 9 de julio de 2017, dirección URL: <https://www.xataka.com/espacio/17-tecnologias-y-productos-que-tenemos-gracias-a-la-carrera-espacial-desde-energia-solar-hasta-fruta-deshidratada>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].

computadoras portátiles, sistemas contra incendios, protectores solares⁷² y otros tantos que se mencionaran más adelante en este y los siguientes capítulos (apartados 1.4.1. y 2.2.2.).

Finalmente, la tecnología desarrollada desde el lanzamiento del *Sputnik* ha innovado en sectores distintos al espacial y ha beneficiado a la mayor parte de la humanidad; lo expuesto en los párrafos anteriores es solamente un pequeño extracto de lo logrado con la economía del espacio. Así, el espacio ultraterrestre no ha dejado de ser relevante, a pesar de que su exploración e investigación ya no tienen la misma intensidad y su financiamiento deja mucho que desear, es por medio de las diferentes misiones y programas que la industria espacial continúa maravillando con sus descubrimientos, por ello se considera importante desarrollarlos brevemente en los siguientes puntos.

1.3.1. Las misiones

La cantidad de misiones que se han realizado por los Estados es muy extensa, al igual que los programas (Figura 1), por lo que se hará un breve recorrido en aquellas que son más significativas para el desarrollo del sector espacial:

- Una misión conformada por dos sondas, las *Voyager 1* y *2*, destinadas a Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. En la actualidad se encuentran en espacio interestelar y se espera que mantengan contacto con la Tierra hasta 2025. Llevan consigo un disco de oro de 12 pulgadas de diámetro, el cual contiene saludos en 55 idiomas, sonidos de la naturaleza y de animales, así como el canto de una ballena y el llanto de un niño; también, tiene 27 canciones y 115

⁷² Véase: Marta Macho Stadler (edit), “Seis tecnologías espaciales que podemos usar para mejorar la vida en la Tierra”, [en línea], *Mujeres con Ciencia*, 10 de febrero de 2019, dirección URL: <https://mujeresconciencia.com/2019/02/10/seis-tecnologias-espaciales-que-podemos-usar-para-mejorar-la-vida-en-la-tierra/>, [consulta: 2 de septiembre de 2019].; Cuauhtémoc Valdiosera R., “Cuando las tecnologías espaciales llegan a la Tierra”, [en línea], *La Jornada* .com, 20 de abril de 2006, dirección URL: <https://www.jornada.com.mx/2006/04/20/index.php?section=ciencias&article=a04n1cie>, [consulta: 2 de septiembre de 2019].

imágenes de la vida en nuestro planeta, además de la ubicación de nuestro Sistema Solar, entre otras cosas más. Fueron lanzadas en 1977.⁷³

- *Cassini-Huygens* fue una misión desarrollada por la NASA, la ESA y la ASI. Lanzada en 1997 desde Cabo Cañaveral, para 2004 alcanzó la órbita de Saturno para lo cual estaba diseñada. Logró tomar 450.000 imágenes, aportando bastante información sobre el planeta. En 2017 se hizo entrar a su atmósfera después de haber orbitado Titán, una de sus lunas, con lo que se dio por terminada su misión.⁷⁴
- Bajo la misión *Mars Exploration Rover*, los *rovers*⁷⁵ *Spirit* y *Opportunity* de la NASA fueron enviados en 2003 a buscar agua o algún otro indicio de vida en Marte. En 2011 el cometido del *Spirit* fue dado por concluido, pues se atascó en la arena marciana; mientras que el *Opportunity* dejó de funcionar en 2018 tras una tormenta de arena.⁷⁶
- La misión del *Curiosity rover* o *Mars Science Laboratory (MSL)*, aunque es más reciente, forma parte de las extensas investigaciones de la NASA en Marte. El *rover* aterrizó en el planeta rojo en agosto de 2012 y lleva más de 2000 días marcianos en los que ha recolectado bastante información. Asimismo, es monitoreado y manejado por personal en la Tierra.⁷⁷
- La misión *InSight* de la NASA fue lanzada en 2018, siendo el primer *rover* con el objetivo de estudiar el interior de Marte en sus diferentes capas: manto, corteza y núcleo. De esta forma, el 6 de abril de este año, logró detectar el

⁷³ Véase: Carlos Duarte Muñoz, "A 40 años del lanzamiento de las naves Voyager 1 y 2", [en línea], *Hacia el Espacio*, 2018, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=748>, [consulta: 17 de septiembre de 2018].

⁷⁴ Véase: Ashley Strickland, "Cassini, la misión de 20 años de la NASA a Saturno, ha terminado", [en línea], *CNN .com*, 15 de septiembre de 2017, dirección URL: <https://cnnespanol.cnn.com/2017/09/15/cassini-la-mision-de-la-nasa-de-13-anos-a-saturno-ha-terminado/>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].

⁷⁵ Se llaman así a los vehículos de exploración espacial.

⁷⁶ Véase: S/a, "La NASA le dice adiós al robot Spirit en Marte", [en línea], *La Nación .com*, 25 de mayo de 2011, dirección URL: <https://www.lanacion.com.ar/1376200-la-nasa-le-dice-adios-al-robot-spirit-en-marte>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].

⁷⁷ Véase: S/a, "En fotos: las asombrosas observaciones del robot Curiosity de la NASA tras pasar 2.000 días en Marte", [en línea], *BBC Mundo .com*, 23 de marzo de 2018, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43515385>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].

primer “martemoto”. Actualmente sigue en funcionamiento y lleva 709 soles marcianos (728 días terrestres) con su investigación.⁷⁸

- La misión del Telescopio espacial Hubble se basa en la obtención de mejores imágenes del espacio exterior para las investigaciones y descubrimientos de los científicos. Asimismo, tiene la capacidad de observar a más de 13 400 años luz de distancia. Fue lanzada en 1990 y a pesar de tener algunas fallas en cuanto a nitidez y sus sistemas de operación, actualmente continúa en total funcionamiento. Sin embargo, se espera que deje su labor hasta la mitad de la década de 2020 para ser reemplazado por el telescopio James Webb.⁷⁹
- La misión *Rosetta* de la ESA fue lanzada en 2004 y es la primera en orbitar un cometa, además de enviar un módulo de aterrizaje (*Philae*) en 2014. Pudo estudiar la composición del cometa *67P/Churyumov-Gerasimenko* así como sus gases y núcleo. Finalizó su misión estrellándose en su superficie en septiembre de 2016.⁸⁰
- La misión *Ulysses* fue conjunta entre la NASA y la ESA. Hizo 18 años de investigaciones sobre el Sol, principalmente estudiando sus polos y su atmósfera. Fue lanzada en octubre de 1990 y dejó de funcionar en 2009 cuando sus sistemas se quedaron sin energía.⁸¹
- La *Mars Orbiter Mission* (MOM) o *Mangalyaan* es una misión desarrollada por India para orbitar Marte, logrando ser la cuarta nación en realizar esta

⁷⁸ NASA, *MARS InSight Mission*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/insight/mission/overview/>, [consulta: 30 de agosto de 2019].

⁷⁹ S/a, “Telescopio espacial Hubble”, [en línea], *National Geographic*, 5 de septiembre de 2010, dirección URL: <https://www.nationalgeographic.es/espacio/telescopio-espacial-hubble>, [consulta: 3 de septiembre de 2019].

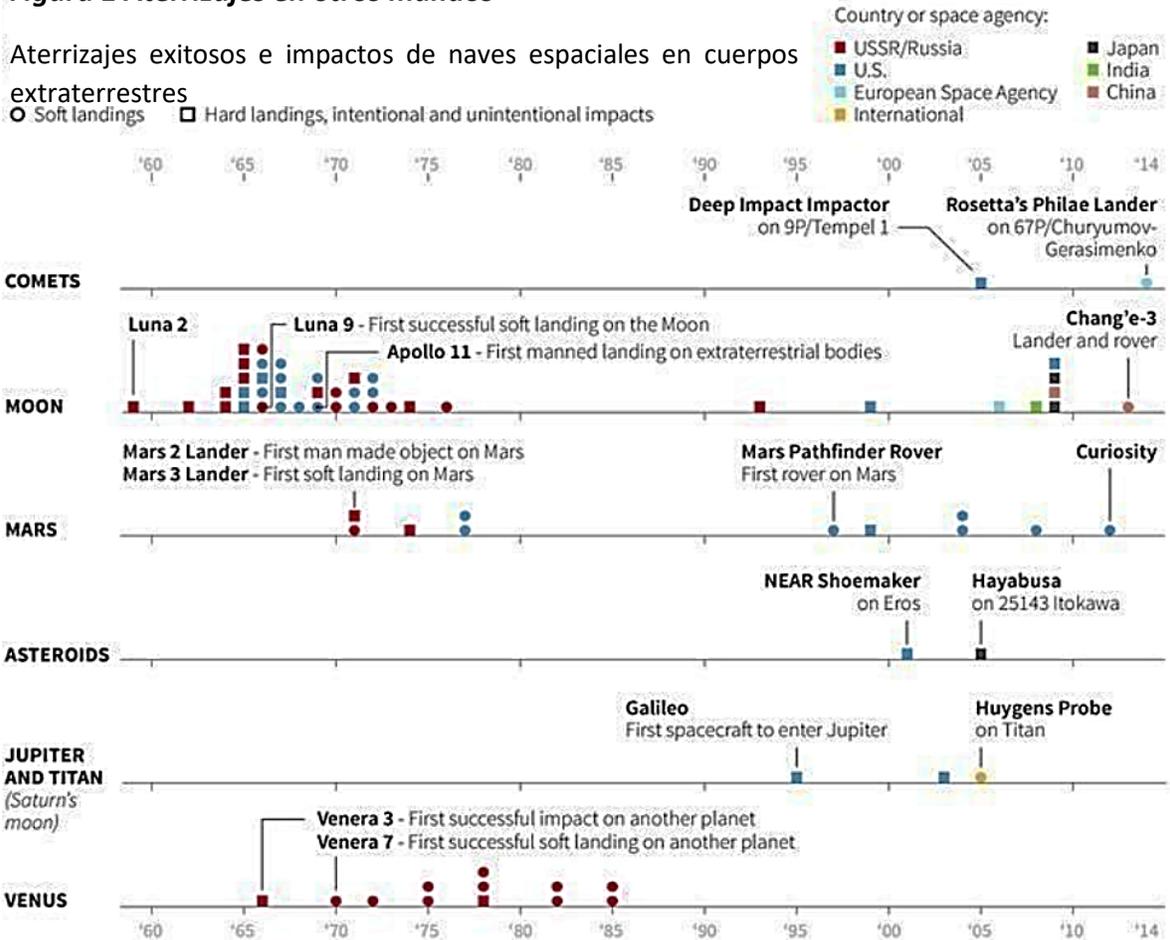
⁸⁰ S/a, “Misión cumplida: el viaje de Rosetta termina con un arriesgado descenso sobre el cometa”, [en línea], 30 de septiembre de 2019, ESA, dirección URL: https://www.esa.int/es/ESA_in_your_country/Spain/Mision_cumplida_el_viaje_de_Rosetta_termina_con_un_arriesgado_descenso_sobre_el_cometa, [consulta: 2 de septiembre de 2019].

⁸¹ S/a, “La sonda solar <<Ulysses>> concluye una misión de 18 años”, [en línea], Washington, *ABC.com*, 1 de julio de 2009, dirección URL: https://www.abc.es/ciencia/abci-sonda-solar-ulysses-concluye-mision-anos-200906300300-922167357220_noticia.html, [consulta: 2 de septiembre de 2019].

hazaña sorprendentemente en su primer intento. Fue lanzada en noviembre de 2013 y tuvo un costo de 74 millones de dólares.⁸²

- La misión *IKAROS* fue desarrollada por JAXA, siendo la primera nave espacial impulsada por radiación solar a través de velas. Lanzada en 2010 tuvo como principal objetivo sobrevolar Venus en un intento por experimentar con el uso de esa nueva tecnología, la cual se planea utilizar en una nueva misión hacia Júpiter.⁸³

Figura 1 Aterrizajes en otros mundos



Source: NASA, National Space Science Data Center.

C. Inton, 13/11/2014

REUTERS

Fuente: S/a, "¿Dónde nos llevará la tecnología espacial para el año de 2030, y qué significa esto para la vida en la Tierra?", [en línea], *World Economic Forum*, 7 de marzo de 2017, dirección URL: <https://es.weforum.org/agenda/2017/03/donde-nos-lleva-la-tecnologia-espacial-para-el-ano-2030-y-que-significa-esto-para-la-vida-en-la-tierra/>, [consulta: 4 de octubre de 2018].

⁸² Jonathan Amos, "Why India's Mars mission is so cheap – and thrilling", [en línea], *BBC News .com*, 24 de septiembre de 2014, dirección URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-29341850>, [consulta: 2 de septiembre de 2019].

⁸³ JAXA, *IKAROS Mission Overview*, [en línea], dirección URL: https://global.jaxa.jp/countdown/f17/overview/ikaros_e.html, [consulta: 2 de septiembre de 2019].

1.3.2. Los programas

Algunos de los programas más relevantes son:

- Programa *Soyuz*, se trata de un extenso intento de la Unión Soviética por desarrollar la tecnología necesaria para llevar a un cosmonauta a la Luna antes que Estados Unidos; sin embargo, al no lograr su cometido se convertiría en los vehículos y cohetes de varias de sus misiones, que después serían heredadas a Rusia.⁸⁴
- Programa *Sputnik*, marcó el inicio de la carrera espacial y de las aspiraciones de gran parte de la humanidad por explorar el espacio y lo que puede ofrecer. El primer satélite podía dar la vuelta a la Tierra en 98 minutos estando en órbita. Conformado por 10 vehículos, su último lanzamiento se realizó en 1961.⁸⁵
- Programa *Salyut*, fue la primera serie de estaciones espaciales únicamente llevadas a cabo por la Unión Soviética; logró colocar 7 prototipos en órbita, los cuales permitieron realizar varios experimentos a los cosmonautas. Sin embargo, fue reemplazado por la estación *Mir* durante la década de 1980.⁸⁶
- Programa Luna, como su nombre lo indica, fue la iniciativa soviética por alcanzar y explorar nuestro satélite natural, logró poner el primer artefacto humano en la Luna y realizar el primer alunizaje exitoso. Además, apoyó al programa *Lunokhod*, también soviético, en sus estudios.⁸⁷
- Programa *Venera*, fue el proyecto soviético de 1967 a 1978 que tenía como objetivo principal el estudio de la atmósfera y la superficie de Venus. Fueron

⁸⁴ S/a, “El programa espacial Soyuz” [en línea], RT .com, dirección URL: https://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_227.html, [consulta: 4 de septiembre de 2019].

⁸⁵ ESA, “Se cumplen 60 años del lanzamiento del Sputnik”, [en línea], 22 de septiembre de 2017, dirección URL: https://m.esa.int/es/ESA_in_your_country/Spain/Se_cumplen_60_anos_del_lanzamiento_del_Sputnik, [consulta: 3 de septiembre de 2019].

⁸⁶ S/a, “Vivir en el espacio”, [en línea], *el mundo .es*, dirección URL: https://www.elmundo.es/documentos/2003/10/ciencia/cervantes/est_salyut.html, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

⁸⁷ S/a, “La carrera Lunar”, [en línea], RT .com, dirección URL: https://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_228.html, [consulta: 4 de septiembre de 2019].

16 las misiones que se llevaron a cabo y fue la *Venera 7* la que logró aterrizar por primera vez en el planeta, sobreviviendo durante 23 minutos.⁸⁸

- Programa *Mir*, fue la iniciativa soviética por desarrollar un lugar capaz de albergar personas permanentemente en la órbita terrestre. Se convirtió en un referente en cuanto a estaciones espaciales, pues fue la primera con gran durabilidad y resistencia. Por ello, la *Mir-2* (su sucesora) fue utilizada para su posterior acoplamiento con la estación *Fredoom*; la actual EEI.⁸⁹
- Programa chino de exploración, sus objetivos principales son: llegar a Marte antes que los europeos y rusos y repetir la llegada a la Luna por sus propios medios. Para lograr sus metas la CNSA planea realizar varias misiones de 2018 a 2020.⁹⁰ Actualmente se encuentra investigando “la cara oculta de la Luna” con la *Chang’e-4* y sus principales cohetes son su familia *Long March*.
- Programa *Shenzhou*, se trata de misiones tripuladas por parte de la CNSA con las que planea ponerse a la altura de los países que ya tienen una gran trayectoria en el sector espacial. Su principal objetivo es realizar varios experimentos en la órbita terrestre de cara a sus misiones a Marte en 2020.⁹¹
- Programa *Tiangong*, principalmente busca la implementación de una estación espacial china sin que otro Estado intervenga. La primera fue lanzada en 2011 y la segunda en 2016. También forma parte de los objetivos chinos por tener mayor presencia en el sector espacial.⁹²

⁸⁸ S/a, “Excelsior en la Ciencia: El proyecto Venera, Venus bajo la lupa”, [en línea], *Excelsior* .com, 9 de septiembre de 2019, dirección URL: <https://www.excelsior.com.mx/global/2013/09/09/917790>, [consulta: 4 de septiembre de 2019].

⁸⁹ S/a, “Por qué la Unión Soviética fue la verdadera ganadora de la carrera espacial (y no Estados Unidos)”, [en línea], *BBC Mundo* .com, 21 de diciembre de 2016, dirección URL: [consulta: 18 de noviembre de 2018].

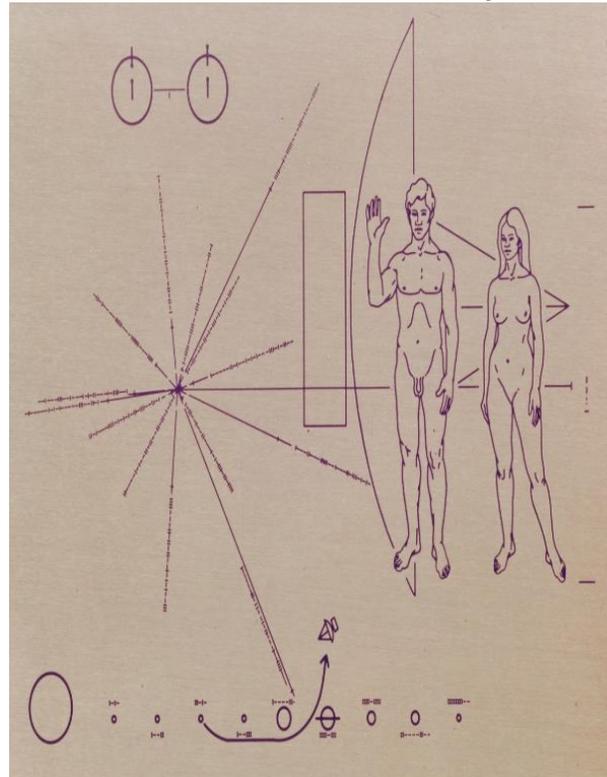
⁹⁰ Álex Barredo, “China detalla su ambicioso plan espacial: llegar a Marte antes que Europa y Rusia”, [en línea], *La Vanguardia* .com, 29 de diciembre de 2016, dirección URL: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20161229/412968992675/marte-china-conejo-de-jade-exploracion-espacial-change-2020.html>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

⁹¹ Ismael Arana, “La misión espacial tripulada china Shenzhou-11 despegó con éxito”, [en línea], *El Mundo* .es, 17 de octubre de 2016, dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/17/580411d9e2704e25598b4599.html>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

⁹² Sergio Hidalgo, “¿Cuándo y dónde caerá la estación espacial china Tiangong-1?”, [en línea], *códigoespaguetei* .com, 29 de marzo de 2018, dirección URL: <https://codigoespaguetei.com/noticias/cuando-donde-caera-estacion-espacial-tiangong-1/>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

- Programa *Gemini*, fue el programa precursor y que sirvió como experiencia para las misiones Apolo. Su principal objetivo fue realizar varios experimentos para observar las reacciones de los astronautas y las naves en el espacio exterior, así como el acoplamiento y reentrada de los mismos.⁹³
- Programa *Pioneer*, conformado por ocho naves, a partir de la *Pioneer 6*, fue de los primeros intentos por la exploración espacial de EUA. Las más emblemáticas son las *Pioneer 10* y *11*, pues forman parte de los artefactos humanos que pretenden salir de la Vía Láctea y al igual que las *Voyager* llevan consigo dos placas con las figuras de un hombre y una mujer. Cabe decir que estas últimas fueron diseñadas por Carl Sagan y Frank Drake e ilustradas por Linda Salzman Sagan. La última misión del programa (*Pioneer 13*) se realizó en 1978.⁹⁴

Ilustración 1 Placa Pioneer 10 y 11



Fuente: NASA, *Image and video library*, [en línea], 31 de enero de 1972, dirección URL: <https://images.nasa.gov/details-ARC-1972-AC72-1338.html>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

- Programa Apolo, conformado por 17 naves, su objetivo principal fue alcanzar la Luna, llevar a los primeros seres humanos y poder estudiar su composición. Cabe mencionar que solamente las Apolo 11, 12, 14, 15, 16 y

⁹³ S/a, "Se cumplen 56 años del programa Gemini", [en línea], *Europa press*, 3 de enero de 2018, dirección URL: <https://www.europapress.es/ciencia/misiones-espaciales/noticia-cumplen-56-anos-programa-gemini-nasa-20180103182717.html>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

⁹⁴ NASA, *The Pioneer Missions*, [en línea], 26 de marzo de 2007, dirección URL: <https://www.nasa.gov/centers/ames/missions/archive/pioneer.html>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

17 lograron amenizar en su superficie.⁹⁵ La causa de su éxito se debió al gran apoyo por parte del gobierno estadounidense.

- Programa *Mercury*, fue utilizado para replicar la hazaña que Yuri Gagarin había hecho al ser el primer humano en órbita, siendo John Glenn quien realizó este hito por la parte estadounidense. Además, planeaba poner en órbita a una mujer con el *Mercury 13*, sin embargo, no se logró concretar.⁹⁶
- Programa *Skylab*, fue la primera estación espacial de Estados Unidos que sirvió como un laboratorio para varios experimentos de la NASA. Las tres tripulaciones que albergó hicieron 300 investigaciones sobre la vida en el espacio y la Tierra, principalmente referentes a la micro gravedad. Además, brindó valiosa información sobre la actividad solar. Cayó en Australia en 1979.⁹⁷
- Programa *New Frontiers*, su objetivo es el estudio del Sistema Solar por medio de varias misiones con vehículos de clase media, estos son: *New Horizons*, que viajó a Plutón y el Cinturón de Kuiper en 2006; *Juno*, con destino a Júpiter en 2011; *Osiris-Rex*, orbitó el asteroide *Bennu* desde 2018 y en 2020 logró aterrizar para tomar muestras; y *Dragonfly*, planea llegar a Titan, luna de Saturno, en 2026.⁹⁸

Ilustración 2 Nubes de Júpiter



Fuente: NASA, *Tumultuous Clouds of Jupiter*, [en línea], 20 de junio de 2019, dirección URL: <https://images.nasa.gov/details-PIA22949.html>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

⁹⁵ Academia Mexicana de la Ciencias, "El legado del Programa Apolo", [en línea], *Global UNAM*, dirección URL: <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=69050>, [consulta: 16 de julio de 2019].

⁹⁶ Sue Nelson, "Mercury 13: las pruebas secretas de la NASA para enviar por primera vez mujeres al espacio", [en línea], *BBC Mundo .com*, 24 de julio de 2016, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36835891>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

⁹⁷ S/a, "Skylab, a 45 años del lanzamiento de la primera estación espacial de EUA", [en línea], *Global UNAM*, dirección URL: <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=39090>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

⁹⁸ NASA, *New Frontiers Program*, [en línea], 22 de agosto de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/planetarymissions/newfrontiers.html>, [consulta: 5 de septiembre de 2019].

- Programa *Commercial Orbital Transportation Services* (COTS), marcó el cambio de política espacial estadounidense desde 2006, pues introdujo plenamente a la iniciativa privada en el sector espacial (dejando de lado el enfoque tradicional por subcontratación de la NASA), fomentando el desarrollo de las empresas que se dedican enteramente al espacio. Fue ejecutado por la *Commercial Crew & Cargo Program Office* (C3PO) de 2006 a 2013 y está estrechamente relacionado con el *Commercial Resupply Services* (CRS) y el *Commercial Crew Program* (CCP), pudiendo decir que son fases del mismo programa (se verán más a detalle en el capítulo 3).⁹⁹
- Programa Artemisa,¹⁰⁰ apoyándose de la nave *Orion* (en desarrollo por la NASA, ESA y *Lockheed Martin*), el cohete *Space Launch System* (SLS) y la próxima estación lunar *Gateway*,¹⁰¹ este programa busca llegar a la Luna con la primera mujer en 2024. Tiene previstas sus primeras misiones sin tripulación en 2020, tripuladas en 2022 y en 2024 volver a alunizar. Asimismo, la experiencia y los avances obtenidos se pretenden utilizar en las siguientes misiones para llegar a Marte.¹⁰²
- Programa Apolo-Soyuz, fue la primera colaboración espacial entre la URSS y EUA con sus más importantes naves. EL 15 de julio de 1975 la *Soyuz 19* y el Apolo 18 se acoplaban en una misión que duró 44 horas. El objetivo principal fue conocer los programas espaciales de ambas naciones, así como el intercambio de conocimiento sobre el sector espacial.¹⁰³
- Programa Copérnico, es una iniciativa por parte de la Unión Europea para observar la Tierra desde el espacio. Está enfocado a cuestiones

⁹⁹ Véase: NASA, *Commercial Space Economy*, [en línea], dirección URL: <https://www.nasa.gov/exploration/commercial/index.html>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

¹⁰⁰ Nombrado así por ser la hermana gemela de Apolo y diosa de la Luna en la mitología griega.

¹⁰¹ Un proyecto en conjunto a varias agencias espaciales, principalmente impulsado por la NASA, esta estación lunar pretende ser el puente para la exploración espacial futura iniciando con la órbita de la Luna. Se planea comenzar a ensamblar en 2020 y ser mucho más grande que la EEI actual. Véase: NASA, *Q&A: NASA's New Spaceship*, [en línea], 13 de noviembre de 2018, dirección URL: <https://www.nasa.gov/feature/questions-nasas-new-spaceship>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

¹⁰² NASA, *Artemis*, [en línea], 25 de julio de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/what-is-artemis>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

¹⁰³ Pável Barabanov, "El programa espacial Soyuz-Apollo", [en línea], *RT .com*, dirección URL: https://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_9.html, [consulta 6 de septiembre de 2019].

medioambientales, pues vigila los niveles de polución y los desastres naturales en el océano, tierra y la atmósfera. Está conformado por seis tipos de satélites: los *Sentinel*, cada uno con tareas específicas.¹⁰⁴

- Programa Aurora, iniciado en 2001, es un proyecto a largo plazo por parte de la ESA que se centra en la exploración del Sistema Solar, priorizando a los asteroides, la Luna y Marte. De esta manera, busca generar la tecnología necesaria para la complejidad de las misiones que se avecinan, así como fortalecer la cooperación entre los países miembros de la ESA y Canadá.¹⁰⁵
- Programa Galileo, es el sistema de navegación por satélite (30 en total) desarrollado por la ESA que tiene como objetivos: la navegación comercial, la seguridad de la navegación, el servicio público y la búsqueda y rescate. Pretende deslindarse de la dependencia del *Global Positioning System* (GPS) estadounidense y la GLONASS de Rusia. Además, tiene gran respaldo a nivel internacional, pues se le han unido países como la República Popular China, Corea del Sur, Israel y Marruecos.¹⁰⁶
- El proyecto *Event Horizon Telescope* (ETH), considerado como un telescopio del tamaño de la Tierra (12 742 km de diámetro), es una red de ocho radiotelescopios situados alrededor del planeta, siendo: el observatorio Alma y APEX de Chile; el IRAM 30m de España, el Gran Telescopio Milimétrico de México; el Telescopio Submilimétrico, James Clerk Maxwell Telescope (ambos en Hawaii), el SMT y el South Pole Telescope de EUA. Estos fueron utilizados en 2017 para observar el agujero negro de la galaxia M87, imagen que ha sido presentada en 2019.¹⁰⁷ También, el ETH fue utilizado para

¹⁰⁴ Isabel Rubio, “Copérnico, el proyecto para vigilar la Tierra desde el espacio”, [en línea], *El País* .com, 25 de diciembre de 2017, dirección URL: https://elpais.com/elpais/2017/12/11/ciencia/1513008794_377559.html, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

¹⁰⁵ ESA, *Los orígenes de Aurora*, [en línea], 31 de octubre de 2003, dirección URL: http://m.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/Mas_informacion_sobre_Aurora, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

¹⁰⁶ Carlos Duarte Muñoz, “Galileo: el sistema europeo de navegación por satélite”, [en línea], *Hacia el Espacio*, 1 de septiembre de 2018, dirección URL: <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=381>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].

¹⁰⁷ Sebastián Pérez Sánchez, “¿Qué es el Event Horizon Telescope? Los responsables de la imagen del agujero negro”, [en línea], *El Universal* .com, 10 de abril de 2019, dirección URL:

observar a Sagitario A, el agujero negro de la Vía Láctea, aunque la fotografía sigue en proceso de reconstrucción.

Como se ha mostrado, las misiones y programas han ido progresando con el paso del tiempo, principalmente en las múltiples investigaciones y avances tecnológicos en el espacio. Por ello, el desglose anterior nos permite dar cuenta de cómo es que los Estados siguen siendo importantes para el desarrollo de la industria espacial a pesar de la disminución de atención después de la carrera espacial.

1.4. ¿Existe un atraso por parte de los Estados?

En este apartado, es importante replantearse qué tanta atención se le ha puesto al espacio exterior; para ello, primeramente, sería interesante observar su dinámica por medio de algunos indicadores como: la cantidad de presupuesto otorgado por los países al sector espacial, la economía espacial global y la industria satelital en los últimos años; después se mostrará la importancia del espacio y la políticas espaciales de los Estados. Hoy por hoy existen distintas empresas que buscan lucrar con los posibles bienes del espacio, lo que a largo plazo conllevaría a un fenómeno similar al de los inicios de la aviación, pues en un principio esta había sido útil para las necesidades de los Estados (como transporte o en temas bélicos), sin embargo, comenzaría a ser dirigida para la utilización del público en general, es decir, para cuestiones meramente comerciales.¹⁰⁸

Al respecto, y antes de continuar, es importante hacer puntal énfasis en que el sector militar ha sido uno de los principales propulsores del desarrollo de la industria espacial y en general de una gran mayoría de progresos tecnológicos (como se ha mostrado en lo que va de este capítulo y que se seguirá observando en el siguiente), aunque no sea visible actualmente, pues se ha dado una segmentación de actividades entre el Estado y las empresas. Así, los países se encargan del espacio con objetivos bélicos y de seguridad nacional (y/o espacial), mientras que las compañías se enfocan a lo económico y el mercado global.

<https://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/que-es-el-event-horizon-telescope-los-responsables-de-la-imagen-del-agujero-negro>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

¹⁰⁸ Cfr., Diana Carolina Realpe Muñoz, *op. cit.*, p. 31.

Con la GF en progreso y la tecnología militar apuntando hacia el espacio, la industria espacial “[...] fue vista como un apéndice de la carrera armamentista estigmatizando a las actividades espaciales”.¹⁰⁹ El conflicto que la URSS y EUA llevaban en el plano internacional hizo que ambas potencias buscaran posicionarse una sobre otra en diversos sectores y lugares (apartado 2.1.1.). Cada una pretendía expandir su zona de influencia, pues “[...] el prestigio es un factor determinante, amén de la proyección de su poder nacional. Lo anterior, es un fin en sí mismo ya que de no realizarse, puede ser interpretado como un signo de debilidad por parte de los adversarios, traduciéndose en una pérdida de legitimidad y cohesión interna”.¹¹⁰ Con lo mencionado en este capítulo, no sería aventurado decir que si no hubiese sido por la búsqueda de misiles transcontinentales (como se mostró en el Cuadro 1) y avances en general de armamento, tal vez el sector espacial no se habría desarrollado de la manera que lo ha hecho y quizá su progreso fuese totalmente diferente.

Por otro lado, en la actualidad para observar a fondo la actividad del sector espacial es necesario retomar algunos presupuestos, lanzamientos y actividades en esta industria por parte de los Estados. De esta manera se puede observar que la economía espacial ha ido aumentando, pues:

[...] en el mundo creció 9% en el 2014 hasta llegar a 330, 000 millones de dólares, de los cuales aproximadamente el 63% correspondieron a la industria satelital, según la Asociación de la Industria Satelital (SIA) [...] señala que en los últimos 10 años consiguió duplicar sus ingresos, crecimiento impulsado por la cantidad de satélites *Cube Sat* lanzados al espacio en los últimos tiempos; asimismo, menciona que más de la mitad de los satélites operacionales en 2015 fueron para comunicaciones, comerciales, civiles y militares: el 14% correspondió a servicios de observación de la tierra, el 12% para investigación y desarrollo, el 7% para investigación satelital, el 8% para reconocimiento militar, el 5% para aplicaciones científicas y el 3% para meteorología.¹¹¹

¹⁰⁹ María Cristina Rosas; Luis Ismael López Salas, *op. cit.*, p. 120.

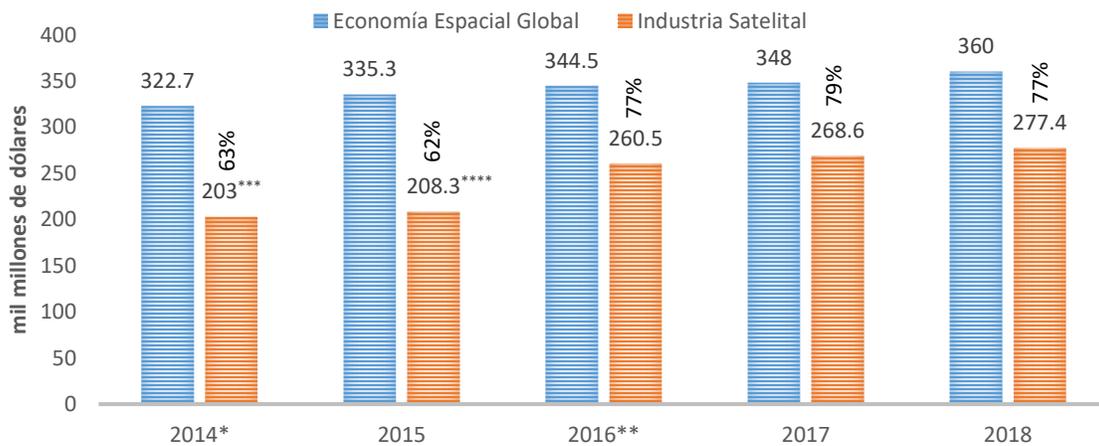
¹¹⁰ *Idem.*

¹¹¹ M.I. Lisette Fara Simón, *Administración de tecnología con perspectiva sustentable en la industria espacial en México*, Tesis de maestría en Administración de Empresas, director Juan Alberto Adam Siade, UNAM, México, 2017, pp. 149-150.

Es así que la industria satelital, apoyada por el avance tecnológico que han tenido las telecomunicaciones a nivel internacional; según la Administración Federal de Aviación tan sólo en 2016 significó el 77% del sector espacial, lo que corresponde a alrededor de 261 mil millones de dólares, de un total de 345 mil millones de la Economía Espacial Global (EEG) del mismo año.¹¹² Para 2018, el Reporte sobre el Estado de la Industria Satelital muestra que la EEG aumentó a 360 mil millones de dólares y los satélites también representaron el 77% con 277 mil millones.¹¹³

La siguiente gráfica muestra un poco más a detalle la evolución de la EEG y la relevancia que ha tenido la industria satelital en los últimos cinco años. Se puede observar que el sector espacial se ha mantenido en niveles altos y cada año ha ido aumentando en un promedio de 10 a 15 mil millones de dólares por año, con excepción de 2016-2017.

Gráfica 1 Economía Espacial e Industria Satelital Global (2014-2018)



Fuente: Elaboración propia con datos de Satellite Industry Association, *State of the Satellite Industry Report: 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019*, [en línea], disponibles en: <https://brycotech.com/reports.html>, [consulta: 15 de octubre de 2019].

* A partir de este año se tiene una cifra concreta sobre la Economía Espacial Global por parte de BRYCE.

** A la industria satelital se incluyen: servicios de televisión, comunicaciones móviles, fijas y banda ancha, fabricación y venta de equipos terrestres y servicios de lanzamiento.

*** Sumado lo anterior, la cifra sería 246 mil millones de dólares, que representa el 76% de la EEG de 2014.

**** Sumado lo anterior, la cifra sería 255 mil millones de dólares, que representa el 76% de la EEG de 2015.

¹¹² Federal Aviation Administration, *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018*, [PDF], Estados Unidos, enero de 2018, p. 15.

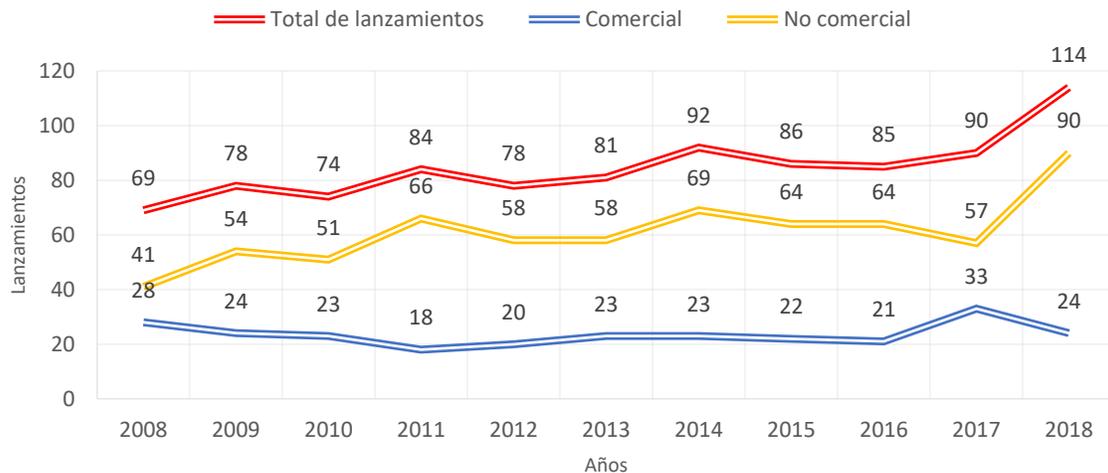
¹¹³ Satellite Industry Association, *2019 State of the Satellite Industry Report*, [en línea], mayo de 2019, 3 pp., dirección URL: <https://brycotech.com/reports/report-documents/SSIR-2019-2-pager.pdf>, [consulta: 15 de octubre de 2019].

Como se mencionó, uno de los sectores que ha tenido mayor apoyo e impulso desde 1957 es el de los satélites, pues ha jugado un papel muy importante en el desarrollo de las telecomunicaciones a nivel global y cada vez más países ponen en órbita uno de estos artefactos de los cuales se esperan mayores avances en cuanto a *software* y *hardware*. Por ello es que tan solo:

[...] en 2011 se pusieron en órbita 110 satélites (40 comerciales), que generaron ventas por manufactura satelital de 11.9 mil millones de dólares [...]. Para fines de dicho año, 994 satélites se encontraban activos en varias órbitas de la tierra y se estima que en los siguientes diez años se construirán más de 1 mil 100 satélites, con un valor colectivo de 196 mil millones de dólares.¹¹⁴

Aunado a lo anterior, también es importante mostrar el número de lanzamientos que se han realizado en los últimos años, por lo que la siguiente gráfica muestra las cifras a partir de 2008, diferenciando entre los comerciales y no comerciales (de tipo civil y militar). Cabe resaltar que la República Popular China por primera vez en la historia del sector espacial hizo la mayor cantidad de lanzamientos en 2018 con 39, de los 114 realizados, mientras que Estados Unidos hizo 31. Los otros fueron realizados por Rusia con 17, Europa 11, India 7, Japón 6 y Nueva Zelanda 3.

Gráfica 2 Lanzamientos espaciales 2008-2018



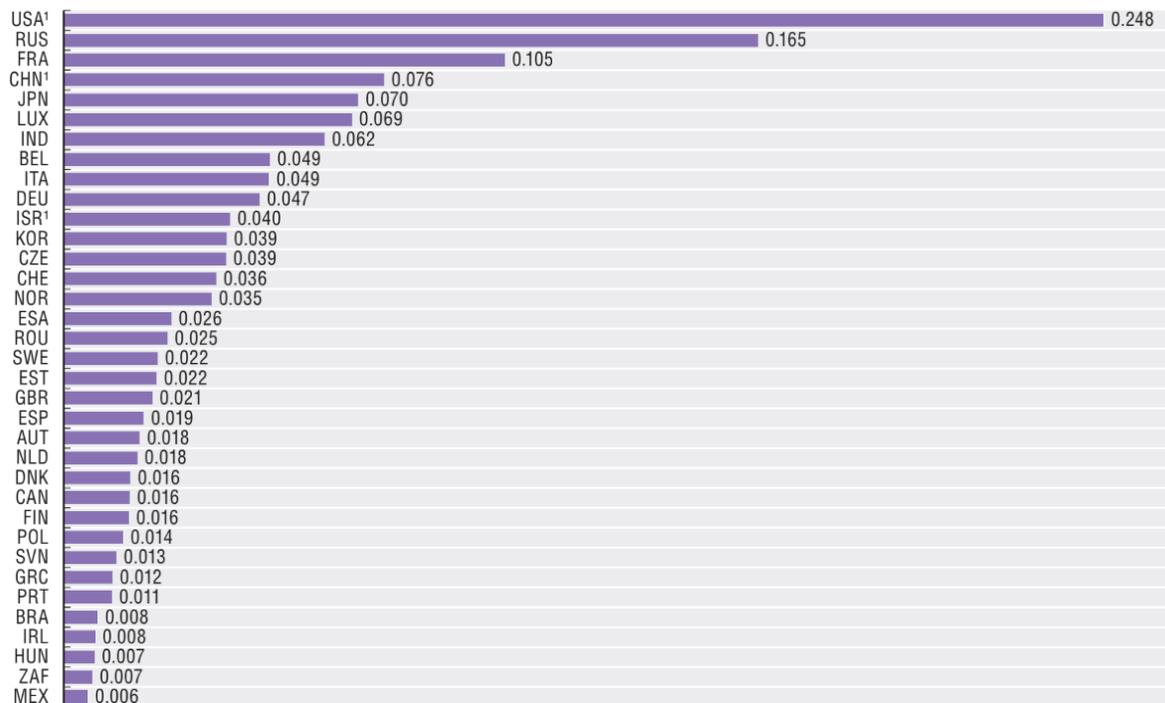
Fuente: Elaboración propia con datos de Federal Aviation Administration, *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018*, [en línea], disponibles en: <https://brycetechnology.com/reports.html>, [consulta: 14 de octubre de 2019].; y BRYCE space and technology, *2018 Orbital Launches Year in Review*, [en línea], 3 pp., dirección URL: [https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Orbital Launches Year in Review 2018.pdf](https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Orbital%20Launches%20Year%20in%20Review%202018.pdf), [consulta: 14 de octubre de 2019].

¹¹⁴ M.I. Lisette Fara Simón, *op. cit.*, *Idem*.

Asimismo, uno de los elementos más importantes para poder observar el desarrollo de la industria espacial es el presupuesto (véase Gráfica 3), pues este da cuenta de qué tanto un gobierno le interesa cierta política, programa o misión y cuál es el apoyo que se genera para su desarrollo. Es por ello que:

Los presupuestos gubernamentales para programas espaciales han ido aumentando en el nivel global. Por ejemplo, en 2011 se destinaron 72.77 mil millones de dólares en presupuestos espaciales, es decir, el 25 por ciento de todas las compras efectuadas mundialmente en bienes y servicios del sector espacial. En general, los presupuestos espaciales de diversas naciones han ido en aumento, tal es el caso de Brasil, India, Rusia y países que han mantenido aumentos de dos dígitos, con excepción de la Agencia Espacial Europea (ESA). A nivel mundial, en 2014 EUA representó el 54 por ciento del gasto gubernamental en programas espaciales, relacionados con la defensa. En lo que respecta al gasto en operaciones civiles, EUA destina cerca del 90 por ciento de su presupuesto en este rubro a las actividades de la NASA que en 2011 contaba con un presupuesto de 18.49 mil millones de dólares. Cabe mencionar que el presupuesto de la NASA para el 2014 creció 4.6% con respecto al 2013 y representó el 22% de la inversión en el espacio que hicieron los gobiernos del resto del mundo, según datos de Space Foundation (2015).¹¹⁵

Gráfica 3 Presupuesto espacial estimado de gobiernos seleccionados
Países y economías socias de la OCDE, participación del PIB en 2017 (%)



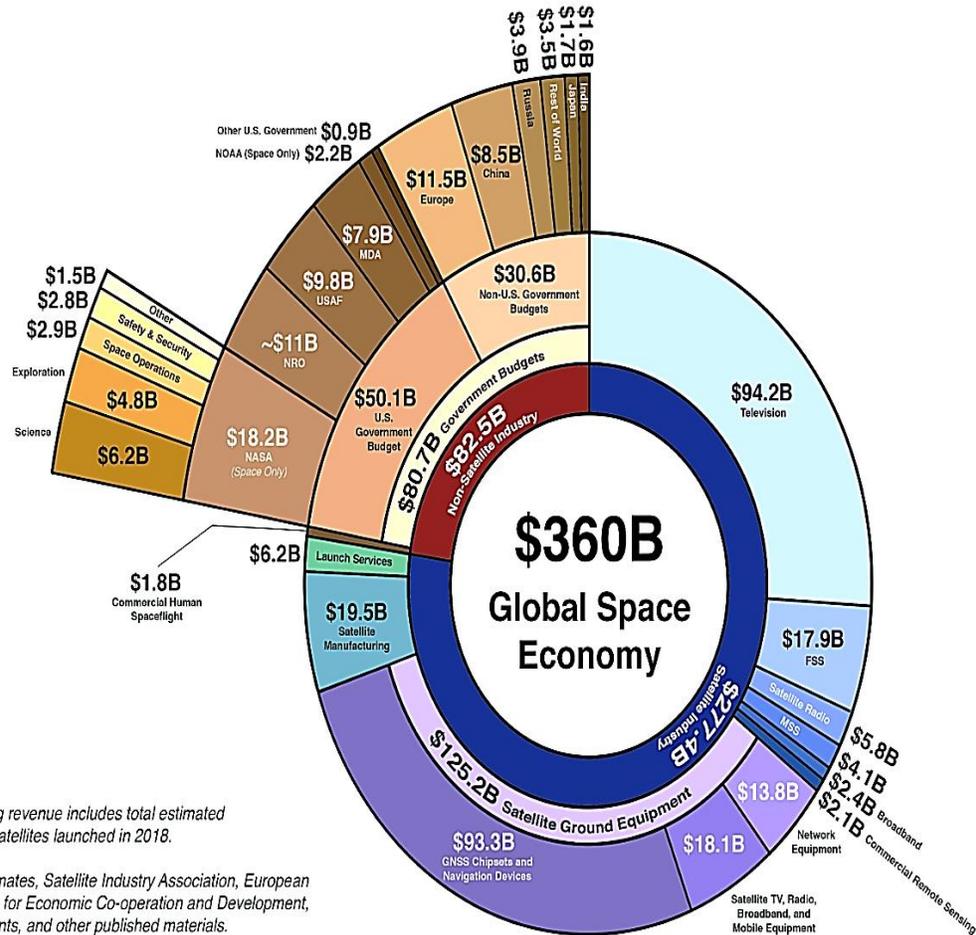
Note: 1. Conservative estimates.

Fuente: OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 26

¹¹⁵ *Ibid.*, p. 153.

En 2017, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el presupuesto de los gobiernos a nivel mundial hacia el sector espacial en 75 mil millones de dólares,¹¹⁶ (lo que muestra que no ha habido grandes variaciones con respecto a la cifra de 2011). Según la agencia de análisis de datos BRYCE para 2018 el presupuesto fue de 82 mil millones de dólares (véase Figura 2). Tal cual sucedió durante la Guerra Fría, los Estados que han tenido mayor presencia vuelven a ser dos (EUA y Rusia), sin embargo, la otra parte de la comunidad internacional comienza a ser más notable. Así, “Estados Unidos de América (EUA) y Rusia fueron los países que realizaron la mayoría de los lanzamientos al espacio en el 2014, seguidos por los países europeos, China, India y Japón [...]”,¹¹⁷ en contraste a 2018.

Figura 2 La Economía Espacial Global en Contexto (2018)



Note: Satellite manufacturing revenue includes total estimated manufacturing revenue for satellites launched in 2018.

Sources: Bryce internal estimates, Satellite Industry Association, European GNSS Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development, government budget documents, and other published materials.

Fuente: BRYCE space and technology, 2018 *Global Space Economy*, [en línea], 2 pp., dirección URL: <https://brycetechnology.com/reports/report-documents/2018-Global-Space-Economy.pdf>, [consulta: 15 de octubre de 2019].

¹¹⁶ OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 20.

¹¹⁷ M.I. Lisette Fara Simón, *op. cit.*, p. 150.

Por otro lado, actualmente empresas como *SpaceX* han tomado mucha relevancia dentro del sector espacial, especialmente porque la mayoría de los proyectos o misiones de los Estados iban ligados a las cuestiones de exploración e investigación del espacio ultraterrestre; tal vez limitados por la tecnología o los problemas internacionales, el interés por el espacio de cierta manera fue relegado a emprendedores particulares que han mostrado gran entusiasmo por lo que se pudiera llegar a lograr. Asimismo, *SpaceX* ha logrado apoyar mucho a la NASA con quien ya ha figurado como uno de los proveedores y partícipes en los proyectos para el mantenimiento de la Estación Espacial Internacional.¹¹⁸ Por lo tanto, en los siguientes apartados se mostrará cuál ha sido la utilidad, importancia y el interés de los principales Estados en el sector espacial.

1.4.1. La importancia del espacio ultraterrestre

Como se ha mencionado someramente en apartados anteriores, el espacio ultraterrestre ha tomado relevancia significativa dentro de varios sectores, principalmente en el económico, político y tecnológico-militar. Es por eso que los Estados con la capacidad para producir y beneficiarse del espacio exterior son los que han tomado partido por su explotación, especialmente en cuanto a los últimos dos sectores antes mencionados; por otro lado, las empresas tienen un interés mayoritariamente económico, a pesar de que la tecnología, por ahora, sigue limitando la mercantilización del espacio. De esta manera, el espacio ultraterrestre es considerado por algunos académicos como “[...] la última frontera vital para la reproducción del sistema capitalista”.¹¹⁹

Por lo tanto, la importancia del espacio exterior se ve reflejada en su uso: militar, teleobservación, telecomunicaciones, teledetección, fuentes de energía alternativas, monitoreo, exploración e investigación, minería y turismo espacial. Son

¹¹⁸ Cfr., S/a, *Statement of Elon Musk CEO&CTO Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) before the House Committee on Science, Space and Technology U.S. House of Representatives*, [PDF], 26 de octubre de 2011, pp. 2-3.

¹¹⁹ María de los Ángeles Meneses Marin, “Conflicto y cooperación en los espacios comunes”, ponencia presentada en el Seminario de Relaciones Internacionales: *XXIV mesas de análisis. Los espacios comunes en el orden mundial del siglo XXI: conflicto y cooperación*, México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, “Auditorio Pablo Gonzáles Casanova”, miércoles 7 de noviembre, 2018.

estas actividades las que muestran la manera en que es útil y puede ser usado el espacio (principalmente basadas en la recopilación de información), por lo que es necesario presentarlas en las siguientes líneas para observar sus beneficios y cómo es que son empleadas en la actualidad por los Estados.

El sector militar fue altamente desarrollado desde el inicio de la carrera espacial durante la GF, siendo más visible con la creación de sistemas de inteligencia que utilizan los satélites artificiales para observar las actividades de la Tierra y el espacio ultraterrestre. Durante un conflicto bélico los satélites son bastante útiles para el reconocimiento, localización y vigilancia de armamento y fuerzas militares terrestres, navales y aéreas; asimismo, pueden guiar con precisión a los misiles hacia sus objetivos, planificar y alertar sobre posibles ataques, interrumpir y falsear las telecomunicaciones.¹²⁰

La teleobservación espacio-tierra es llevada a cabo por la gran cantidad de satélites que se encuentran en la órbita geoestacionaria de la Tierra y principalmente sirven para monitorear lo que sucede en todo el planeta desde el espacio, como el caso de desastres naturales, cambio climático, calentamiento global, misiones de rescate, medición y análisis de los diferentes tipos de suelo, cartografía, búsqueda de recursos naturales, el movimiento de los océanos, la atmósfera, las nubes, derretimiento de glaciares, aumento en el nivel de mar, etc. Además:

Los beneficios económicos y sociales que pueden derivarse con el empleo de estas técnicas son muy numerosos. Para el medio ambiente, en lo relativo a la vigilancia del tiempo y cambios climáticos, detección y alarma más rápidas respecto de zonas contaminadas de la superficie terrestre, aumento de rendimiento de las cosechas, consecución más rápida de censos de cultivo para el pronóstico de rendimientos futuros, obtención de mapas temáticos más precisos, logro de información útil para la más rápida localización de yacimientos minerales y de posibles bolsas petrolíferas, mejores sistemas de pronóstico, alarma y localización de movimientos sísmicos, detección precoz de la contaminación del agua, mejor localización de campos de hielo para los pronósticos relativos a icebergs y hielos marinos, descubrimiento más rápido de las mejores rutas oceánicas de

¹²⁰ Agustín Toro Dávila, "El espacio en la perspectiva de un nuevo orden político-estratégico internacional", [PDF], Universidad de Chile, *Instituto de Estudios Internacionales*, año 26, no. 102, abril-junio de 1993, pp. 6-11.

transporte, producción más eficaz de pescado mediante una localización más segura de bancos de peces, etc.¹²¹

Ilustración 3 Tormentas marinas desde el espacio



Fuente: NASA, *Turbulent Tropical Skies*, [en línea], 4 de septiembre de 2019, dirección URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145563/turbulent-tropical-skies>, [consulta: 9 de septiembre de 2019].

Las telecomunicaciones son uno de los servicios en los que los satélites son especialmente utilizados, pues sirven para la distribución de información alrededor de todo el planeta, emitir canales de radio, televisión y telefonía móvil. La mayor parte de las personas a nivel mundial, principalmente de los países en desarrollo y desarrollados, hacen uso del espacio exterior, como prueba de esto se puede observar la cantidad de personas que tienen celular a nivel internacional, pues el “[...] número de usuarios únicos de telefonía móvil alcanzó 5.000 millones al finalizar 2017, lo que supone un grado de penetración del 66%, aunque el número de tarjetas SIM usadas por personas [...] se elevó a 7.800 millones, el 103% de los habitantes del planeta, superando así por primera vez la población mundial (7.600 millones de personas)”.¹²² Además:

¹²¹ Cesáreo Gutiérrez Espada, *La responsabilidad internacional por daños en el derecho del espacio*, Universidad de Murcia, p. 13.

¹²² Ramón Muñoz, “El número de líneas móviles supera por primera vez la población mundial”, [en línea], *El país* .com, Barcelona, 27 de febrero de 2018, dirección URL:

Los satélites de telecomunicación prestan, de este modo, un fantástico servicio a las operaciones comerciales, a las comunicaciones de todo tipo, al progreso e intercambios culturales, etc. Su función en labores educativas y de enseñanza es, asimismo, importantísima. Un solo satélite puede transmitir para países y grupos de países programas de capacitación agrícola, técnica o industrial, enseñanzas de tipo más elevado (medicina, física, biología...) que pueden transformar esencialmente los conocimientos y, a través de ello, el nivel de vida de esos pueblos. Estos adelantos están ya al alcance de la capacidad técnica presente y su realidad práctica depende en mayor medida de decisiones políticas que de problemas científicos y tecnológicos.¹²³

La teledetección se refiere a cuestiones del GPS, la GLONASS y Galileo que van desde la identificación del lugar en el que se encuentra una persona hasta medir el flujo del tránsito vial, aéreo, marítimo o mercantil que hay en determinados lugares. Asimismo, establece las rutas que se pueden seguir para llegar a un destino en específico,¹²⁴ además de monitorear la vida silvestre de nuestro planeta. Los beneficios cotidianos que esta tecnología puede otorgar se observan en las desapariciones o naufragios, pues es cada vez es más recurrente el uso de aplicaciones de geolocalización en las que las personas consiguen saber en dónde se encuentran sus seres más cercanos casi en todo momento.

Las fuentes alternativas de energía se basan principalmente en la utilización de la radiación solar como una forma de disminución a la utilización de los hidrocarburos. Es por eso que las celdas fotoeléctricas se han hecho cada vez más populares, siendo utilizadas por la sociedad civil para actividades cotidianas como calentar agua o en lo científico como fuente de energía de los *rovers* y satélites artificiales. Además, la investigación en otro tipo de motores y generadores de energía de diferentes recursos es igualmente desarrollada.¹²⁵ Por ejemplo el caso del combustible químico, la propulsión por iones,¹²⁶ la propulsión electromagnética, la propulsión eléctrica nuclear, la burbuja de Alcubierre (o movimiento por

https://elpais.com/tecnologia/2018/02/27/actualidad/1519725291_071783.html, [consulta: 6 de noviembre de 2018].

¹²³ Cesáreo Gutiérrez, *op. cit.*, p. 10.

¹²⁴ *Ibid.*, p. 11.

¹²⁵ Cesáreo Gutiérrez, *op. cit.*, pp. 14-15.

¹²⁶ En este caso la propulsión por iones es barata, pero muy lenta. La tecnología más avanzada y que proporciona grandes velocidades en la actualidad es la propulsión por asistencia gravitatoria que han utilizado varios satélites y sondas. Esta última se refiere a la utilización de la fuerza gravitatoria de un planeta para lanzar los objetos a una dirección específica, llegando a velocidades de hasta 240 000 k/h.

curvatura),¹²⁷ entre otros, son tecnologías que principalmente han sido desarrolladas para la movilidad y los viajes en el espacio exterior.

Cuadro 3 Contribución de los satélites a las mediciones de variables climáticas esenciales

<i>Esferas</i>	<i>Variables climáticas esenciales</i>
Atmosférica (sobre tierra, mar y hielo)	Superficie: temperatura del aire, velocidad y dirección del viento, vapor de agua, presión precipitación, presupuesto de radiación superficial Aire superior: temperatura, velocidad y dirección del viento, vapor de agua, propiedades de la nube, Presupuesto de radiación de la Tierra (incluyendo irradiación solar) Composición: dióxido de carbono, metano y otros gases de efecto invernadero, ozono y aerosol
Oceánico	Superficie: temperatura de la superficie del mar, salinidad de la superficie del mar, nivel del mar, estado del mar, hielo marino, actual superficie, color del océano, presión parcial del dióxido de carbono, acidez del océano, fitoplancton Sub-superficie: temperatura, salinidad, nutrientes, presión parcial del dióxido de carbono, acidez del océano, oxígeno, trazadores
Terrestre	Descarga de río, uso del agua, agua subterránea, lagos, capa de nieve, glaciares y capas de hielo, casquetes de hielo, permafrost, albedo, capa de tierra (incluyendo tipo de vegetación), fracción de radiación fotosintética activa absorbida, índice del área leal, biomasa aérea, carbono del suelo, disturbio de fuego, humedad del suelo

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 129.

A pesar de que el monitoreo también se debe a la teleobservación, en este caso se hace énfasis en cómo es que mediante el uso de satélites se pueden realizar análisis y mediciones para la detección de los diversos gases que hay en la atmósfera de la Tierra, como el dióxido de carbono; especialmente porque desde la Revolución Industrial de la segunda mitad del siglo XVIII el medio ambiente en la

¹²⁷ Es necesario hacer dos aclaraciones en este punto. Primero, la burbuja de Alcubierre o tecnología Warp, ha sido teorizada por el físico mexicano Miguel Alcubierre, quien plantea la movilidad de naves espaciales con 1 516.38 veces la velocidad de la luz; a pesar de que en 1905 Albert Einstein planteó que no hay nada más rápido que la luz, no quiere decir que el mismo espacio no se pueda mover más rápido, es decir, el espacio en sí es más veloz que la luz. Véase: Miguel Alcubierre, “Viajar a una estrella lejana y regresar a tiempo para cenar”, [en línea], ponencias presentada en *TEDxCuauhtémoc*, 26 de octubre de 2015, dirección URL: <https://www.youtube.com/watch?v=4Gaq0mx2hL4>, [consulta: 4 de noviembre de 2018]. Segundo, tanto la tecnología Warp como la propulsión nuclear de pulso, cohetes de fusión, *Bussar Ramjet* y motores de antimateria son modelos teóricos los cuales se han pensado como lejanos a la realidad actual. Tercero, solamente hay un proyecto que busca alcanzar el 20% la velocidad de la luz y piensa llevar un microchip a *Alfa Centauri* (la galaxia más cercana a la nuestra) en los próximos 40 años. Este es el *Breakthrough Starshot* y es impulsado por actores privados: Yuri Milner, Mark Zuckerberg y lo fue por el fallecido Stephen Hawking. Véase: S/a, “Starshot”, [en línea], *Breakthrough*, dirección URL: <https://breakthroughinitiatives.org/initiative/3>, [consulta: 7 de noviembre de 2018].

Tierra ha tenido cambios muy bruscos que están desestabilizando sus ciclos naturales. Por eso, los estudios que se llevan a cabo con los satélites logran ser de mucha ayuda para, por lo menos, revertir el daño que por mucho tiempo se ha hecho.

La exploración e investigación influyen en las categorías antes mencionadas, pues no solamente intervienen en el desarrollo científico, sino, también en el tecnológico, lo que ha hecho que los avances en ciertas áreas se estén realizando a pasos agigantados. Cabe decir que hay muchos otros artefactos que han sido creados del desarrollo del sector espacial, los cuales se pueden observar en la vida cotidiana (además de los que ya se habían mencionado) como: relojes, piezas de automóviles, aviones, barcos, la tecnología en los cristales, suelas antiderrapantes, pañales, en la realización de radiografías y ultrasonidos, etc.¹²⁸

La minería espacial es una de las actividades que se planea realizar en el futuro más próximo (a pesar de los frenos legales), pues se pretende la extracción y explotación de los recursos minerales que se puedan encontrar en los asteroides u algún otro cuerpo celeste. El potencial que se observa ha llegado a especular que quien sea el primero en extraer los recursos se convertirá en la persona más rica del mundo. Según la NASA existen alrededor de 12.000 asteroides con minerales en su interior que van desde oro, plata, hierro, níquel y otros metales preciosos, además de agua en distintas cantidades.¹²⁹ Por ello, empresas como *Deep Space Industries* (ahora propiedad de *Bradford Space*), apoyada por la NASA, apuesta por el desarrollo de tecnología de bajo costo para la extracción de estos minerales.¹³⁰

El turismo es una de las actividades que tiene una reciente aparición en donde la iniciativa privada ha encontrado un mercado potencial con el cual se puede lucrar. De ahí que empresas como *Blue Origin* y *Virgin Galactic* busquen realizar viajes en

¹²⁸ Cesáreo Gutiérrez. *op. cit.*, p. 15

¹²⁹ S/a, "La minería espacial podría producir el primer billonario del mundo", [en línea], *RT.com*, 22 de abril de 2018, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/269298-mineria-espacial-producira-primer-trillionario-recursos>, [consulta: 7 de noviembre de 2018].

¹³⁰ S/a, "Minería espacial al alcance de la mano", [en línea], *National Geographic*, 23 de enero de 2013, dirección URL: <https://www.nationalgeographic.es/espacio/mineria-espacial-al-alcance-de-la-mano>, [consulta: 7 de noviembre de 2018].

la órbita baja de la Tierra, siendo el principal atractivo quedarse en el espacio exterior por una cierta cantidad de días. Asimismo, hay otras compañías que planean realizar viajes alrededor de la Luna hasta llegar a colocar hoteles en la órbita terrestre o en la superficie lunar. El único inconveniente es el costo de traslado, pues lanzar un cohete no es una tarea sencilla ni barata, por lo que mediante el uso de tecnología “sostenible” es que esos costos se podrían reducir, generando así un precio razonable para los posibles clientes que pueda tener este tipo de iniciativa. Aunque es necesario decir que esta es una actividad que es más rentable para aquellas personas con un gran poder adquisitivo y difícilmente eso puede cambiar a corto o mediano plazo. Estas últimas dos actividades se desarrollarán en el siguiente capítulo.

Finalmente, el ámbito económico es más que importante en el desarrollo de la industria espacial. En primera instancia porque así se puede observar qué tanta atención se le brinda al sector, pues esta se mide dependiendo la cantidad de inversión que se le otorga (como se mostró anteriormente), pero más sustancial aún son las ganancias que puede llegar a generar en el mediano y largo plazo, aunado al capital que logra ser atraído y los empleos que se generen. La inyección de una gran cantidad de recursos monetarios haría que el progreso de la tecnología sea mayor, favoreciendo a la sociedad, pues los avances no se limitan a los satélites y los servicios que ofrecen, más bien es a todas las demás industrias, sectores y ciencias que rodean a la economía espacial.¹³¹

1.4.2. Las políticas espaciales

Como se pudo observar al principio de este capítulo, la política espacial¹³² va a estar orientada hacia los intereses, capacidades y necesidades del Estado que la formule y estará ligada al beneficio de los sectores claves para el país (como cualquier otra

¹³¹ S/a, “Lo que le debemos a la Estación Espacial Internacional”, [en línea], *BBC Mundo* .com, 2 de noviembre de 2015, dirección URL: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/11/131120_ciencia_estacion_espacial_internacional_np.shtml, [consulta: 23 de noviembre de 2018].

¹³² Acuñado también como *astropolítica* o *exopolítica* por George Harry Stine en *Confrontation in Space*, John M. Collins en *Military Space Forces: the next 50 years* y Everett C. Dolman en *Astropolitik: The Classical Geopolitics in the Space Age*.

de sus políticas). Por lo anterior, la idea de este apartado es desarrollar brevemente las políticas espaciales de aquellos actores que son los principales competidores en el escenario internacional y visualizar cuál es el grado de importancia que expresan por el espacio ultraterrestre.

Para comenzar, es necesario mencionar que la tendencia que está siguiendo el mundo en cuanto al sector espacial es al desarrollo de programas dirigidos hacia Marte, los cuales principalmente buscan colonizar el planeta en la siguiente década. Por ello, los países que tienen la capacidad tecnológica y económica de llevar a cabo esta misión apuestan por comenzar con varias investigaciones de reconocimiento, pero también se plantean la posibilidad de regresar a la Luna como primer paso para llegar a Marte. Con lo mostrado en apartados anteriores, es claro que el desarrollo científico y tecnológico está siendo impulsado por este deseo y tal vez a corto o mediano plazo se logre concretar esta tarea.

Por lo tanto, Estados Unidos, con la dirección de la NASA, también es partícipe de la carrera a Marte, pero tiene planeados otros objetivos que son igual de benéficos. Por ejemplo: la misión de lograr que un ser humano pueda pisar un asteroide; además, prevé que la investigación y exploración espacial se hagan por medio de la cooperación internacional. También, busca el desarrollo de nuevas tecnologías que ayuden a sus diversas metas y de esta manera abordar temas que cada vez se hacen más importantes como la basura espacial y el regreso a la Luna, asimismo, la renovación de las naves, cohetes y tecnología que comienza a ser obsoleta, como el caso de la EEI.¹³³ Sus principales proyectos son la *Orion*, el SLS y la *Gateway* englobados en el programa Artemisa, junto a los recientemente firmados Acuerdos Artemisa (octubre de 2020). Asimismo, sus lineamientos de política espacial se dieron durante la primera administración de Barack Obama (2009-2012), pues:

Dentro de los planes definidos en esta nueva estrategia se confirma [...] la necesidad de guiar a la NASA hacia una nueva dirección, dejando los vuelos espaciales cercanos a la órbita terrestre a la empresa privada y centrar a la

¹³³ S/a, "Estados Unidos cuenta con una nueva política espacial", [en línea], *FayerWayer*, 1 de julio de 2010, dirección URL: <https://www.fayerwayer.com/2010/07/estados-unidos-cuenta-con-una-nueva-politica-espacial//>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].

agencia espacial en la elaboración de misiones que vayan más allá de la órbita baja de la Tierra para el año 2025 [...], para finalizar con el viaje de una misión tripulada a Marte a mediados de la década de 2030.¹³⁴

Ilustración 4 Nuevos trajes espaciales de Estados Unidos



Fuente: NASA/Joel Kowsky, *Artemis Generation Spacesuit Event*, [en línea], 16 de octubre de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/image-feature/artemis-generation-spacesuit-event>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

Además, la intención de crear cuerpos militares que estuvieran apostados en el espacio (aparte de los misiles) no tenía precedentes, sin embargo, el presidente de Estados Unidos, Donald Trump, ha confirmado la creación

de un sexto brazo militar dentro de las fuerzas armadas de este país con la tarea de operar en el espacio para garantizar su seguridad nacional. Esta nueva Fuerza Espacial tiene como principal objetivo adelantarse a los intentos de la República Popular China y Rusia por la apropiación del espacio. Por ello, “[...] el Gobierno ha dado instrucciones al Capitolio para que destine 8.000 millones de dólares en los próximos años, con el objetivo de que esta nueva rama del Ejército, que será la sexta de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos, pueda estar operativa en el año 2020”.¹³⁵

Por otro lado, la política espacial de la Unión Europea tiene presente la dirección que los países parte quieren tomar, por lo que apelan a cumplir dos objetivos que consideran muy importantes: primero, la utilización de los beneficios del espacio exterior para apoyar a la economía de toda la Unión; segundo, mantener la presencia de sus miembros en el espacio. Asimismo, pretenden que la tecnología desarrollada se centre en los recursos digitales. Esto último se puede observar por

¹³⁴ *Ídem*.

¹³⁵ S/a, “Estados Unidos anuncia oficialmente la creación de un Ejército Espacial”, [en línea], *El Mundo .es*, 9 de agosto de 2018, dirección URL: <https://www.elmundo.es/internacional/2018/08/09/5b6c6438268e3e377a8b4580.html>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].

medio de los tres programas espaciales que la ESA tiene vigentes: *Copernicus*, Galileo y *Egnos*,¹³⁶ los cuales son pensados para actividades de teleobservación y navegación.

Además, la ESA considera importante y necesaria la atención que se le brinda al desarrollo del sector espacial, pues es la población quien utiliza y se beneficia de los servicios que ofrecen los programas espaciales. Así, es consciente de los retos que presenta a nivel internacional, ya que conforme la tecnología avanza su progreso se hace más comercial y eso genera una mayor competencia en el sector; aunado a la intrusión de la iniciativa privada que también inyecta grandes cantidades de capital, incrementando a los actores que disputan la industria.¹³⁷

Por otro lado, la Federación Rusa con Roscosmos, quienes observan amenazadas sus actividades de lanzamiento y puesta en órbita de cargas, vehículos y tripulación por nuevas empresas (principalmente *Space Exploration Technologies Corporation*, *SpaceX*), se ha planteado desde inicios de 2019 que su industria espacial debe ser competitiva contra los nuevos actores, pues esta tiene el potencial de ser comercializable, aunque todavía se encuentra lejos de lograrlo. Sus principales proyectos son el *Soyuz-5 (Irtys)*, *Angara-A5* y el cohete súper pesado “Yenisei” (la unión de estos últimos). Según el primer ministro ruso, Dimitry Medvedev, deben apostar por el mercado que presenta el espacio ultraterrestre y a pesar de que pretende ir a la Luna y explorar el espacio profundo, considera que eso es una estrategia de escala global, por lo que Rusia ahora debe centrarse en ser un éxito comercial mediante asociaciones con países latinoamericanos y explotar el Glonass y RSCC.¹³⁸

¹³⁶ S/a, “Política espacial de la UE”, [en línea], *Consejo Europeo*, dirección URL: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/eu-space-programmes/>, [consulta: 23 de noviembre de 2018].

¹³⁷ *Ídem*.

¹³⁸ S/a, “Actualidad de la política espacial en Rusia”, [en línea], *Latam Satelital*, 16 de febrero de 2019, dirección URL: <http://latamsatelital.com/actualidad-la-politica-espacial-rusia/>, [consulta: 16 de octubre de 2019].

De esta manera, el mandatario ruso Vladimir Putin, espera que el *Angara-A5* realice su primer lanzamiento en 2021 (aunque fue retrasado a 2023 junto el estreno del cosmódromo *Vostochni* en el mismo año), el *Soyuz-5* comience pruebas en 2022 y el *Yenisei* en

Ilustración 5 Misión conjunta: NASA, Roscosmos y ESA



Fuente: NASA/Beth, Weissinger, *Expedition 60 crewmembers during the final day of their qualification exams*, [en línea], 27 de junio de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/image-feature/expedition-60-crewmembers-during-the-final-day-of-their-qualification-exams/>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

2028.¹³⁹ Además, ha anunciado la intención de crear para 2024 una estación espacial con la capacidad de observar por completo su territorio, una tarea que solamente lleva a cabo la Estación Espacial Internacional en un 5%.¹⁴⁰

El caso de la política espacial china resulta interesante, pues a la par de sus otros dos homólogos, busca posicionarse como una potencia en el espacio exterior y mostrar que tienen las capacidades suficientes para poder competir en el mismo escenario que EUA y Rusia. Es necesario resaltar que la República Popular China ha realizado su programa espacial en una especie de aislacionismo, pues desarrolla su propia tecnología con algo de apoyo ruso. Sin embargo, es interesante observar que a pesar de ello el gigante asiático ha podido colocarse como una tercera potencia en el sector espacial, principalmente porque también ha logrado colocar

¹³⁹ S/a, “Putin establece prioridades para Roscosmos”, [en línea], *Latam Satelital*, 24 de julio de 2018, dirección URL: <http://latamsatelital.com/putin-establece-prioridades-roskosmos/>, [consulta: 16 de octubre de 2019].

¹⁴⁰ S/a, “Programa espacial ruso”, [en línea], *Sputnik news*, dirección URL: https://mundo.sputniknews.com/trend/programa_espacial/, [consulta: 22 de noviembre de 2018].

un rover en la Luna.¹⁴¹ De entre los vehículos espaciales más importantes se encuentra su primera nave espacial el *Chang'e 3* y su antigua estación espacial *Tiangong-1*, aunque esta dejó de funcionar desde principios de 2018, sin embargo, ya tiene un nuevo proyecto que busca hacer una nueva estación espacial que será puesta en órbita entre 2019 y 2022. Como se mencionó en el apartado 1.3.2., actualmente está investigando la Luna con el *Chang'e-4* y sus principales programas son el espacial tripulado, *Tiangong* y *Shenzou*, junto a sus cohetes *Long* y *Grand March*.¹⁴²

Es necesario recordar que tanto Rusia como la República Popular China han sido aliadas en ámbitos que las benefician a ambas, siendo el sector espacial uno de ellos. Prueba de esto es que *Roscomos* pretende desligarse de cierta manera de otras naciones, por lo que para 2024 planea desprender sus módulos de la Estación Internacional que le corresponden. Con ello, también busca estrechar relaciones con la RP China, pues ya se ha anunciado su cooperación para la exploración en la Luna. Ambos tienen sus propios objetivos y a pesar de que sean similares se encuentran en un estado de cooperación y competencia constante.¹⁴³

Finalmente, cabe mencionar que India, mediante ISRO, también busca posicionar a su nación dentro del sector espacial, pues además de su misión a Marte, *Mangalyan*, piensa llevar a tres astronautas a la órbita terrestre en 2022 bajo el proyecto *Gaganyaan*.¹⁴⁴ Asimismo, quiso poner en el polo sur de la Luna a la

¹⁴¹ Mario M. Arreola Santander, “¿Qué hay detrás del programa espacial de China?”, [en línea], *Hacia el Espacio* .com, 1 de enero de 2014, dirección URL: <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=71>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].

¹⁴² S/a, “China se prepara para construir su estación espacial”, [en línea], *Xinhua News* .com, 17 de octubre de 2019, dirección URL: http://spanish.xinhuanet.com/2019-10/17/c_138479818.htm?fbclid=IwAR1fiMsYKG1siAgV1sP2DsBrbnULzJhiWjm7OoGjOplLyzNEFcM-5VPZKQU, [consulta: 17 de octubre de 2019].

¹⁴³ Daniel Marín, “El primer paso en la colaboración entre Rusia y China en el espacio”, [en línea], dirección URL: <https://danielmarin.naukas.com/2018/03/04/primer-paso-en-la-colaboracion-entre-rusia-y-china-en-el-espacio/>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].

¹⁴⁴ Ángel Martínez, “India avanza en su programa espacial de bajo coste”, [en línea], Bombay, *El País* .com, 1 de enero de 2019, dirección URL: https://elpais.com/sociedad/2018/12/31/actualidad/1546261615_843918.html, [consulta: 17 de octubre de 2019].

Chandrayaan-2, sin embargo, terminó perdiendo el contacto con la tierra poco antes de que el aterrizador *Vikram*, el cual llevaba el *rover Pragyan*, pudiera alunizar.¹⁴⁵

El siguiente capítulo (de una forma similar a lo que se hizo con este) pretende desarrollar más a fondo el papel que ha tomado la iniciativa privada con el *New Space* y su visión de un nuevo modelo de negocios en el espacio ultraterrestre. Además, se mostrará cómo es que poco a poco se ha introducido en la economía espacial, así como las empresas que han destacado y/o tienen proyectos bastante ambiciosos.

¹⁴⁵ S/a, "Chandrayaan-2: Was India's Moon mission actually a success?", [en línea], *BBC News .com*, 30 de septiembre de 2019, dirección URL: https://www.bbc.com/news/world-asia-india-49875897?intlink_from_url=https://www.bbc.com/news/topics/clgnq7exe22t/chandrayaan-programme&link_location=live-reporting-story, [consulta: 17 de octubre de 2019].

2. La relevancia de la iniciativa privada en el sector espacial

La iniciativa privada ha jugado un papel muy importante a lo largo de la historia de la humanidad, pues ha funcionado en varias ocasiones como proveedora y financiadora de los proyectos o programas que el Estado no puede pagar, desplazando para este último los sectores que las empresas no tienen intención de llevar a cabo, lo que en ocasiones hace necesaria la creación de instituciones como “bancas de desarrollo” para atender estos fines.¹⁴⁶ Por ello, la importancia de estudiar al sector privado radica en la forma en que ha logrado hacer que el progreso de la humanidad sea de una manera más acelerada e inédita a la que se pudiese ver en alguna otra época, esto mediante las ventajas competitivas que tienen sobre los Estados en cuanto a tecnología e innovación (principalmente), finanzas, creativas, etc.

Para comenzar, es pertinente hacer un breve apunte sobre el expansión y evolución de las empresas a nivel mundial por la globalización. De ahí que:

Las raíces de este largo proceso se nutren de las sucesivas revoluciones tecnológicas y, muy en particular, de las que han logrado reducir los costos de transporte, información y comunicaciones. La disminución radical del espacio, en el sentido económico del término, es un efecto acumulado de la reducción de los costos y del desarrollo de nuevos medios de transporte, a lo que se une la posibilidad de transmitir información en “tiempo real”, cuya primera etapa es la invención del telégrafo y que se expande posteriormente con el teléfono y la televisión. En cambio, el acceso masivo a la información sólo se hace posible gracias a las tecnologías de información y comunicaciones desarrolladas en los últimos años, que han permitido disminuir drásticamente el costo de acceso, aunque evidentemente no ocurre lo mismo con el costo de procesamiento y, por consiguiente, de empleo eficaz de la información.

Los progresos registrados en el transporte, la información y las comunicaciones forman parte de un conjunto más amplio de innovaciones tecnológicas que hicieron posible adelantos sin precedentes en la productividad, el crecimiento económico y el comercio internacional. En los países europeos, los grandes capitales han estado vinculados al comercio internacional desde los orígenes del capitalismo moderno [...]. La internacionalización de la producción de las empresas se remonta a fines del siglo XIX y aparece como subproducto de la concentración económica en los países industrializados, que dio y sigue dando origen a las grandes empresas transnacionales. A partir de la década de 1970, se fue haciendo cada vez

¹⁴⁶ Natividad Martínez Aguilar, *op. cit.*, pp. 288-290.

más común la subcontratación internacional de las tareas que suponen un uso más intensivo de mano de obra, como el ensamble o la maquila, que se vio facilitada por la reducción de los costos de transporte y las regulaciones comerciales adoptadas en los países industrializados. Éste constituyó el primer paso hacia el desarrollo de sistemas de producción integrados, que permiten la segmentación de la producción en distintas etapas (“desmembramiento de la cadena de valor”), y la especialización de plantas o empresas subcontratadas ubicadas en distintos países en la producción de determinados componentes, la realización de ciertas fases del proceso productivo y el ensamble de algunos modelos.¹⁴⁷

Así y recordando la primera parte del capítulo uno, Carmen Bueno menciona que “[...] la intención ha sido globalizar, homogenizando productos y también procesos de producción”.¹⁴⁸ De ahí que las empresas hayan adquirido diversas ventajas competitivas para superarse entre ellas y a otros actores a nivel internacional. Además, hay una constante para que una empresa pueda sobresalir de las demás y este es su carácter innovador por medio de avances tecnológicos, ya que:

[...] los avances científico-tecnológicos son considerados como importantes recursos de poder en tanto que el desarrollo tecnológico es visto como una variable que ofrece el desarrollo económico y la posición de los Estados [y ahora de las empresas] para competir en la economía mundial. [Las empresas y] países a la vanguardia de las innovaciones tecnológicas son quienes obtienen más beneficios del cambio tecnológico, reforzando con ello su supremacía en la sociedad internacional, pues estos [...] son los que influyen en la conducción de dicho cambio.¹⁴⁹

Por lo tanto,

[...] la innovación es un proceso clave de las empresas pues permite su diferenciación competitiva gracias a la introducción de productos o servicios nuevos o mejorados al mercado, y respalda su eficiencia productiva y organizacional gracias a la introducción o mejora de los procesos de producción y entrega. Es un proceso técnico de gran importancia económica que se sustenta en dos factores fundamentales: la tecnología y el mercado.¹⁵⁰

¹⁴⁷ S/a, *Globalización y desarrollo*, p. 18.

¹⁴⁸ Carmen Bueno Castellanos, “La empresa red: su estructura y su lógica” en *Configuraciones productivas en la globalización*, [PDF], Universidad Iberoamericana, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Atropología Social, p. 165.

¹⁴⁹ María de Lóurdes Marquina Sánchez, “Aportación de las Relaciones Internacionales a los estudios sociales de tecnología” en *Perspectivas Latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad*, Siglo XXI editores, p. 155.

¹⁵⁰ Enrique Medellín Cabrera, “Innovación tecnológica y desempeño” en *Construir la innovación, gestión de tecnología en la empresa*, [PDF], México, Siglo XXI editores, 2013, p. 21.

A saber, existen cuatro tipos de innovación con tres aspectos diferentes que se pueden considerar niveles: producto, proceso, organización y mercadotecnia y el carácter puede ser incremental, radical y arquitectónicas.¹⁵¹ Cabe destacar que cada una de las empresas que se tratarán en lo que sigue del capítulo y especialmente *SpaceX* serán consideradas como *empresas innovadoras* que son las que llevan a cabo:

[...] procesos y proyectos de innovación tecnológica; es decir, que realiza actividades combinadas que conducen a la introducción en el mercado, por primera vez, de nuevos productos o servicios [...], y adopta o implanta procesos de producción tecnológica nuevos o con características mejoradas de desempeño, para lo cual requieren de sistemas y(o) procesos de gestión de tecnología con propósitos claros, sistematizados, dominados por su personal y eficaces.¹⁵²

Además, parten de una base científico-tecnológica consolidada por el *expertise* obtenido a partir de la Guerra Fría y la carrera espacial, así como de una trayectoria tecnológica importante y que se define como “[...] el conjunto de soluciones discretas adoptadas o realizadas para responder a problemas específicos.”¹⁵³ En el caso de *SpaceX* se puede categorizar su innovación como de producto y mercadotecnia: la primera por el avance incremental, arquitectónico y un tanto de ruptura por la mejora de los materiales, tecnología y su rendimiento a la hora de realizar un lanzamiento espacial; la segunda por sus métodos de comercialización y promoción global. Esto último y la trayectoria tecnológica de *SpaceX* serán desarrollará en el siguiente capítulo.

Cabe resaltar que las empresas han moldeado las necesidades de las personas, pues ya sea por medio de propaganda, comerciales, películas o todo el entramado totalizador al que se refiere la “industria cultural”, es que se han conformado históricamente las relaciones, gustos, deseos, objetivos, cultura, moda y modos de vivir de la población en general, lo que ha generado que el sector privado crezca

¹⁵¹ *Ibid.*, pp. 22-23.

¹⁵² *Ibid.*, p 27.

¹⁵³ Hortensia Gómez Viquez; Gabriela Rico Flores, “El paradigma de biotecnología y la medicina genómica: ¿Un obstáculo o una oportunidad de integración para la industria farmacéutica mexicana?” en *Innovación y competitividad en la sociedad del conocimiento*, [PDF], Plaza y Valdés editores, p. 77.

exponencialmente hasta la actualidad. Asimismo, estas cuestiones nos sirven para dimensionar de la magnitud y relevancia que poseen las empresas en quehacer diario de las personas y el por qué vale la pena estudiarlas en Relaciones Internacionales.

La industria espacial ha tomado una dirección importante en la actualidad, pues ha generado que ante las posibles catástrofes se piense más allá de las fronteras terrestres/atmosféricas para la supervivencia de la vida en sí y se especule con la posibilidad de lucrar con los recursos del espacio ultraterrestre. Sin embargo, es necesario recordar que la regulación de las actividades en el espacio sigue siendo ambigua y por ello se retoma la idea de un trabajo conjunto que beneficie tanto al sector público como privado tanto en lo jurídico como en otros ámbitos. Cabe aclarar que las relaciones de poder existentes entre lo público y lo privado se verán reflejadas dependiendo de la forma en que ambos interactúen; es decir, la superioridad de uno sobre otro se mostrará dependiendo del trato y los acuerdos que se tengan.

Finalmente, en el capítulo anterior se hizo un primer acercamiento a la manera en que los Estados han generado la tecnología para el progreso del sector espacial y para su propio beneficio dentro de las relaciones que pudieron generar con otros Estados para el impulso de innovaciones en este campo, por lo que ahora es necesario desarrollar al sector privado. Así pues, se rescatará cómo es que las empresas han tomado un mayor repunte, teniendo en cuenta a la NASA y en cierta medida a ROSCOSMOS y la ESA, pues son estas agencias las que tuvieron la mayor injerencia y avance en el sector en un inicio. Asimismo, en la siguiente sección se dará un breve recorrido histórico sobre las empresas que más influyeron, apoyaron y aportaron a la industria espacial.

2.1. El desarrollo de la iniciativa privada hacia el espacio ultraterrestre

En principio, para poder dar cuenta a la pregunta, hipótesis y objetivo de este capítulo es necesario desenvolver el progreso de las empresas privadas dentro de la industria espacial. Para ello es importante mostrar la relevancia histórica que ha

jugado el sector privado desde el inicio de la carrera espacial hasta nuestros días. Por lo tanto, los siguientes apartados se enfocarán a la evolución de la industria espacial desde el punto de vista privado, retomando de manera breve a dos empresas importantes y significativas para el espacio ultraterrestre, aunque sus bases se encuentren en la aviación y cuestiones de seguridad nacional: *Boeing* y *Lockheed Martin*.

De esta forma se distinguen dos etapas principales: la primera, durante la Guerra Fría como el primer acercamiento de las empresas al sector espacial siendo contratadas principalmente por Estados Unidos; la segunda, con el nacimiento del *New Space* y la reconceptualización de la industria espacial hacia la economía espacial, pues el enfoque y dirección de las empresas mostró una faceta e intereses diferentes, así como un entendimiento del espacio dentro de un sector que a la larga podría ser más redituable; esto último, a pesar de que en muchos casos todavía siguen ligadas a convenios con las agencias espaciales de los Estados.

2.1.1. Durante la Guerra Fría

La industria espacial creció principalmente después de la Segunda Guerra Mundial a partir de la investigación y desarrollo de nuevos misiles, los cuales buscaban ser capaces de llevar grandes cargas nucleares a otros lugares del planeta (intercontinentales); primordialmente porque la industria armamentista, de los EUA y la URSS, pretendía demostrar su capacidad tecnológica-militar para lanzar misiles de largo alcance. Asimismo, el plan que tenía el gobierno estadounidense era el de desarrollar cohetes propios que también pudieran llevar a la órbita un satélite artificial; los soviéticos en un principio se enfocaban meramente en las armas, pues consideraban que buscar el progreso espacial significaba desviar sus objetivos.

De la misma manera la creación de los materiales e instrumentos para el desarrollo de misiles por parte de la Unión Soviética era realizada de manera autónoma. Sin embargo, las diferencias en el sistema económico e ideológico hicieron que los EUA recurrieran a buscar apoyo en empresas privadas, principalmente de las que ya le ayudaban en la industria militar y aeronáutica. Así:

La actividad espacial permitió el desarrollo de una industria espacial que, al menos en el oeste [de los EUA], fue privado, pero las agencias gubernamentales (y las militares) diseñaron y manejaron directamente las misiones. Las compañías privadas construyeron el hardware (lanzadores, naves espaciales, equipo de tierra, etc.) en sus especificaciones, con una autonomía muy limitada a estrictas opciones técnicas y bajo estricto control. Cuando la Unión Soviética colapsó, también los países que estaban de su lado adoptaron el mismo modelo.¹⁵⁴

Durante el desarrollo de la Guerra Fría entre las principales empresas que apoyaban a los Estados Unidos en su industria espacial fueron *Lockhead* y *Martin Marietta*, quienes eran pioneras en el desarrollo de aviones y tenían la experiencia suficiente para llevar a cabo diversas e importantes tareas en los programas espaciales. Asimismo, *Boeing*, también fue una de las compañías que se contrató con diversas agencias espaciales a nivel internacional. Además, otras empresas que también estuvieron dentro del desarrollo de las misiones espaciales fueron: *North American Aviation*, *Douglas Aircraft Company*, *Rocketdyne*, *Raytheon*, *Northrop Corporation*, *Grumman Aircraft Engineering Corporation* (estas dos se fusionarían en *Northrop Grumman*), entre otras.

Sin embargo, *Boeing* y *Lockheed Martin* son importantes para la industria aeroespacial por la gran trayectoria en el desarrollo de tecnología e innovaciones en aviones, sistemas de control terrestre, propulsión, apoyo, entrenamiento, enseñanza, etc., para el gobierno de los Estados Unidos, pues siempre han estado presentes en los procesos que implican cuestiones de defensa y significativamente al inicio de la industria espacial estadounidense; también ayudando al programa de la NASA en lo que la economía espacial se refiere. Por lo tanto, es importante desarrollarlos un poco más en los siguientes puntos.

2.1.1.1. Boeing

Boeing ha sido una de las principales compañías que ha perdurado al paso del tiempo, pues lleva alrededor de 105 años activa. Comenzó con el diseño y desarrollo de aviones para uso militar, añadiendo a su labor las cuestiones comerciales, así

¹⁵⁴ Cfr. Giancarlo Genta, "Private space exploration: A new way for starting a spacefaring society?", [PDF], Italia, *Elsevier*, 16 de abril de 2014, p. 2.

como a la industria aeroespacial en los años posteriores a su nacimiento. Fue fundada durante la segunda década del siglo XX (1914), por William Boeing, quien alentado por los hermanos Wilbur y Orville Wright, creó su propio aeroplano y más tarde un hangar en la ciudad de Seattle en los EUA. Para 1916 se unió a *Pacific Aero Products Co.*, el cual se renombraría como *Boeing Airplane Co.*, produciendo así su avión Modelo C con el cual Estados Unidos entró a la Primera Guerra Mundial.¹⁵⁵

Para 1918 obtuvo contratos con el gobierno de Estados Unidos para el transporte de correos entre diferentes ciudades. Durante las siguientes décadas su trabajo se basó en el desarrollo de aeronaves militares y comerciales, sin embargo, para la Segunda Guerra Mundial el desarrollo de la aeronáutica fue vital para los acontecimientos que ocurrirían durante la contienda, pues la magnitud del enfrentamiento requirió una rápida y enorme producción de aviones de combate con distintos tipos de innovaciones y capacidades para la época.¹⁵⁶

Con el término de la Segunda Guerra Mundial la compañía se dedicó a la producción de aviones de pasajeros y comerciales (cabe destacar que no tuvo una flota comercial hasta 1957 con el *Boeing 707*), además de realizar algunos otros logros como construir el avión de pasajeros más grande de su época en 1970. Por otro lado, su incursión dentro de la industria espacial se dio con el programa Apolo, siendo *Boeing* la empresa que desarrolló la primera etapa de despegue del *Saturn V*. Además, formó parte del conjunto de empresas que participaron en el programa espacial de Estados Unidos desde el *Mercury* hasta la Estación Espacial Internacional.¹⁵⁷

Cabe destacar que el diseño, desarrollo y ensamblaje del *Saturn V* consistió en tres etapas llevadas a cabo por: *Boeing*, *North American* y *Douglas Aircraft*, respectivamente. Aunado a las tareas antes mencionadas, *Boeing* también se

¹⁵⁵ Cfr. The Atlantic, *A century in the sky*, [en línea], dirección URL: <https://www.theatlantic.com/sponsored/boeing-2015/a-century-in-the-sky/652/>, [consulta: 7 mayo de 2019].

¹⁵⁶ *Idem.*

¹⁵⁷ *Idem.*

encargó de las pruebas, ingeniería de sistemas, soporte técnico y apoyo al personal de las misiones Apolo; asimismo, la tercera etapa, la de McDonnell Douglas, se convirtió en parte de la estación espacial *Skylab* en 1973.¹⁵⁸ Además, participó en el transporte del transbordador espacial *Enterprise* (el primer prototipo del STS y de las naves reutilizables) por medio de un *Boeing 747* modificado para llevarlo sobre sí mismo; en un principio, el programa de los transbordadores espaciales, fue desarrollado por *Rockwell International* y después fue adquirido por *Boeing*.¹⁵⁹

Ilustración 6 El Enterprise sobre un Boeing 747



Fuente: NASA, Shuttle Enterprise Mated to 747 SCA on Ramp, [en línea], 2 de noviembre de 2017, dirección URL: https://www.nasa.gov/centers/dryden/multimedia/image_gallery/Shuttle/ECN-24301.html, [consulta: 18 de septiembre de 2019].

Además, esta empresa tuvo un papel más relevante en el sector espacial, ya que en 1996 junto a “[...] Lockheed Martin crearon la compañía independiente United Space Alliance (USA). USA sirvió como principal industria socia de la NASA en las operaciones espaciales humanas para el manejo diario de la flota de Transbordadores Espaciales y la planeación, capacitación y operación de 55 misiones del Transbordador Espacial”.¹⁶⁰ Principalmente apoyó a los transbordadores *Atlantis* y *Endeavor*, los cuales fueron los únicos que continuaron en operación hasta 2011.

Asimismo, ambas empresas (*Boeing* y *Lockheed Martin*) crearon la *United Launch Alliance* (ULA) que es la encargada de prestar los servicios referentes al mantenimiento, desarrollo y operación de varios de los cohetes de Estados Unidos

¹⁵⁸ Cfr. Boeing, *Boeing: Historical Snapshot, Saturn V Moon Rocket*, [en línea], dirección URL: http://www.boeing.com/history/products/saturn-v-moon-rocket.page?cm_mmc=CORP-2016- -Link- -Atlantic- -CustomEditorial, [consulta: 7 de mayo de 2019].

¹⁵⁹ Cfr. Boeing, *Boeing: Historical Snapshot, Space Shuttle Orbiter*, [en línea], dirección URL: http://www.boeing.com/history/products/space-shuttle-orbiter.page?cm_mmc=CORP-2016- -Link- -Atlantic- -CustomEditorial, [consulta: 7 de mayo de 2019].

¹⁶⁰ Cfr. *Idem*.

desde 2006 con 120 lanzamientos exitosos de los *Delta* y *Atlas*. Actualmente está construyendo el cohete *Vulcan Centaur*. Además de los tratos con el gobierno, también está abierto a clientes totalmente comerciales. Tiene como subsidiaria a la *United Launch Services (ULS)*.¹⁶¹

Finalmente, durante septiembre de 2014 la NASA anunció que tanto “[...] Boeing y SpaceX ahora compartían los 6.8 mil millones de dólares del contrato de ‘taxi espacial’, con 4.2 mil millones para Boeing y su Programa Espacial Cápsula CST-100 y 2.6 mil millones para SpaceX y su Programa Dragon”.¹⁶² A pesar de ello, en su industria aeronáutica, la empresa ha tenido dos accidentes en menos de cinco meses que han puesto en entredicho su confianza con los usuarios y sus socios financieros hacia sus aviones *B-737 MAX*,¹⁶³ acontecimientos que para este tiempo no son bien aceptados y también pueden significar una mala imagen en seguridad para sus proyectos aeroespaciales, sin embargo, este tipo de sucesos siempre están presentes, pues ambas industrias distan de poder ser 100% seguras.

2.1.1.2. Lockheed Martin

La hazaña realizada por los hermanos Wright en 1903 no solo influyó en William Boeing, sino, también en muchas otras personas que comenzaron su propio desarrollo de aeroplanos. Tal fue el caso de los hermanos Allan y Malcolm Loughead y Glenn L. Martin quienes por separado se convirtieron en pioneros en esta industria al grado de lograr un progreso constante que se vio marcado por los grandes acontecimientos del siglo XX y se basó en la aviación comercial, militar y espacial, para llegar a fusionarse hasta 1995.¹⁶⁴

¹⁶¹ ULA, *About ULA*, [en línea], dirección URL: <https://www.ulalaunch.com/>, [consulta: 23 de septiembre de 2019].

¹⁶² Cfr. Yi-Wei Chang, “The first decade of commercial space tourism”, [PDF], Taiwán, *Elsevier*, 16 de diciembre de 2014, p. 2

¹⁶³ Sandro Pozzi, “Boeing encara la crisis más difícil de su historia”, [en línea], Nueva York, *El país .com*, 18 de marzo de 2019, dirección URL: https://elpais.com/internacional/2019/03/16/actualidad/1552759107_537956.html, [consulta: 7 de mayo de 2019].

¹⁶⁴ Lockheed Martin, *Innovation with purpose Lockheed Martin’s first 100 years*, [en línea], 2013, dirección URL: <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/eo/documents/ebook/Innovation-with-Purpose.pdf>, [consulta: 16 de mayo de 2019].

Por un lado, el principio de la industria aeronáutica de los hermanos Loughhead se enfocó al ámbito civil y deportivo, mientras que Glenn Martin buscó su desarrollo dentro de la producción bélica, antes y después de la Gran Guerra. Posterior a sus primeros prototipos los hermanos Loughhead (quienes cambiarían su apellido por Lockheed debido a molestias entre la pronunciación y escritura del mismo) pidieron un avión con determinadas especificaciones a Martin para la construcción del primer aeroplano de entrenamiento militar que serviría para la entrada de Estados Unidos a la Primera Guerra Mundial.¹⁶⁵

Durante el Periodo Entre Guerras y la Segunda Guerra Mundial, las compañías de los hermanos y de Martin desarrollaron gran parte de los aviones utilizados por los EUA. Cabe mencionar que fueron dos aviones B-29 modificados (el Enola Gay y Bockscar), creados por Glenn Martin, los que llevaron las dos bombas nucleares a Hiroshima y Nagasaki. Por su parte, los Lockheed produjeron el *Lockheed U-2*, un avión de reconocimiento (espía) que fotografió los “supuestos” misiles nucleares en Cuba en octubre de 1962.¹⁶⁶ Además, el acercamiento al desarrollo de misiles de largo alcance hizo más entendible y natural su entrada a la industria aeroespacial.

Asimismo, la primera prueba de los Estados Unidos por superar a la Unión Soviética en el espacio fue por medio de la nave *Martin Vanguard TV-3* en diciembre de 1957, sin embargo, este intento por colocar su primer satélite en el espacio fue fallida y se volvió a intentar hasta el año siguiente. A pesar de ello, los cohetes de los hermanos Lockheed y de Glenn Martin fueron importantes para la cimentación del proyecto espacial de la NASA, pues: la *Lockheed Propulsion Company* fue facultada para el diseño y desarrollo del motor de escape de las misiones Apolo; además, se encargó de la puesta en órbita del *Hubble Space Telescope*, el cual tendría varias dificultades tanto en su lanzamiento como en su funcionamiento. Por otro lado, la compañía *Martin Marietta* (la fusión entre la empresa de Martin y la *American Marietta Corporation*) ganó el contrato para el apoyo en las operaciones de

¹⁶⁵ *Idem.*

¹⁶⁶ *Idem.*

lanzamiento de la estación *Skylab*.¹⁶⁷ Asimismo, en general ambas empresas permitieron la puesta en órbita de varios satélites estadounidenses.

De la misma manera estuvieron involucrados en las misiones *Mariner* y *Viking*, la primera con el objetivo de orbitar Marte y la segunda con la intención de aterrizar en él. Para 1984 *Martin Marietta* se encargó de crear un sistema de control (una especie de *jetpack*) para que los astronautas no tuvieran que estar conectados todo el tiempo al vehículo espacial durante las caminatas. Además, desarrolló y monitoreó la *Magallean* (1989-1994), una sonda espacial creada para mapear la superficie de Venus.¹⁶⁸

Finalmente, con la unión de las dos compañías convirtiéndose en *Lockheed Martin*, el 16 de marzo de 1995, lograron una ampliación de las áreas en las que se desenvolvían, pues asociaron sus antiguos contratos y generaron importantes nuevos convenios con el gobierno estadounidense y avanzaron en el desarrollo de tecnología, investigación, diseño, control, apoyo, etc., tanto en la tierra, aire, espacio y ciberespacio. A partir de esta fusión se encargaron de brindar suministros y algunos componentes para la EEI (como los paneles de energía solar y un sistema de filtración de aire). En la actualidad, la empresa ha desarrollado satélites inteligentes enfocados a las telecomunicaciones, la meteorología y el GPS. Además, continúa evolucionando su línea de cohetes Atlas, así como las sondas enviadas a Marte en apoyo a la NASA (las cuales encontraron nitrógeno y agua). Aunado a ello, la compañía ha tomado un rol importante en el proyecto *Orion* que busca replicar las hazañas del programa Apolo, con la capacidad de llevar humanos a la Luna y otros cuerpos celestes; asimismo, se encarga del mantenimiento del *Hubble*, así como del diseño y desarrollo del *Spitzer Space Telescope* (2003), que tiene la misión de observar el universo desde el espectro infrarrojo.¹⁶⁹

¹⁶⁷ *Idem.*

¹⁶⁸ *Idem.*

¹⁶⁹ *Idem.*

2.1.2. New Space

Con la caída de la URSS la industria espacial comenzó a tomar un enfoque diferente para las empresas privadas, pues a la vez que las agencias espaciales incrementaron en número, también las compañías comenzaron a incursionar profundamente en la potencial comercialización del espacio, a pesar de no tener la experiencia y herramientas suficientes para alcanzarlo a corto plazo. Sin embargo, a partir de los años 90, las empresas empezaron a invertir más en el sector y para el nuevo siglo los países comenzaron a solicitar algunos de los servicios de estas compañías, principalmente, en cuanto al diseño y operación de los programas espaciales. Esto último se debió a que Estados Unidos, quien se encargaba de poner en órbita los transbordadores espaciales hacia la EEI, había fracasado en algunas de sus misiones, lo que significó una pérdida de suministros, tripulación, confianza e inversión.¹⁷⁰ Es por eso que esa tarea fue relegada para el proyecto *Soyuz* del gobierno ruso y fue utilizada para llevar al espacio ultraterrestre a otros países (aunque con la actual prueba de la *Crew Dragon*, *SpaceX* está desplazando a la agencia rusa).

Asimismo, con el fin de la GF, el entendimiento por el espacio exterior se amplió a más de meras cuestiones geopolíticas y geoestratégicas. Por ello, con el nuevo siglo se dio paso al llamado *New Space*:

[...] a veces llamado Space 2.0 o alt.space, es un término que surgió en los años 90 para referirse a un modelo de negocio para la realización de actividades espaciales. El modelo enfatiza la participación de las empresas privadas sobre las gubernamentales e incluye el desarrollo nuevos mercados a través de nuevas aplicaciones espaciales no consideradas por las agencias gubernamentales y las empresas tradicionales, entre las que se encuentran el turismo espacial, la colonización de otros planetas y la minería de asteroides, entre otras. Asimismo, el modelo *NewSpace* sigue los mismos pasos que la mayoría de las empresas innovadoras al considerar el fondeo de inversionistas ángeles e inversionistas de riesgo más que el utilizar fondos públicos para el desarrollo de sus proyectos.¹⁷¹

¹⁷⁰ Giancarlo Genta, *op cit.*, pp. 2-3.

¹⁷¹ Carlos Duarte Muñoz, "NewSpace la nueva frontera del desarrollo espacial nos traerá muchas sorpresas", [en línea], *Hacia el Espacio*, 1 de diciembre de 2016, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=433>, [consulta: 20 de mayo de 2019].

Este fenómeno se produjo a partir de la fundación de una mayor cantidad de compañías que se adentraron al pleno desarrollo del sector espacial. Así, existen varias diferencias entre las empresas nuevas y las más longevas, pero el contraste que parece ser más significativo es que las compañías que tienen menos tiempo de actividad se dedican enteramente al espacio y las experimentadas se desenvuelven en otras áreas. Es decir, muchas de estas no iniciaron con una industria aeronáutica, más bien partían del capital de una empresa ajena al campo aeronáutico o aeroespacial y se adentraban directamente a la industria espacial (lo que se podría entender como una convergencia tecnológica). Sin embargo, ambas han encontrado un negocio que a mediano o largo plazo puede ser rentable y en el cual vale la pena arriesgarse a invertir (Cuadro 4).

Cuadro 4 Inversiones espaciales de multimillonarios seleccionados

Billonario	Compañía	Inversión Espacial	Actividad
<i>Bill Gates</i>	Microsoft	Kymeta	Datos
<i>Jeff Bezos</i>	Amazon	Blue Origin	Lanzamiento
<i>Mark Zuckerberg</i>	Facebook	SETI	Datos
<i>Larry Page</i>	Google	Planetary Resources	Minería
<i>Sergey Brin</i>	Google	SpaceX	Lanzamiento/Datos
<i>Li Ka-Shing</i>	CK Hutchinson	Winward	Minería
<i>Ma Huateng</i>	Tencent	Moon Express	Lanzamiento
<i>Sheldon Adelson</i>	Las Vegas Sands	SpaceIL	Lanzamiento
<i>Paul Allen</i>	Microsoft	StratoLaunch	Lanzamiento
<i>Elon Musk</i>	Tesla	SpaceX	Lanzamiento/Datos
<i>Erick Schmidt</i>	Google	Planetary Resources	Minería
<i>Ricardo Salinas</i>	Grupo Elektra	One Web	Datos
<i>Richard Branson</i>	Virgin Group	Virgin Galactic	Lanzamiento
<i>Lynn Schusterman</i>	Samson Investment	SpaceIL	Lanzamiento
<i>Yuri Milner</i>	DST Global	Planet	Datos
<i>Marc Benioff</i>	SalesForce	Taranis	Datos

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 29

Cabe recalcar que el *New Space* no solamente se refiere a la comercialización del espacio ultraterrestre, pues como se ha visto en los apartados anteriores existen empresas que ya han lucrado con el sector desde hace bastante tiempo, más bien este término significa un cambio cultural y filosófico sobre la participación de la

iniciativa privada.¹⁷² Simboliza una apropiación de lo que el espacio ultraterrestre representaba para los Estados y ahora comienza a ser privatizado por compañías que si bien iniciaron con sueños sobre lo que se podría lograr, el fin último es la remuneración económica para una posterior expansión de servicios, productos, clientes e influencia.

Asimismo, algunas de las principales cuestiones por las que las empresas se introdujeron con mayor énfasis en el sector espacial se debieron a tres aspectos: la aparición de nuevos emprendedores que apostaron por la rentabilidad del sector; el cambio de la política espacial estadounidense con el *Commercial Orbital Transportation Services* (debido, entre otras razones, a los accidentes con los transbordadores *Challenger* en 1986 y *Columbia* en 2003, minimizando su confianza); y el Premio Anzari X que fue el primero de carácter privado que pretendía demostrar que las empresas también se podían desarrollar en el espacio por sus propios medios.¹⁷³ Así, desde finales del siglo pasado han existido varias empresas que pretendieron o pretenden lucrar con el espacio exterior, pues:

[...] las actividades comerciales crecían con proyectos más avanzados como VSATs y empresas como SkyTV, Iridium y Teledestic, [además] la primera ola de empresas NewSpace emergió en forma de Kistler Aerospace, Kelly Aerospace, Pioneer Spaceplanes y la Rotary Rocket Corporation, quienes tenían como objetivo atender ese nuevo mercado comercial y, al hacerlo, reducir específicamente el costo de lanzamiento, incrementar la cantidad de vuelos y proporcionar mejoras sustanciales en seguridad, confiabilidad y disponibilidad de vuelo.¹⁷⁴

Sin embargo, es necesario mencionar que la mayoría de estas primeras empresas no prosperaron al inicio del nuevo siglo, debió a que:

Las pasadas cinco décadas de actividad espacial, en gran medida, han sido conducidas por algunos problemas específicos como *seguridad nacional y la conservación de la base industrial*. En contraste, el lento crecimiento de empresas comerciales ha sido por restricciones de *mercado y contratos financieros*, más que a cualquier limitación básica de la tecnología disponible.

¹⁷² Véase: Chad Anderson, *op. cit.*, p. 3.

¹⁷³ Carlos Duarte Muñoz, "NewSpace la nueva frontera del desarrollo espacial nos traerá muchas sorpresas", *op. cit.*

¹⁷⁴ David Salt, "NewSpace-delivering on the dream", [PDF], Darmstadt, Alemania, *Elsevier*, 28 de septiembre de 2012, p. 2.

Como consecuencia, la diversidad e intensidad de las operaciones de vuelos espaciales, también han sido favorecidas por esas tendencias, aunque la manera en que se presentan tanto en el terreno como en el espacio ha sido radicalmente mejorada por los fenomenales avances en cómputo y software en el mismo periodo.¹⁷⁵

Es decir, las empresas seguían teniendo un lento desarrollo porque no existía el suficiente soporte económico como para desenvolverse en el sector, por lo que poco a poco fueron pereciendo en la industria. Además, otra de las causas de la desaparición de esa ola fue que ante la desintegración de la URSS (la cual era la única con la capacidad de competir y amenazar la seguridad nacional y hegemonía de Estados Unidos), el gobierno estadounidense se permitió reducir el presupuesto hacia I+D. Una decisión que mermó el campo de acción para la ciencia y tecnología en cierta medida y que en la industria espacial significó:

[...] una disminución en el número de compañías aeroespaciales en un 17% entre 1992 y 2002. En todo, durante la década de los 90, aproximadamente 50 significativas fusiones de negocios o adquisiciones fueron completadas. En el momento en que la ola de consolidación pasó, cinco grandes compañías controlaban la industria aeroespacial y de defensa: Boeing, General Dynamics, Lockheed Martin, Northrop Grumman y Raytheon.¹⁷⁶

Así, todavía existen algunas constantes en el espacio exterior, ya que varias de las actividades actuales todavía están relegadas a los servicios militares y civiles de comunicación, navegación y sistemas de observación. Además, están limitadas por las prioridades y contratos de los gobiernos, aunado a la competencia de alternativas terrestres y la baja elasticidad del mercado (altos precios y poco crecimiento del mercado) y los cuestionamientos sobre el costo de lanzamiento, disponibilidad y confiabilidad.¹⁷⁷

Finalmente, una segunda ola de nuevas empresas se comenzó a gestar a inicios del siglo XXI, principalmente en Estados Unidos. Muchas de esas compañías contaban con mayor aversión al riesgo y podían soportar los embates que la disminución del presupuesto al sector espacial por los EUA acarrearía; es decir, sus

¹⁷⁵ *Idem.*

¹⁷⁶ Ariane Cornell, "Five key turning points in the American space industry in the past 20 years: Structure, innovation, and globalization shifts in the space sector", [PDF], Austria, *Elsevier*, 2011, p. 2.

¹⁷⁷ David Salt, *op. cit.*, p. 2.

ingresos individuales eran capaces de costear por sí mismas sus misiones espaciales, aunque también tenían un cierto límite (como sucedió con la fundación de *SpaceX*). De esta generación se fundaron *SpaceX*, *Virgin Galactic* y *Blue Origin* empresas que actualmente son las más visibles debido a sus hazañas, su carácter mediático y su rivalidad con las compañías más longevas.

2.2. Los intereses de la iniciativa privada en el sector espacial

La democratización de muchos de los sectores económicos ha permitido que el desarrollo de estos tenga un mayor dinamismo y avance. Tal es el caso del sector espacial al cual, como se ha mostrado durante el primer capítulo, se le han sumado (por varios motivos) diversos actores con la intención de hacerse con lo que el espacio ultraterrestre podría ofrecer. Es así que el potencial que se observa en el espacio lo posiciona en una industria que en los siguientes años se va a desarrollar por empresas y Estados con múltiples actividades tanto al exterior como al interior de la Tierra.

En la actualidad, la utilidad que se le ha dado al espacio ultraterrestre ha radicado en la investigación, exploración, navegación satelital, observación de la tierra, el mar y el clima, misiones de rescate, teledifusión, entre muchas otras actividades, asimismo, como ya se mostró en el capítulo anterior, los satélites conforman tres cuartas partes de la economía espacial. Por ello, el sector espacial se ha globalizado y ya es un punto de interés que a mediano y largo plazo se verá todavía más impulsado por actores diferentes a los Estados.¹⁷⁸

Así, la idea de lucrar con el espacio exterior es inherente a las diversas dinámicas que se han llevado a cabo al interior de nuestro planeta, pues las prácticas de acumulación capitalista básicamente especulan con todo aquel espacio que le permita reproducirse para sobrevivir. Ejemplo de esto son las contradicciones del sistema capitalista actual, pues por un lado se aboga por un “capitalismo verde” que

¹⁷⁸ S/a, “¿Dónde nos llevará la tecnología espacial para el año de 2030, y qué significa esto para la vida en la Tierra?”, [en línea], *World Economic Forum*, 7 de marzo de 2017, dirección URL: <https://es.weforum.org/agenda/2017/03/donde-nos-llevara-la-tecnologia-espacial-para-el-ano-2030-y-que-significa-esto-para-la-vida-en-la-tierra/>, [consulta: 4 de octubre de 2018].

apoya la explotación de los diferentes espacios en una idea de lograr su sustentabilidad (es decir, una manera de explotación de bajo impacto), mientras que por el otro lado, grandes compañías como las mineras, alimentarias, petroleras, etc., depredan y despojan las riquezas naturales de la Tierra a gran velocidad y escala.

Sin embargo, el mismo sistema encuentra un cierto límite dentro de los recursos que el planeta puede ofrecer y por ello necesita de otros lugares para su extracción. Entonces, el siguiente paso es recurrir a los “beneficios” que el espacio ultraterrestre puede ofrecer, potenciados por el avance científico-tecnológico que desde el siglo pasado ha tenido grandes avances en otras áreas de la innovación, por lo que todavía debe ser dirigido con mayor énfasis hacia sector espacial.

Por lo anterior, las empresas han encontrado en el espacio exterior un nuevo modelo de negocios con intereses más rentables y atractivos que la mera exploración espacial y manufactura satelital. En cierto sentido, estas últimas son actividades que las agencias espaciales han realizado desde 1957 y pueden o no formar parte de los objetivos de compañías del *New Space*; aunque ciertamente son importantes para el desarrollo de la economía espacial, pues todavía conforman uno de los campos de interés para las empresas privadas, las cuales tienen la capacidad de hacer un mercado más competitivo en el espacio.

Finalmente, salir al espacio supone un mundo de posibilidades en cuanto al cambio de paradigma que representaría para las comunidades que existen en la Tierra, sin dejar de lado la disparidad entre clases que esto puede representar; todo aquello que la cultura significa será trastocado y modificado. Asimismo, la cantidad de actividades que se pueden llevar a cabo son inimaginables o poco creíbles en este momento, sin embargo, existen dos que se posicionan a mediano plazo para volverse una realidad: el turismo y la minería espacial.

2.2.1. El nuevo modelo de negocios

Para comenzar es necesario mostrar algunas cifras acerca de la evolución del sector espacial a través de las inversiones realizadas por las empresas privadas.

Por ello, según el reporte *Start-Up 2019* de *BRYCE* de 2000 a 2018 se ha atraído una inversión de alrededor de 21.8 mil millones de dólares de los cuales la mayoría se dio por el capital de riesgo con 8.4 mil millones de dólares principalmente generados en el periodo de 2013 a 2018, al igual que el capital de riesgo.¹⁷⁹ El siguiente cuadro muestra con mayor puntualidad los tipos de inversión en tres diferentes periodos.

Cuadro 5 Magnitud de inversiones basadas en tipo de inversión y periodo de tiempo

<i>Tipo de inversión</i>	2000-2006 (millones)	2007-2012 (millones)	2013-2018 (millones)	Total 2000-2018 (millones)
<i>Semilla/premio/subvención</i>	\$742	\$201.9	\$2 170.3	\$3 114.2
<i>Capital de riesgo</i>	\$327.9	\$519.6	\$7 543.5	\$8 390.9
<i>Capital privado</i>	\$234.2	\$1 300.8	\$301	\$1 835.9
<i>Adquisición</i>	\$0.0	\$584	\$3 098.3	\$3 682.3
<i>Oferta pública</i>	\$0.0	\$0.0	\$23.4	\$23.4
<i>Inversión Total</i>	\$1 304.1	\$2 606.3	\$13 136.4	\$17 046.8
<i>Financiamiento de deuda</i>	\$710	\$3 388.4	\$637.8	\$4 736.2
<i>Total, con deuda</i>	\$2 014.1	\$5 994.6	\$13 774.2	\$21 782.9

Fuente: Elaboración propia con datos de BRYCE space and technology, *Start-Up Space, Update on Investment in Commercial Space Ventures 2019*, [en línea], p. 4., dirección URL: https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Bryce_Start_Up_Space_2019.pdf, [consulta: 17 de octubre de 2019].

Cabe destacar que:

Desde el 2000, tres empresas espaciales de reciente creación han atraído inversión de más de un mil millones: se estima que Jeff Bezos ha invertido más de 2.3 mil millones en Blue Origin desde el 2000 (algunas fuentes colocan este total mucho más alto); Google, Fidelity y otros inversores han invertido más de 2.4 mil millones en SpaceX desde 2006; y SoftBank y otros inversores han invertido 1.7 mil millones en One Web desde 2015.¹⁸⁰

Asimismo, tan sólo en 2018 se dio un nuevo record de inversión con 3.2 millones de dólares, superando los 2.5 millones de 2017 y los 3 millones de 2016. La gran mayoría de la inversión de 2018 se hizo en SpaceX con 737 millones de dólares, distribuidos en tres partes y una en *Blue Origin* con 750 millones.¹⁸¹

¹⁷⁹ BRYCE space and technology, *Start-Up Space, Update on Investment in Commercial Space Ventures 2019*, [en línea], p. 4., dirección URL: https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Bryce_Start_Up_Space_2019.pdf, [consulta: 17 de octubre de 2019].

¹⁸⁰ *Ibid.*, p. 5.

¹⁸¹ *Idem.*

Por otra parte, este nuevo modelo de negocios tomó fuerza con las telecomunicaciones (recuérdese sub-apartado 1.4.), ya que se mostraron como el primer paso a la expansión de las actividades en el espacio (indistintamente si las realiza el sector público o privado), pues su desarrollo ha versado en la construcción y diseño de satélites de diversos tamaños y más sofisticados. Por ello, las telecomunicaciones han servido como canales muy útiles para el desarrollo de muchos sectores alrededor de todo el mundo. Sin embargo, así como tienen fines positivos también pueden ser utilizados para acciones negativas, por ejemplo: si bien es cierto que la militarización del espacio ultraterrestre está prohibida, el manejo de satélites espía resulta estratégico y benéfico para quienes ostenten la capacidad tecnológica para crear estos artefactos.¹⁸²

El siguiente paso lo tomó el turismo espacial tan pronto inició el siglo XXI, pues fue *Space Adventures* la empresa que se encargó de arreglar los contratos para que los turistas espaciales pudieran llegar a la Estación Espacial Internacional. En total son siete personas quienes han realizado este viaje orbital desde el 2001, siendo su costo de entre 20 a 50 millones de dólares y en total los viajes reúnen un tiempo aproximado de 80 días en órbita. Las personas fueron:

- El multimillonario estadounidense, Dennis A. Tito (28 de abril de 2001).
- El empresario sudafricano/inglés, Mark R. Shuttleworth (25 de abril de 2002).
- El empresario, ingeniero y científico estadounidense, Gregory Olsen (1 de octubre de 2005).
- La ingeniera iraní/estadounidense y patrocinadora del premio *Ansari X Prize*, Anousheh Ansari (18 de septiembre de 2006).
- El ingeniero y filántropo húngaro, Charles Simonyi (7 de abril de 2007- 26 de mayo de 2009).
- El diseñador de videojuegos británico/estadounidense, Richard Garriott (12 de octubre de 2008).
- El empresario canadiense y director del *Cirque du Soleil*, Guy Laliberté (30 de septiembre de 2009).¹⁸³

¹⁸² S/a, “El espionaje de EE.UU reduce a la nada la privacidad”, [en línea], *RT .com*, 28 de octubre de 2014, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/145129-satelites-eeuu-espionaje-vulnerable-privacidad>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

¹⁸³ Cfr. Yi-Wei Chang, *op. cit.* p. 2.

Así, con Dennis Tito como el primer turista espacial, las estimaciones sobre el potencial que este nuevo negocio podría generar no se hicieron esperar, pues según:

[...] el estudio sobre el mercado del turismo espacial de la Corporación Futron publicado en 2002, tanto el OST [*Orbital Space Tourism*] y el SST [*Suborbital Space Tourism*] son mercados prometedores. Predice que para 2021, el OST podría tener 60 pasajeros creando 300 millones de dólares en ingresos anualmente, mientras el SST podría tener 15 000 pasajeros produciendo 700 millones de dólares anualmente.¹⁸⁴

De esta manera, el turismo espacial se ha visto como una buena inversión, pues con el paso del tiempo y la consolidación de una industria a su alrededor las ganancias serían muy grandes, especialmente si son empresas pioneras, pues el prestigio y la experiencia serían interesantes para los posibles clientes. Por lo tanto, el crecimiento del turismo espacial se puede comprar con el existente en la Tierra, pues:

Datos recientes de la OMT [Organización Mundial de Turismo] indicaron la fuerza del potencial económico del turismo espacial. En 2012 la industria global de turismo tuvo un valor estimado de 11.5 billones de dólares por año. Con un potencial mercado multimillonario, el buen desarrollo científico y operacional know-how de un negocio de turismo espacial completamente establecido podría claramente proveer motivación para la investigación industrial en el sector del turismo espacial en el futuro. En 1994, se esperaba que el número anual global de turistas espaciales podría ser alrededor de 500 000 si el precio fuese de 100 000 dólares. Esto podría representar ingresos de 50 mil millones de dólares anuales.¹⁸⁵

A pesar de que las estimaciones se basan principalmente en el ámbito monetario, también “[...] hay cuatro razones fundamentales por las que es importante que el turismo espacial se convierta en una larga y dinámica actividad espacial: (1) como un fin en sí mismo; (2) como un medio para lograr otros fines espaciales; (3) como un facilitador de otras actividades espaciales; y (4) como una clara expresión del carácter de nuestra sociedad”.¹⁸⁶ De esta forma, el primero se refiere a la demostración de las capacidades humanas para llevar a cabo una tarea de este

¹⁸⁴ *Ibid.*, p. 3.

¹⁸⁵ *Ibid.*, p. 5.

¹⁸⁶ *Ibid.*, p. 3.

tipo; la segunda busca la implementación de objetivos que puedan ayudar al desarrollo de la industria espacial en sí, que se podría asemejar a lo que la economía espacial se refiere; la tercera pretende apoyar a las actividades realizadas fuera de la Tierra, como si se tratara de un clúster; la cuarta expresa la importancia de que los seres humanos salgamos del planeta, pues los beneficios, no solo monetarios, sino, culturales, científicos, sociales, políticos, ambientales, etc., podrían ser mucho mayores.

Cuadro 6 Resumen de los servicios existentes y planeados de turismo espacial

<i>Distancia de la Tierra</i>	Destino	Compañía	Vehículo	Primer vuelo	Asientos disponibles para clientes	Cientes registrados (fin de 2018)	Precio por asiento
300 000 km	Espacio profundo	SpaceX	Big Falcon Starship (BFS) lanzado en el cohete BFR	Ca. 2023	n.a.	1	n.a.
		Blue Origin	New Glenn	Ca. 2023	Por determinar	n.a.	Por determinar
400 km	Órbita baja de la Tierra	Roscosmos	Cápsula Soyuz	2001	1	7 (2001-09), 2 registrados para 2021	20-40 millones de dólares
		Boeing	CST-100 Starline cápsula de tripulación	Estimado 2019-20	1	n.a.	58 millones de dólares (por la NASA)
		SpaceX	Cápsula Crew Dragon	Estimado 2019-20	1-3	n.a.	58 millones de dólares (por la NASA)
		Axiom Aerospace	Turistas están en Estación Espacial Internacional. Vehículo sin En desarrollo especificar	2020	n.a.	n.a.	55 millones de dólares
		Sierra Nevada	Dream Cheaser, Vehículo de lanzamiento vertical y aterrizaje horizontal	En desarrollo	7	n.a.	n.a.
100 km	Viaje Suborbital	Virgin Galactic	SpaceShip Two, vehículo aerotransportado de lanzamiento y aterrizaje horizontal	Estimado 2019	6	600	250 000 dólares
		Blue Origin	New Shepard, vehículo de lanzamiento y aterrizaje vertical	Estimado 2019	6	Boleto comienza a venderse en 2019	Por determinar

Fuente: OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 90.

Cabe mencionar que, si bien el turismo espacial presencial solamente ha sido realizado por siete personas, existen otras alternativas para realizar esta actividad a un menor costo, como el turismo espacial virtual y el turismo astronómico. El primero se refiere a la interacción con dispositivos tecnológicos que permitan la inmersión de las personas en el espacio ultraterrestre a través de satélites especiales para experimentar los diversos fenómenos que se presentarían como si la persona estuviese en órbita. *SpaceVR* es la compañía que apuesta por este mercado (había contratado a *SpaceX* para lanzar uno de sus satélites).¹⁸⁷ El segundo se refiere a la observación del espacio por medio de telescopios y observatorios en regiones del mundo en las que sus características físicas permitan la ver las estrellas y otros acontecimientos astronómicos. Algunos de los lugares en que se pueden llevar a cabo estas actividades son: la Península de Iveragh en Irlanda, las Islas Canarias en España, el Gran Lago Alqueva en Portugal, entre otros.¹⁸⁸

Por otro lado, a pesar de que la minería espacial es una actividad que parece ser muy lejana y difícil de llevar a cabo, existen algunas empresas que ya se plantean lograr esta tarea con la mayor ganancia posible. De esta manera, las estimaciones que se han realizado sobre la cantidad de metales industriales y preciosos muestran que:

[...] un asteroide metálico relativamente pequeño con un diámetro de 1.6 km puede contener más de \$20 billones de dólares de metal industrial y precioso y un pequeño asteroide M-Type (1 km de diámetro) puede contener más de dos mil millones de toneladas métricas de mineral de hierro y níquel, i.e. dos o tres veces la producción anual de 2004. El asteroide 16 Psyche se cree que contiene 1.7×10^{19} kg de hierro y níquel, lo cual podría suministrar la producción mundial por varios millones de años. El platino de un asteroide de 30 metros vale de 25 a 50 mil millones de dólares, pero extraer tales

¹⁸⁷ Alice Bonasio, "The Startup that wants to use Virtual Reality to make the world a better place (from space)", [en línea], *Forbes* .com, 6 de junio de 2018, dirección URL: <https://www.forbes.com/sites/alicebonasio/2018/06/06/the-startup-that-wants-to-use-virtual-reality-to-make-the-world-a-better-place-from-space/#1d6483952e56>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

¹⁸⁸ S/a, "10 destinos perfectos para hacer turismo astronómico", [en línea], *Muy Interesante* .com, dirección URL: <https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/10-destinos-perfectos-para-hacer-turismo-astronomico/peninsula-de-iveragh-irlanda>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

cantidades de metales preciosos podría bajar su precio, haciendo esas estimaciones muy optimistas.¹⁸⁹

Estas valoraciones son muy prometedoras y en un principio pueden llegar a ser suficientes para regular la explotación minera que se lleva a cabo en la Tierra, sin embargo, a largo plazo la abundancia en este sector generaría que otros sectores productivos también se permitieran un excedente y crecimiento.

Finalmente, cabe recordar que:

[...] una segunda ola de compañías NewSpace ha comenzado a surgir que representan un intento de cambio de paradigma poniendo un gran énfasis en las empresas que en las actividades del gobierno. Creen que la mejor manera para hacerlo es estimulando los mercados nuevos o existentes para impulsar y sostener su crecimiento, primeramente, a través del poder de las empresas comerciales. Además, como el problema de lanzamiento se ha visto como el factor común que limita el crecimiento actual y futuro, la mayoría ha elegido abordar este problema primero; su último objetivo es reducir costos específicos de lanzamiento por orden de magnitud inferior de \$100/kg a la LEO, el punto dónde se espera que se desencadene un crecimiento significativo en todos los sectores del mercado.¹⁹⁰

Esto último también incluye a las compañías más grandes y longevas.

2.2.2. Los riesgos y beneficios

Actualmente, son bastantes los beneficios que ha mostrado el desarrollo del sector espacial en diferentes áreas (muchos de ellos se han mostrado en el apartado 1.4.1.), sin embargo, también hay riesgos que se deben atender antes de considerar salir más allá de la órbita terrestre. Por ello, es importante presentar los más destacados en las siguientes líneas, principalmente estos últimos (dejando de lado los múltiples accidentes que se han expuesto), subrayando las cuestiones medioambientales.

Para comenzar, cuando se realizan actividades en el espacio ultraterrestre el cuerpo humano resulta afectado de una u otra manera, por ejemplo: los huesos sufren una descalcificación y reducción de masa ósea, mientras la columna vertebral tiende a

¹⁸⁹ Giancarlo Genta, *op. cit.*, p. 5.

¹⁹⁰ David Salt, *op. cit.*, p. 3.

estirase por la disminución de gravedad; la atrofia muscular hace que las extremidades pierdan volumen y el corazón se debilita; la micro gravedad permite que los líquidos corporales se redistribuyan causando que la cabeza se hinche y se lleguen a presentar cefaleas; entre otras afecciones al organismo.¹⁹¹ Sin embargo, la radiación cósmica es la que actualmente presenta mayor preocupación.

La radiación es uno de los principales riesgos que hay al momento de salir al espacio por tiempos prolongados, pues a pesar de llevar trajes espaciales compuestos de materiales como Dacrón y Kevlar, la radiación cósmica es lo suficientemente dañina como para afectar a la salud de las personas en todo el cuerpo. En este caso las células del cuerpo se ven modificadas y la gran mayoría sufren daños irreversibles, como en las cuestiones reproductivas. Según un estudio financiado por la NASA y realizado por el Centro Médico de la Universidad de Georgetown, en el que se expuso a ratones de laboratorio a bajas dosis de radiación por iones pesados (rayos X) para imitar la radiación a la que se exponen los astronautas en el espacio ultraterrestre, se descubrió que los roedores sufrieron daños permanentes y crearon células cancerígenas en sus tractos gastrointestinales, impidiendo la absorción de nutrientes; es necesario mencionar que el experimento solamente se realizó con algunos órganos.¹⁹²

Lo anterior es principalmente riesgoso para los próximos viajes tripulados a Marte, ya que llegar hasta el planeta vecino cuesta mucho más tiempo que ir a la Luna, pues en el primero se tardaría alrededor de nueve meses y la segunda sería de tres días y se estima que la radiación podría reducir en dos años y medio la vida de los astronautas. Por ello hay una preocupación porque no hay algún referente médico que permita contrarrestar esa radiación; sin embargo, se recomienda el uso de agua

¹⁹¹ Abraham Alonso, "10 consecuencias de viajar al espacio", [en línea], *Muy Interesante* .com, dirección URL: <https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/10-consecuencias-de-viajar-al-espacio-181466496188>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

¹⁹² Lauren Kent, "Los viajes largos al espacio podrían destruir el estómago de los astronautas y causar cáncer, según estudio financiado por la NASA", [en línea], *CNN* .com, 2 de octubre de 2018, dirección URL: https://cnnespanol.cnn.com/2018/10/02/los-viajes-largos-al-espacio-podrian-destruir-el-estomago-de-los-astronautas-y-causar-cancer-segun-estudio-financiado-por-la-nasa/?fbclid=IwAR0xVLqg3vvicBkZtKl_wqthMDTlvOcvqPNuU-e0_tSk5VwrnLYPqxJnfHY, [consulta: 17 de octubre de 2019].

con propiedades especiales que puedan proteger a las personas durante el viaje, además se sugiere el uso de bolsas de dormir de agua con gel o gránulos de polietileno.¹⁹³ “Se cree que las posibilidades de desarrollar cáncer terminal en una misión a Marte son de un 30%”.¹⁹⁴ Por lo anterior, los experimentos e innovación deben de ser estimulados.

Cuadro 7 Escombros espaciales en números

Número de lanzamientos desde el comienzo de la era espacial en 1957	Alrededor de 5 400
Número de satélites colocados en la órbita de la Tierra	Alrededor de 8 900
Número de satélites en la órbita de la Tierra	Alrededor de 5 000
Número de satélites operacionales	Alrededor de 1 900
Número de escombros que la Red de Vigilancia Espacial de los EUA rastrea y regularmente mantiene en su catalogo	Alrededor de 23 200
Número estimado de rupturas, explosiones y colisiones eventos resultando en fragmentación	Más de 500
Masa total de todos los objetos espaciales en la órbita de la Tierra	Alrededor de 8 400 toneladas
Numero de escombros estimados por modelos estadísticos en órbita	34 000 objetos > 10 cm 900 000 objetos de 1 cm a 10 cm 128 millones de objetos de 1 mm a 1 cm

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, p. 104

Aunado a lo anterior se debe pensar en lidiar con las cuestiones sociales, pues las personas que, por ejemplo, se embarquen en un viaje a Marte, pueden presentar trastornos psicológicos por vivir largo tiempo en un espacio tan reducido como es algún vehículo espacial y con las mismas personas. También, es necesario prestar atención a los micro meteoritos, el desarrollo de nuevos trajes espaciales, las temperaturas extremas, el comportamiento de los virus y bacterias en el espacio ultraterrestre, etc. Asimismo, existen algunas otras amenazas para el espacio que provienen de las mismas personas, un ejemplo claro es la pandemia mundial por Coronavirus, la cual ha detenido a más de la tercera parte de la población mundial

¹⁹³ S/a, “La radiación acortará en dos años y medio la vida de los tripulantes que vuelen a Marte”, [en línea], RT .com, 10 de diciembre de 2018, dirección URL: https://actualidad.rt.com/actualidad/298652-radiacion-durante-vuelo-marte-puede-reducir-vida?fbclid=IwAR0J4vdnNuiBvsgjaqxjFGH96C2FyrwBCN4fKZs2ISyKGukMaQzYsX_7PI, [consulta: 17 de octubre de 2019].

¹⁹⁴ S/a, “Los peligros invisibles de viajar al espacio”, [en línea], BBC News .com, 25 de noviembre de 2014, dirección URL: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/11/141125_peligros_viajar_espacio_lp, [consulta: 17 de octubre de 2019].

y con ello ha aplazado proyectos y lanzamientos espaciales de agencias espaciales como la NASA o la ESA.¹⁹⁵

Otra de las cuestiones primordiales, de la que no se han realizado estudios, es la cantidad de contaminación que generan los lanzamientos espaciales, ya que liberan químicos como dióxido de carbono, agua, carbono, hollín y aluminio en el aire. La falta de investigación podría deberse a que la cantidad de vuelos espaciales todavía no es significativa en su impacto para el medio ambiente de la Tierra y la atmósfera. Sin embargo, ha sido más discutido el tema de la basura espacial (Cuadro 6), pues “[...] la contaminación que aqueja el medio ambiente espacial puede limitar o poner fin a los servicios satelitales, de monitoreo, investigación, comunicación, [futuras misiones], etcétera, amén del posible daño a la Estación Espacial Internacional o a los astronautas/cosmonautas/taikonautas.”¹⁹⁶

Un estudio efectuado por la Agencia Espacial Europea (AEE), que cuenta con una oficina dedicada a la basura espacial (*Space Debris Office*) revela que en el espacio que circunda la Tierra había, a finales de la década pasada cerca de 10 mil piezas con un tamaño, en promedio, de 10 centímetros, que justamente forman parte de la basura espacial –estimada en más de 22 mil objetos. El organismo estimaba que 52 por ciento de los objetos que orbitan el planeta Tierra son naves obsoletas, restos de cohetes y otros objetos desprendidos durante las misiones espaciales, al igual que satélites inoperantes. Cuando una nave es lanzada al espacio, algunos restos no regresan a la atmósfera y se quedan orbitando a velocidades que superan los 27 kilómetros por hora. [...] Hacia julio de 2015, el inventario que se tenía era ya de 17 729 objetos catalogados.¹⁹⁷

Sin embargo, el caso del medio ambiente en la Tierra también puede verse beneficiado, ya que es aquí donde el cuestionamiento sobre la explotación de los cuerpos celestes podría ser favorable, pues se plantea que la cantidad de recursos extraídos ayudará al crecimiento económico e impulsará al desarrollo de tecnología que por falta de recursos era difícil de lograr. Además, la generación de nuevos

¹⁹⁵ Para más información véase: María Cristina Rosas, “La Seguridad Espacial y el Coronavirus”, [en línea], *Hacia el espacio* .com, 31 de marzo de 2020, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=1079>, [consulta: 20 de mayo de 2020].

¹⁹⁶ María Cristina Rosas; Luis Ismael López Salas, *op. cit.*, p. 148.

¹⁹⁷ *Ibid.* pp. 148-149.

empleos es otra de las ventajas que no siempre se pueden prever a simple vista.

Por ello:

Como [Gerard] O'Neil se dio cuenta en la década de 1960, en una civilización espacial muchas actividades y trabajos serían transferidos de la Tierra al espacio, permitiendo una riqueza sin precedentes y un alivio a la presión en el medio ambiente de la Tierra. Esos son los pilares de la Opción Espacial.¹⁹⁸

Finalmente, es necesario aclarar que la ciencia y exploración del espacio se puede beneficiar de privatizar la industria espacial a las empresas, pues existen ventajas como:

[...] un decremento en los costos de la exploración espacial y, sobre todo, la posibilidad de mantener los compromisos a largo plazo, sin los frecuentes cambios de objetivos y prioridades impuestas por la política.

Para hacer este enfoque a la exploración posible son dos las condiciones requeridas: un decremento del costo general de los viajes espaciales y la identificación de modelos de negocios con mercados relacionados [...], [además], requiere una retroalimentación legislativa y un conjunto de incentivos, sin el cual ningún privado puede invertir en este negocio.¹⁹⁹

Con ello se espera que los experimentos de investigadores y científicos tengan objetivos bien definidos y no estén sujetos a los programas espaciales de los Estados. Se pretende abrir este campo positivo para que los estudiosos en la materia puedan interactuar directamente con su objeto de estudio (o por lo menos acercarse a este), tal como lo puede hacer un químico en un laboratorio.

Aunado a lo anterior, cabe agregar que:

En 2012, la NASA había documentado alrededor de 1800 tecnologías desarrolladas en varios sectores tales como salud y medicina, transportación, prácticas y materiales de producción, o tecnologías computacionales. De la misma manera, en Europa se ha documentado las transferencias de tecnologías de las aplicaciones espaciales, hacia sectores diversos que se encuentran más allá del sector espacial, las cuales incluyeron, por ejemplo: los sistemas de purificación de aire para cuidados intensivos en hospitales; la vigilancia para radar en túneles de roca está coadyuvando en la mejora de la seguridad de los mineros, y de la misma forma esta perfeccionando materiales para una amplia variedad de

¹⁹⁸ Giancarlo Genta, *op. cit.*, p. 6.

¹⁹⁹ *Ibid.*, p. 2.

productos deportivos que van desde los yates de carreras hasta el calzado deportivo.²⁰⁰

Así, retomando el ejemplo de la medicina, es más visible que con la tecnología espacial se han realizado avances en: micro cápsulas para tratar el cáncer, brazos quirúrgicos, investigaciones biológicas de patógenos, etc.²⁰¹ Básicamente es un paso transversal en diferentes sectores y disciplinas.

2.3. El espacio como lugar de comercialización más viable para las empresas que para los Estados

Desde el inicio de la carrera espacial, las empresas aeroespaciales brindaron su apoyo y conocimiento para poder lograr los objetivos que Estados Unidos se propuso y estaban obligadas a desarrollarlos por la presión de la coyuntura, pero eran relegadas a un segundo plano, pues a pesar de que sus actividades eran importantes no tenían un verdadero control o administración de las misiones que llevaban a cabo. Sin embargo, aunado a la llegada del *New Space*, los accidentes hicieron que esto comenzara a revertirse en ciertos casos, pues se perdían recursos de todo tipo.

Por lo anterior, sumado al accidente con el *Challenger* después de su lanzamiento en 1986 otros siniestros sucedieron, por ejemplo: en 1995 con el satélite *Apstar 2* y el cohete *Long March 2E* que no pudieron ser lanzados debido a un fallo; también los satélites *Intelsat 708* que explotaron después de su despegue en un cohete *Long March 3B* a principios de 1996.²⁰² Asimismo, en cuanto a los transbordadores de la NASA, el *Columbia* junto a su tripulación conformada por siete astronautas tuvo un accidente en su reingreso a la Tierra en 2003, causando el deceso de los pasajeros y la nave y que el programa espacial estadounidense se detuviera por alrededor de dos años.²⁰³ Además:

Cinco lanzamientos fallidos ocurrieron en 2017. El año comenzó con el lanzamiento inaugural de SS-520-40 de Japón un vehículo designado para llevar cuatro kilogramos (8.8 libras) a la LEO. Se perdió poco después del

²⁰⁰ María Cristina Rosas; Luis Ismael López Salas, *op. cit.*, p. 162.

²⁰¹ S/a, "Lo que le debemos a la Estación Espacial Internacional", *op. cit.*

²⁰² Ariane Cornell, *op. cit.*, p. 3.

²⁰³ Cfr. Boeing, *Boeing: Historical Snapshot, Space Shuttle Orbiter*, *op. cit.*

lanzamiento. En mayo, la primera prueba del vehículo Electron de lanzamiento orbital de Rocket Lab terminó en una falla. Aunque la compañía inmediatamente identificó el problema en un falló en el equipo de tierra más que en el vehículo. En julio, China perdió el Long March 5A, destruyendo su carga Shijian 18. La Organización India de Investigación Espacial (ISRO), experimentó una falla de lanzamiento del PSLV en agosto, dejando en tierra el vehículo por el resto del año. Finalmente, una Soyuz 2.1b falló al desplegar sus 19 cargas, aparentemente debido a un error de codificación con el software de operación a bordo de la etapa superior Fregat del vehículo.²⁰⁴

Estos incidentes, junto a otros tantos, fueron algunas de las causas por las que se comenzó a dotar de más participación a las empresas privadas en el sector espacial y se concibió que estas últimas podrían tener un papel diferente en el desarrollo de las misiones espaciales.

Por otro lado, se debe retomar la importancia del sector económico para la transición y unión de las actividades espaciales entre los sectores público y privado. Por lo tanto, es necesario recalcar que tan solo para los EUA:

[...] el lanzamiento de vehículos que históricamente ha sido más usado para las misiones científicas orbitales de la NASA –la Pegasus, Atlas y cohetes Delta- desde fines de los años 90 tienen cada vez más el doble de costo. Solía costar alrededor de 15 millones de dólares para lanzar una pequeña misión a bordo de un cohete Pegasus; el costo actual es más de 40 millones de dólares. Y el precio de cohetes de alta gama que pueden llevar grandes cargas –llamados levantadores pesados como el Atlas V- han pasado a más o menos de 150 millones de dólares a 350 millones.²⁰⁵

Sin embargo, según algunas estimaciones, “[...] SpaceX baja[ría] los costos a 100 millones con el FH [Falcon Heavy] y salva[ría] entre 2 y 3 mil millones de dólares en alrededor de 5 años”.²⁰⁶ Esto es posible debido a la innovación y la sustentabilidad que ofrece la empresa con su familia de cohetes reutilizables y el bajo costo que implica su desarrollo y utilización.

Ciertamente, ocurre un fenómeno similar al de los Estados, pues, también las empresas privadas de alguna manera están limitadas por sus recursos, lo que genera que sean unas cuantas las que alcancen un nivel desarrollo tal para que

²⁰⁴ Véase: Federal Aviation Administration, *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018*, [PDF], Estados Unidos, enero de 2018, p. 9.

²⁰⁵ Alan Stern, “The low-cost ticket to space”, [PDF], *Scientific American*, vol. 308, no. 4, abril de 2013, p. 6.

²⁰⁶ *Idem*.

puedan crear su propia infraestructura, componentes y materiales; sin embargo, a mediano y largo plazo las actividades de la iniciativa privada aumentarán en el sector; se convertirán en una extensión del sistema capitalista actual. Es por ello que esta tesis se refiere a la empresa *SpaceX*, la cual tiene las características necesarias para lucrar con el espacio ultraterrestre (esas especificidades serán tratadas con mayor claridad en el capítulo tres).

Finalmente, es necesario reconocer que la privatización de las actividades espaciales va a ser un hecho a medio plazo, es decir, alrededor de 20 o 30 años; esto dependerá del nivel de competitividad e innovaciones que genere, así como del aumento de las inversiones. De esta forma, para un desarrollo pleno del sector privado en el espacio, se necesitan competidores con las capacidades y el conocimiento técnico y científico suficiente como para impulsar una contienda entre distintas compañías y que estas mismas tiendan a evolucionar en su organización, costos, confiabilidad, productos y servicios. Por lo tanto, la diversidad en los actores que han surgido desde el inicio del siglo y las nuevas tecnologías están haciendo posible ese escenario, en donde las empresas muestran una ventaja significativa y su unión o sobre posición a los Estados comienza a gestarse.

2.3.1. La apropiación e intenciones de utilización del espacio por particulares

Es necesario hacer un breve recuento sobre las distintas maneras en las que particulares y empresas intentan lucrar o apropiarse del espacio ultraterrestre. De esta manera, se mostrará a las compañías que se dedican totalmente al espacio exterior y que están apuntado a actividades más allá de las planteadas por cualquier programa espacial o gobierno.

- El caso de Denis Hope fue uno de los primeros en ser documentado, ya que durante la década de 1980, comenzó a enviar cartas al gobierno de Estados Unidos, la URSS y Naciones Unidas en las que se adjudicaba como el propietario de la Luna y el Sistema Solar como tal. De esa manera, comenzó a vender terrenos en la Luna mediante su empresa, “Embajada Lunar”, con

la que se volvió millonario. Sin embargo, dentro del tratado sobre el espacio ultraterrestre y otros cuerpos celestes de 1967 se entiende que las personas al formar parte de un Estado se rigen bajo este mismo y por lo tanto no pueden deslindarse de lo establecido en el acuerdo; es decir, se invalida la propiedad de la Luna y los otros cuerpos celestes por Denis Hope, pues el mismo tratado prohíbe la apropiación y militarización del espacio por cualquier ente estatal.²⁰⁷

- *Axiom Space*, es una empresa que busca llenar el vacío que dejará la Estación Espacial Internacional en 2024 mediante la creación de una propia estación, la cual permita un impulso a la transición de la industria espacial al sector privado y la continuidad de los experimentos e investigaciones que se realizan en la EEI. Asimismo, considera importante hacer que el trabajo en el espacio se vuelva una actividad común en la vida de los seres humanos, aludiendo a su experiencia en la industria.²⁰⁸
- *B612 Foundation*, es una organización privada que tiene la intención de defender a la Tierra de los posibles impactos de asteroides, así como de informar sobre las decisiones en defensa planetaria; considera que la protección de la Tierra se puede realizar por medio de telescopios espaciales. Asimismo, busca brindar accesibilidad y apertura de la información.²⁰⁹
- *Bigelow Aerospace*, empresa fundada en 1999 por Robert Bigelow con el objetivo de desarrollar plataformas espaciales comerciales seguras, sostenibles y de bajo costo para la órbita de la Tierra y la Luna. Su principal misión es desarrollar estaciones espaciales con la capacidad de expandirse en el espacio y que sean la base para los próximos hoteles espaciales, además, pretende construir un módulo capaz de alcanzar a la EEI.²¹⁰

²⁰⁷ Martha Mejía, *Propiedad privada y soberanía en el espacio*, op. cit., pp. 3-15.

²⁰⁸ Axiom Space, *Axiom Space*, [en línea], dirección URL: <https://axiomspace.com/>, [consulta: 5 de octubre de 2019].

²⁰⁹ B612 Foundation, *B612*, [en línea], dirección URL: <https://b612foundation.org/>, [consulta: 20 de noviembre de 2019].

²¹⁰ Bigelow Aerospace, *Bigelow Aerospace*, [en línea], dirección URL: <http://www.bigelowaerospace.com/>, [consulta: 19 de marzo de 2019].

- *Blue Origin*, es una de las empresas que es más relevante dentro del desarrollo del sector espacial actual. Fue fundada por Jeff Bezos, que también es dueño de *Amazon*, quien ha mostrado entusiasmo por llevar a los humanos más allá de la Tierra por medio de sus naves el *New Shepard* (2015) y el *New Glenn* en las que seis personas

Ilustración 7 Blue Moon



Fuente: Blue Origin, *Blue Origin*, [en línea], dirección URL: <https://www.blueorigin.com/latest/gallery>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

- podrán hacer un viaje suborbital; además, se encuentra en desarrollo un aterrizado lunar, el *Blue Moon*. La importancia de su tecnología es la reutilización, lo que hace los costos de lanzamiento mucho más baratos.²¹¹
- *Bradford Space*, fundada en 1984 comenzó como una empresa que se encarga del desarrollo de *gloveboxes*, contenedores en los cuales los científicos pueden realizar experimentos en el espacio de manera segura. Además, lleva a cabo la construcción de sistemas de propulsión no tóxicas, misiones en el espacio profundo y sistemas de control. En 2017 adquirió ECAPS y en 2018 *Deep Space Industries*.²¹²
- *Celestis*, es una empresa privada que se dedica a los funerales espaciales desde 1994; por 2 495 ó 12 500 dólares (dependiendo del servicio solicitado) puede lanzar las cenizas de las personas a la órbita espacial, la Luna o más allá. Ha conseguido dar “sepultura” a restos humanos en nuestro satélite natural a petición de la NASA. Hasta el momento ha completado 16 vuelos espaciales para alrededor de 1000 familias de más de 20 países.²¹³

²¹¹ Blue Origin, *Blue Origin*, [en línea], dirección URL: <https://www.blueorigin.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

²¹² Bradford Space, *Bradford*, [en línea], dirección URL: <http://bradford-space.com/index.php>, [consulta: 8 de octubre de 2019].

²¹³ Celestis, *Celestis: Memorial Spaceflights*, [en línea], dirección URL: <https://www.celestis.com/>, [consulta: 21 de marzo de 2019].

- *China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC)*, fundada en 1999, es un grupo empresarial estatal que se encarga de llevar a cabo la política espacial de la República Popular China y colocarla como una potencia en el sector por medio de 8 complejos de I+D (universidades principalmente), 11 empresas especializadas, 13 empresas cotizadas y una serie de unidades directamente afiliadas (como la CGWIC que es la subsidiaria que se encarga del desarrollo de lanzamientos espaciales). Por ello se encarga de todas las tareas relacionadas con el espacio ultraterrestre como: programas científicos, y técnicos; exploración de la Luna, Marte y asteroides; mantenimiento de vehículos espaciales; red de información integrada; cuestiones sobre cooperación espacial; entre otras tareas.²¹⁴
- *Elysium Space*, es una empresa la cual es capaz de poner en órbita por algunos días las cenizas de las personas; los familiares, seres queridos o amigos pueden observar el recorrido que lleven a cabo dichos restos para después entrar a la atmósfera terrestre y así ser incinerados bajo el calor de su reingreso a la Tierra, llegando a generar la ilusión de ser una estrella fugaz.²¹⁵
- *Exos Aerospace Systems & Technology*, es una empresa que se dedica al desarrollo de cohetes reutilizables. Ha logrado utilizarlos para cumplir con algunos contratos con la NASA. Fue fundada en 2014 con base a los conocimientos y experiencias de los empleados de *Armadillo Aerospace*, una compañía que compitió en el *Ansari X Prize* bajo la dirección del desarrollador de videojuegos, John Carmak.²¹⁶
- *Gateway Foundation*, es una empresa que tiene la intención de construir la Estación Espacial Von Braun y el puerto espacial *Gateway*, los cuales pretenden albergar a investigadores y turistas para que puedan experimentar gravedad artificial a través de una sofisticada estructura giratoria. Cabe

²¹⁴ CASC, *China Aerospace Science and Technology Corporation*, [en línea], dirección URL: <http://english.spacechina.com/n16421/index.htm>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

²¹⁵ Elysium Space, *Elysium Space*, [en línea], dirección URL: <http://elysiumspace.com/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

²¹⁶ Exos Aerospace, *exos Aerospace Systems & Technologies*, [en línea], dirección URL: <https://exosaero.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

mencionar que se espera que *SpaceX* sea quien lleve los componentes de los proyectos a la órbita. Su actual presidente es John Blincow.²¹⁷

- *Glavkosmos*, es una empresa subsidiaria de la agencia *Roscosmos* y la *International Space Company Kosmotras* (un proyecto conjunto entre Rusia, Ucrania y Kazajistán), fundada en 1985 como una división del Ministerio de Ingeniería de la URSS. Desde 2012 se convirtió en la principal integradora de los contratos de todas las compañías rusas envueltas en el programa de Rusia-Europa con las *Soyuz*. Una de sus principales filiales es la *GK Launch Services* (también rusa) y es parte del desarrollo de lanzamiento del programa de satélites *OneWeb*.²¹⁸
- *Google Lunar X Prize*, un concurso que reunió a la iniciativa privada y el sector académico con el fin de mandar una sonda a la Luna y poner un *rover* en su superficie. El objetivo principal es que el vehículo pueda recorrer 500 metros, tomar muestras y transmitir imágenes en alta definición de la superficie lunar. Sin embargo, no se pudo concluir en el plazo establecido (2007-2018), pues las empresas participantes no contaron con las capacidades suficientes para realizar dicha tarea, por ello las condiciones para continuar con la competencia fueron modificadas.²¹⁹ La sonda israelí *Baresheet* de *SpaceIL*, continuó con la misión a pesar de que esta ya había terminado la competencia, aunque sus esfuerzos no rindieron frutos pues terminó estrellando en la superficie lunar en abril de 2009. Fue lanzada por el *Falcon 9* de *SpaceX*.²²⁰
- *Iridium*, es una empresa de comunicaciones que pretende tener la capacidad de cubrir casi el 100% de la superficie de la Tierra con su constelación de 66

²¹⁷ Gateway Foundation, *The Gateway Foundation*, [en línea], dirección URL: <https://gatewayspaceport.com/>, [consulta: 5 de octubre de 2019].

²¹⁸ Glavkosmos, *Glavkosmos*, [en línea], dirección URL: <http://glavkosmos.com/en/>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

²¹⁹ Bri-Aine Parnell, "No Google and no Prize money, but the Lunar XPrize competition is stil going ahead, [en línea], *Forbes* .com, 6 de abril de 2018, dirección URL: <https://www.forbes.com/sites/bridaineparnell/2018/04/06/lunar-xprize-competition-still-going-ahead/#3e4282994b07>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

²²⁰ David Mediavilla, "Israel se estrella en su intento de aterrizar sobre la Luna", [en línea], *El País* .com, 12 de abril de 2019, dirección URL: https://elpais.com/elpais/2019/04/10/ciencia/1554919922_993591.html, [consulta: 15 de octubre de 2019].

satélites en la órbita baja. Dicha cobertura está pensada para brindar servicios comerciales, civiles y militares para quien los solicite; además, alcanza a envolver las zonas polares del planeta.²²¹ Mediante el *Falcon 9* y bajo el acuerdo de 2010 con *SpaceX*, se han lanzado la mayoría de los satélites de segunda generación de la compañía.

- *Masten Space Systems*, es una compañía fundada en 2004 por David Masten, con el objetivo de desarrollar el transporte y los cohetes espaciales reutilizables y confiables para su utilización en la Tierra, la Luna, Marte y algún otro cuerpo celeste. Participó en el concurso de la NASA y *Northrop Grumman*, *Lunar Lander Challenge X* enfocado al aterrizaje de dos naves en la Luna, logrando el segundo y primer lugar en 2009, por la precisión de sus descensos. La compañía está conformada por 12 empleados con los que ha buscado demostrar que la seguridad y operación de un lanzamiento puede ser realizado por un equipo pequeño, con el apoyo de sistemas capaces de llevar a cabo tareas por sí mismas.²²²
- *MirCorp*, es una empresa privada fundada en 1992. Ha logrado llevar a cabo algunas hazañas con fondos enteramente privados que hasta el momento de su realización solamente los Estados habían logrado realizar como: una caminata espacial y llevar al primer turista espacial a la EEI. Tiene planeado desarrollar la *Mini Station I*, la cual servirá para albergar a visitantes por 20 días y tendrá un tiempo de vida de alrededor de 15 años.²²³
- *MX Space*, es una iniciativa mexicana que tiene la intención de promover y desarrollar el sector espacial en México a mediano plazo. Trabaja en estrecha relación con la Agencia Espacial Mexicana y universidades de Querétaro, Coahuila y Chihuahua en busca de favorecer la tecnología, innovación y las industrias afines en pro del interés nacional. Se enfoca en la

²²¹ Iridium, *Company Profile*, [en línea] dirección URL: <https://www.iridium.com/company-info/companyprofile/>, [consulta: 5 de octubre de 2019].

²²² Masten, *Masten Rocket Technology Innovators*, [en línea], dirección URL: <https://www.masten.aero/>, [consulta: 20 de mayo de 2019].

²²³ MirCorp, *MirCorp Space Explorer Technologies*, [en línea], dirección URL: <https://www.mir-corp.com/>, [consulta: 21 de noviembre de 2019].

construcción de satélites, vehículos de lanzamiento, motores, sistemas ópticos y telemétricos, operaciones espaciales y servicios de información.²²⁴

- *Northrop Grumman Innovation Systems*, es una empresa consolidada en 2018, después de la compra de *Orbital ATK* (la unión de las compañías *Orbital Science Corporation* y *Alliantech Systems*) por *Northrop Grumman*. Se enfoca en el desarrollo de vehículos de lanzamiento, sistemas de propulsión, misiles, subsistemas electrónicos de defensa, armas de precisión, sistemas de armamento, servicios satelitales y sus componentes y estructuras avanzadas aeroespaciales.²²⁵
- *One Space*, es una empresa china fundada en agosto de 2015. Se orienta a brindar servicios de lanzamiento para los pequeños y micro satélites con precios competitivos. Ha desarrollado los vehículos de la serie M y la plataforma de pruebas de la serie X, así como productos eléctricos, propelante y sistemas integrados de control computarizados.²²⁶
- *OneWeb*, es una compañía presidida por otras grandes empresas como: *Airbus*, *Coca Cola*, *Grupo Salinas*, *Intelsat*, *Qualcomm*, *SoftBank* y *Virgin Group*. Tiene la intención de mejorar y potenciar la tecnología satelital para llevar internet a todos los lugares de la Tierra, es decir, mantener a todos conectados sin importar el lugar en el que se encuentren. Esto último con la puesta en órbita de una constelación de satélites en la LEO por medio de su fábrica *OneWeb Satellite* y el desarrollo de tecnología 5G.²²⁷
- *Orion Span*, es una compañía fundada en 2017 por Frank Burger y David Jarvis y se enfoca en el desarrollo de la infraestructura necesaria para la economía espacial. Su principal proyecto es la Estación Espacial Aurora (2022) que tiene diferentes propósitos, ya que está pensada para albergar

²²⁴ MxSpace, *MXSPACE Iniciativa Espacial Mexicana*, [en línea], dirección URL: <http://mxspace.mx/home-3/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

²²⁵ Northrop Grumman, *Northrop Grumman*, [en línea], dirección URL: <https://www.northropgrumman.com/Pages/default.aspx>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

²²⁶ One Space, *One Space*, [en línea], dirección URL: <http://www.onespacechina.com/en/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

²²⁷ OneWeb, *OneWeb*, [en línea], dirección URL: <https://www.oneweb.world/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

astronautas de las agencias espaciales, investigadores, turistas, así como desplegar el equipamiento necesario que demande el mercado.²²⁸

- *Planetary Resources Inc.*, fundada en 2009 con el nombre de ARKYD, es una empresa que pretende identificar, extraer y refinar los recursos existentes en los asteroides cercanos a la Tierra, principalmente agua. En 2016 convino con el gobierno de Luxemburgo para impulsar el desarrollo de la minería espacial. En 2018 realizó una prueba de su tecnología para detectar recursos hídricos en el espacio mediante el *Arkyd-6*.²²⁹
- *Shackleton Energy Company*, es una compañía que pretende llegar a la Luna para minar los recursos que se encuentran en sus polos, principalmente busca extraer el agua congelada que se encuentra en estas zonas. Además, con los recursos obtenidos se piensa generar la energía necesaria para suministrar a los cohetes espaciales y crear estaciones de reabastecimiento y/o depósitos de combustible para viajes y actividades más prolongadas. Fue fundada en 2008.²³⁰
- *Space Adventures*, es la compañía que logró enviar a los siete turistas espaciales a la Estación Espacial Internacional (cabe mencionar que junto a MirCorp consiguieron llevar al primer turista a la EEI). Su intención es abrir los vuelos espaciales a la población en general, para que puedan experimentar la baja gravedad, observar la curvatura de nuestro planeta y otras actividades espaciales. Asimismo, planea abrir el turismo espacial hacia la circunnavegación de la Luna y las caminatas espaciales. Fue fundada en 1998.²³¹
- *SpaceX*, empresa fundada por el empresario Elon Musk, quien tiene una visión mucho más profunda y a la vez más difícil de alcanzar, pues pretende la colonización de Marte en la siguiente década. Su mayor innovación se

²²⁸ Orion Span, *Orion Span*, [en línea], dirección URL: <https://www.orionspan.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

²²⁹ Planetary Resources Inc., *Planetary Resources*, [en línea], dirección URL: <https://www.planetaryresources.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].

²³⁰ Shackleton Energy, *Shackleton*, [en línea], dirección URL: <http://www.shackletonenergy.com/>, [consulta: 20 de noviembre de 2019].

²³¹ Space Adventures, *Space adventures*, [en línea], dirección URL: <http://www.spaceadventures.com/>, [consulta: 19 de marzo de 2019].

encuentra en su tecnología reutilizable con sus cohetes *Falcon 9*, *Falcon Heavy* y *Big Falcon Rocket* y la nave *Starship* (los dos últimos continúan en desarrollo), así como sus cápsulas *Dragon*.²³² Lo anterior será puntualizado en el tercer capítulo.

- *Sputnix*, es una empresa privada rusa que se encarga del desarrollo de tecnología de punta en micro satélites y los servicios que estos ofrecen. Fue fundada en 2011 por parte de *SCANEX* (otra empresa rusa dedicada a la tecnología satelital); han lanzado el *TableSat-Aurora* en 2014 y el *SiriusSat-1* y *2* en 2018, asimismo, fabricó el *Al-Farabi 1* para la Universidad Nacional de Kazajistán. Su actual CEO es Stanislav Karpenko.²³³
- *Stratolaunch Systems Corporation*, fue fundada por el fallecido empresario y filántropo Paul Allen, quien también estuvo detrás de la creación de la nave *SpaceShipOne*

ganadora del *Ansari X Prize* en 2004 junto a la compañía *Scaled Composites*. Es una empresa que pretende hacer que los lanzamientos espaciales sean más accesibles y confiables, así como beneficiar a la

Ilustración 8 Stratolaunch



Fuente: Stratolaunch Systems, *Stratolaunch a Paul G. Allen Company*, [en línea], dirección URL: <https://www.stratolaunch.com/news-and-features/galleries/>, [consulta: 10 de octubre de 2019].

recopilación de datos climáticos y la protección de especies en peligro de extinción. Esto mediante el desarrollo del avión más grande del mundo, destinado a ser una plataforma para poner a los vehículos espaciales en órbita desde el aire y no de la manera tradicional de despegue vertical. Asimismo, desarrolla otros vehículos de lanzamiento vertical.²³⁴

²³² SpaceX, *SpaceX*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

²³³ Sputnix, *Sputnix*, [en línea], dirección URL: <https://sputnix.ru/en/>, [consulta: 17 de octubre de 2018].

²³⁴ Stratolaunch Systems, *Stratolaunch a Paul G. Allen Company*, [en línea], dirección URL: <https://www.stratolaunch.com/>, [consulta: 10 de octubre de 2019].

- *The Mars Society*, es una organización internacional dedicada a la exaltación, educación y difusión de la exploración espacial y la colonización de Marte. Fue fundada en 1998 por el ingeniero y escritor Robert Zubrin. Busca que las cuestiones del espacio tengan un mayor financiamiento gubernamental y que la creación de empresas comerciales espaciales ayuden a los proyectos en Marte. Además, lleva a cabo una convención anual y un concurso para diseñar la primera colonia marciana.²³⁵
- *The Planetary Society*, es una asociación fundada en 1980 por Carl Sagan, Bruce Murray y Louis Friedman que tiene la intención de difundir la ciencia y exploración espacial por medio de la educación, pues observaban que no tenía un verdadero impulso por parte del gobierno de Estados Unidos. Actualmente cuenta con alrededor de 50 000 miembros en 100 países y su actual CEO es Bill Nye. Además, se encuentra desarrollando el proyecto *LightSail*, financiado a través de donaciones.²³⁶
- *Virgin Galactic*, es una compañía parte de *Virgin Group*, fundada por el empresario inglés Richard Branson. Tiene la finalidad de lograr vuelos y lanzamientos suborbitales mediante el desarrollo de tecnología innovadora en vehículos que la misma empresa construye. Actualmente tiene el control y desarrollo del *SpaceShipTwo* (VSS Unity), el cual al final de 2018 logró su primer viaje suborbital por medio del *WhiteKnightTwo* (VMS Eve).²³⁷ Asimismo, podría ser la primera compañía que se dedique a las cuestiones espaciales que cotice en la Bolsa de Valores de los EUA.

²³⁵ Mars Society, *The Mars Society*, [en línea], dirección URL: <http://www.marssociety.org/>, [consulta: 20 de noviembre de 2019].

²³⁶ The Planetary Society, *The Planetary Society*, [en línea], dirección URL: <http://www.planetary.org/>, [consulta: 17 de octubre de 2019].

²³⁷ Virgin Galactic, *Virgin Galactic*, [en línea], dirección URL: <https://www.virgingalactic.com/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

Ilustración 9 VMS Eve y VSS Unity acoplados



Fuente: Virgin Galactic, *Virgin Galactic*, [en línea], dirección URL: <https://www.virgingalactic.com/see/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

2.3.2. Las características de las empresas para competir en el sector espacial

Este sub-apartado pretende ser más propositivo, pues con la información obtenida de la sección anterior es que se hará un breve análisis general sobre las características de las empresas que han decidido adentrarse y arriesgarse a invertir en el sector espacial. Por ello, cabe mencionar que la relevancia de esas empresas versa en sus capacidades tecnológicas e innovación, teniendo en cuenta que varias piensan brindar servicios y antes de introducirse a la economía espacial algunas se desarrollaban en áreas que tenían que ver con las Tecnologías de la Información y Comunicación.

Por lo tanto, las características que las empresas reflejan y que las han hecho sobresalir en la industria espacial se pueden resumir en tres: reutilización e innovación tecnológica, rentabilidad financiera y proyectos a futuro. Estos aspectos son propios de las compañías privadas y pueden ayudar a entender qué las hace diferentes y cómo su proyección y capacidades las ha hecho crecer a comparación de la primera ola de empresas *New Space*.

- Reutilización e innovación tecnológica

Esta característica principalmente se refiere al reuso de los vehículos espaciales, pues ejemplos claros como *Blue Origin* y *SpaceX* han mostrado que sus cohetes pueden ser usados en varias misiones y son pocos los componentes que se deben de reemplazar, a diferencia de los diseñados por otras empresas o agencias espaciales en décadas pasadas. Esta es una tecnología en la que cada vez más actores apuestan, ya que se pretende que las actividades espaciales sean tan recurrentes como los vuelos aéreos. Si bien ya han existido vehículos espaciales que podían ser utilizados más de una vez, como los Transbordadores de Estados Unidos, los cohetes de lanzamiento sí eran desechables, lo cual hacía que los costos de desarrollo de una misión fuesen bastante elevados y solamente Rusia y los EUA poseían estas naves.

Asimismo, la autonomía de los sistemas tecnológicos representa un avance en cuanto a ingeniería, pues permite que los cohetes puedan aterrizar en plataformas especiales para nuevas misiones. Además, la implementación de nuevos sistemas, herramientas, componentes y materiales forma parte de un proceso de innovación un tanto complejo, ya que se experimenta con el uso de nuevas técnicas que permiten mejorar la tecnología utilizada. También hay empresas que innovan en nuevas formas de lanzamiento suborbital, como el horizontal que es capaz de llevar a las naves a su objetivo en la órbita terrestre.

- Rentabilidad financiera

La rentabilidad financiera se relaciona con la característica anterior, pues el hecho de poder reutilizar un cohete o nave hace que los costos se abaraten y los recursos pueden ser dirigidos a otros sectores como el de investigación y desarrollo (I+D); áreas altamente necesarias para el desarrollo de tecnologías que puedan garantizar, entre otras cosas, la seguridad de las cargas útiles que son enviadas al espacio. Esto hace que los servicios que brindan las empresas espaciales se vuelvan más confiables para los clientes e inversionistas, lo que mediano plazo hará que estas sean más atractivas para diversos tipos de mercados. Se vuelven más

rentables. Además, abre una esfera de posibles nuevos empleos especializados que de una u otra manera se crearan en el sector.

Cabe mencionar que la gran mayoría de los empresarios no comenzaron desde cero, pues varios de ellos ya tenían cierta experiencia en el sector (u otros afines) y/o poseían una compañía anterior que muchas veces era parte del financiamiento principal de sus proyectos espaciales (véase el cuadro 5). De esta manera, se genera cierta certidumbre en los inversionistas al tener una empresa que respalde las acciones de otra, por ejemplo: *SpaceX* fundada por Elon Musk, quien es el mismo dueño de *Tesla Motors* (entre otras que se mostrarán en el capítulo tres) una compañía automotriz que se dedica a las cuestiones de sostenibilidad de los automóviles; lo cual hace que los clientes solamente deban de pagar por los servicios de la empresa de lanzamiento, pero teniendo la certeza de que cumplirá con su objetivo.

- Proyectos a futuro

Asimismo, los proyectos a futuro de los dueños son bastante importantes, pues, a pesar de que algunos se pueden llegar a considerar como imposibles o innecesarios, muestran las directrices que las empresas siguen y en las que otros actores se pueden insertar. Sin embargo, todavía quedan bastantes cuestiones por desarrollar y solucionar, pues los problemas que llegan a surgir solamente han hecho que los lapsos para concretar las metas sean aplazados. Aunque, son estos mismos objetivos los que han generado un interés bastante significativo por la población, siendo el más importante: la colonización de Marte.

De la misma manera, se debe tomar en cuenta el carisma y la visión de varios de los fundadores de estas empresas, ya que van más allá de la zona de confort en la que la industria se encuentra sumergida, así como en el desarrollo a futuro del sector y los beneficios para la humanidad. Varios de estos personajes han sido nombrados como “empresarios soñadores”, pues sus metas pueden llegar a ser muy cuestionadas. Sin embargo, es interesante observar que son ellos los que están tomando la batuta en el desarrollo del sector espacial y por sus propios medios

y proyectos es que han logrado alcanzar avances que solamente con apoyo de los Estados se podían lograr.

Finalmente, de las características anteriores se puede destacar la reutilización e innovación que han llegado a tener las empresas para la reducción de costos y el aumento en el lanzamiento de artefactos y naves espaciales. Esto último, especialmente en lo que a transportes se refiere, pues como se puede apreciar empíricamente y a través del tiempo, tanto vehículos terrestres como aéreos han formado parte de la cotidianeidad de las personas y es un estatus que se espera para la industria espacial. Además, parecería que estas características son un tanto simples, sin embargo, hacen que su entendimiento sea claro y visibilizan el potencial a futuro que las empresas podrían tener, pues son las que han tenido un mayor peso en el desarrollo del sector espacial y han generado un impulso para la misma industria y las compañías. Cabe destacar que *SpaceX* cumple con los rasgos propuestos en los apartados anteriores.

En el siguiente capítulo se desarrollarán las cuestiones directas sobre *SpaceX* y la manera en que se ha introducido al sector espacial desde 2002; asimismo, se presentará su tecnología y sus proyectos, enfocándonos en sus capacidades, competitividad y su atractivo para la inversión.

3. El caso de *SpaceX*

“El fracaso es una opción. Si las cosas no están fallando, no estás innovando lo suficiente.”

Elon Musk

La fundación de *SpaceX* como empresa que se dedica a las actividades espaciales, fue paralela a los profundos cambios que ocurrieron en la industria y que principalmente afectaron a las agencias debido a la reducción de presupuesto. Sin embargo, las decisiones, personalidad, visión y sueños de su fundador, Elon Musk, aunados a los conocimientos del cofundador y diseñador de motores, Tom Mueller y el liderazgo de la presidenta y jefa de operaciones, Gwynne Shotwell, son los que han posicionado a *SpaceX* como una de las compañías más representativas dentro del *New Space*, la cual ha revivido y fijado objetivos que se habían visto ensombrecidos por distintas cuestiones. Asimismo, es considerada como una empresa “unicornio” por sus características y ha sido valuada en 21.5 mil millones de dólares, siendo una de las compañías más valiosas de Estados Unidos.²³⁸

Por lo tanto, para iniciar de lleno con el desarrollo del caso de *SpaceX* es importante hacer un paréntesis para recordar la relación entre lo público-privado y la manera en que esto se representa en la industria espacial actual, pues es un aspecto fundamental en el desarrollo de *SpaceX*. Así, cualquier ente, sin importar su naturaleza, busca realizar sus propios objetivos sobre intereses externos o en su defecto desarrollarlos a la par. Esto mismo sucede con la relación que tiene el sector privado y público, pues cada uno aspira a un progreso pleno con una ganancia considerable y baja probabilidad de pérdida de la inversión que se realice; por ello, podría decirse que el primero pretende más beneficios económico-comerciales y el segundo científico-militares. De esta manera, no es extraño que para poder alcanzar sus ambiciones ambos sectores puedan unirse en aspectos en los que sean menos capaces o se requiera de un acuerdo con algún otro sujeto.

²³⁸ BRYCE space and technology, *Start-Up Space, Update on Investment in Commercial Space Ventures 2019*, *op. cit.*, p. 33.

Como ya se mencionó desde el primer capítulo de esta tesis, la industria espacial se ha beneficiado desde su nacimiento con los contratos que se generaron entre agencias y compañías, por ejemplo: los realizados por la NASA y empresas aeronáuticas como *Boeing*. Sin embargo, a pesar de su unión, los intereses particulares son más importantes para cada sector, aunque estos puedan ser similares, las formas y condiciones para lograrlos son diferentes. De esta manera, los “[...] gobiernos y empresas privadas miran hacia la expansión de sus actividades en el espacio, [pues] ambos tienen la oportunidad de generar un mayor valor total enfocándose en sus respectivos núcleos de competencia”.²³⁹ En resumen, por separado tanto el ámbito público como privado (actual) tienen grandes capacidades para desenvolverse plenamente en la industria espacial, pero en conjunto las ganancias pueden ser mucho más benéficas para cada parte.

Sin embargo, las condiciones de la industria dejaron de ser las mismas y la reducción de presupuesto por gobiernos (como Estados Unidos) que habían sido importantes mermó las ambiciones que principalmente se habían gestado en el campo académico y científico. Por ello, en la actualidad se tradujo en los cambios de políticas y enfoques en los programas espaciales, por lo que la industria se vio desplazada a las empresas privadas, lo que no necesariamente significó un mal futuro para el sector, pues las empresas pueden:

[...] aprovechar las infraestructuras de transporte existentes y mejorarlas al centrarse en los beneficios, la reducción de costos y la eficiencia. La NASA puede centrarse en lo que debe hacer, lo que empuja los límites del conocimiento humano y tiene un valor común pero no un camino claro en la rentabilidad. Con la NASA centrada en las misiones espaciales profundas, es probable que las empresas privadas estadounidenses operen la mayoría, si no todos, los vuelos entre la Tierra y la Estación Espacial Internacional, ahorrando mucho dinero a la NASA y llevando millones de dólares a las empresas estadounidenses.²⁴⁰

Así, empresas como *SpaceX* y *Orbital Science* buscaron como primer impulso contratarse con la NASA para obtener múltiples ganancias; en el caso de la primera todavía tiene varios beneficios (que se desarrollarán en los siguientes apartados).

²³⁹ Chad Anderson, “Rethinking public-private space travel”, [PDF], *Elsevier*, 3 de octubre de 2013, p. 2

²⁴⁰ *Idem*.

Además, podría decirse que una de las cuestiones por las que *SpaceX* aumentó su presencia en el espacio, fue por la crisis en Ucrania de 2014, pues significó un golpe a Rusia como principal prestador de servicios en cuanto a lanzamientos orbitales; aunado a los intereses del mercado, el cambio tecnológico, el impulso de los Estados en el sector y la introducción de nuevos actores.

Es así que las empresas del *New Space* han demostrado que tienen el potencial suficiente como para jugar un rol importante en el desarrollo de la industria espacial, pues:

[...] ofrecen algunas importantes habilidades y ventajas, las cuales pueden dificultar la creación y sustento de grandes culturas corporativas aeroespaciales: (1) una habilidad para la rápida conformación de equipos y organizaciones eficientes orientados a misiones y competencias centrales, (2) la capacidad para innovar 'out-of-the-box' pensando con el potencial para generar reducciones significativas de costos sobre el enfoque tradicional de la industria espacial y (3) una estructura cultural y financiera que acepta altos niveles de riesgo técnico y de mercado.²⁴¹

Son estos tres puntos los que se podrán observar en el siguiente subcapítulo, ya que son parte de la naturaleza con la que se formó *SpaceX* y es una manera de explicar y entender a los actores que conforman la actual industria espacial.

Por lo tanto, para continuar con los siguientes apartados y a pesar de que este estudio se centra en una compañía, es necesario mencionar que además de esbozar el objetivo de esta sección, se espera que con el caso presentado se muestre la forma en que las nuevas empresas están generando un cambio significativo en el sector espacial y que también dependerá de la manera en que los actores de la llamada "triple hélice",²⁴² juntos y/o por separado busquen y logren impactar en la sociedad con los temas del espacio para generar un mayor impulso e inversión para un desarrollo pleno de la industria. Así, podría significar que:

[...] las empresas comerciales suborbitales y orbitales teniendo éxito, pueden abrir otra parte para la exploración de los asteroides, planetas y lunas del sistema solar. La ciencia podría beneficiarse de la misma manera en que las

²⁴¹ Ariane Cornell, *op. cit.*, p. 4.

²⁴² Empresas privadas, gobierno e industria.

expediciones privadas abrieron las regiones polares. ¿Por qué no? Tales predicciones son ciertamente un caso donde el cielo no es el límite.²⁴³

3.1. La historia de *SpaceX* y su interés por el espacio exterior

Para hablar de *SpaceX* es necesario conocer un poco del pasado de su fundador, pues como se mencionó en el capítulo anterior, él es parte vital de las ambiciones y los logros que ha tenido la compañía durante su historia. Elon Musk es un empresario sudafricano quien se dio a conocer con el éxito de *PayPal* (1999) como su cofundador y dueño, siendo esta una empresa de talla mundial que se dedica a la transferencia de dinero. Además, es fundador, director ejecutivo y/o dueño de empresas como: *Tesla Motors* (2004), una automotriz que se dedica al diseño, fabricación y venta de automóviles eléctricos; *SolarCity* (2006), una compañía sin ánimos de lucro que se especializa en la energía solar; *OpenAI* (2015), se orienta en la investigación y desarrollo de la inteligencia artificial; *Neuralink* (2016), que se enfoca en el diseño y conformación de interfaces implantables cerebro-computadora y *The Boring Company* (2016), empresa enfocada a la excavación del suelo.

Space Exploration Technologies Corporation es una empresa estadounidense fundada el 6 de mayo de 2002, con la experiencia de Elon Musk (CEO) y tras su éxito con *PayPal*, aunque con un futuro incierto desde su concepción. La creación de *SpaceX* se dio en un contexto en el que a pesar de que ya existían empresas que se encargaban de desarrollar tecnología para los proyectos espaciales y la industria espacial casi se había consolidado a través de las agencias espaciales, la inversión en el sector no era viable, pues se consideraba que no existía un futuro prometedor para empresas emergentes, especialmente por el bajo nivel tecnológico de ese momento.

Así, la primera idea de Elon Musk fue apoyar a la NASA con su investigación y exploración espacial, especialmente la que se enfocaba en Marte (la principal ambición del empresario), sin embargo, en ese momento la agencia no tenía planes a corto plazo de ir al planeta vecino, por lo que decidió ir por sus propios medios.

²⁴³ Alan Stern, *op. cit.*, p. 7.

Por ello, al darse cuenta de los planes de la NASA de ir a Marte hasta 2033 y comprender que la tecnología de ese momento no había cambiado significativamente desde la era de las misiones Apolo, pensó que él podría ir más rápido y a menor costo sin importar que recibiera apoyo de la NASA o no.

De esta manera, en un inicio decidió usar Misiles Balísticos Intercontinentales Rusos (ICBMs, por sus siglas en inglés) para llevar a cabo sus intentos en el desarrollo de los cohetes; aunque cabe mencionar que los tres primeros lanzamientos fallaron, lo que hizo pensar que Musk desistiría con su objetivo, sin embargo, el cuarto lanzamiento fue exitoso.²⁴⁴

Ilustración 10 Fundación de SpaceX

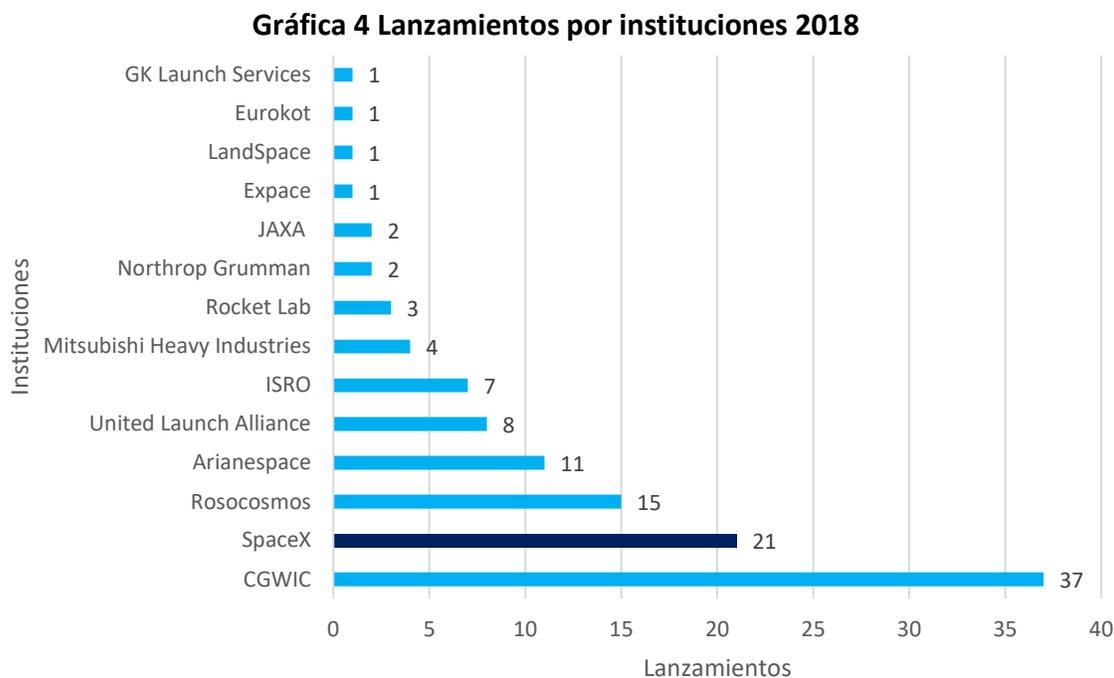


Fuente: SpaceX, *Making life multiplanetary*, [en línea], dirección URL: https://www.spacex.com/sites/spacex/files/making_life_multiplanetary_2016.pdf, [consultado 7 de julio de 2019].

Por ello, su primer lanzamiento exitoso y realizado con un cohete propio fue el 24 de marzo de 2006 con el *Falcon 1*; a partir de ese momento (de acuerdo con la página oficial de *SpaceX*) y hasta el 4 de agosto de 2020, han realizado 90 lanzamientos, 87 llevados a cabo por el *Falcon 9*, 3 con el *Falcon Heavy* y 23 junto a la cápsula *Dragon* en asociación con la NASA. Cabe mencionar que de los 114 lanzamientos que se realizaron en 2018 y los 31 de Estados Unidos, *SpaceX* hizo

²⁴⁴ Cfr. Chad Anderson, *op. cit.*, p. 2.

21, 20 con el *Falcon 9* y uno con el *Falcon Heavy*, siendo la segunda compañía con más lanzamientos en el mundo (véase Gráfica 4). Además, la empresa envió 14 satélites a la órbita terrestre de los 50 que se hicieron el mismo año.



Fuente: Elaboración propia con datos de Guillermo Rus, Pablo Cavatalo, *Industria Espacial 2018*, [PDF], Buenos Aires, Argentina, Oink, marzo de 2019, p. 8.

En la actualidad, la empresa tiene más de 6 000 empleados y su oficina central se encuentra en Hawthorne, California. Además, tiene a su disposición tres bases de lanzamiento: Cabo Cañaveral y el Centro Espacial Kennedy en Florida y la Base Vanderberg de la fuerza aérea en California; también, posee oficinas, centros de desarrollo de cohetes y proveedores en los 50 estados de Estados Unidos.²⁴⁵

3.1.1. La tecnología

Con la idea de reducir costos y mejorar la tecnología proveniente de la industria espacial, aeronáutica y balística que había incurrido en el desarrollo de los cohetes desde las primeras misiones al espacio, Musk, decidió crear una línea completa de nuevos cohetes que fueran diferentes e innovadores a comparación con los que

²⁴⁵ SpaceX, *Contact SpaceX*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/about>, [consulta: 6 de julio de 2019].

existían en la época. Sin embargo, al realizar la primera prueba, los ingenieros de *SpaceX* encontraron varios inconvenientes que no permitían reducir los precios, ni una verdadera renovación tecnológica. Entre ellos se destacaba:

[...] la cantidad de aislante térmico requerido para proteger la carga y el equipo sensible interno del calor generado por la alta velocidad del vuelo atmosférico. El aislante térmico es necesario para proteger el recubrimiento metálico del vehículo, adicionalmente al equipo electrónico sensible que pueda funcionar mal [...]. A altas temperaturas, el metal puede perder su rendimiento estructural como sus propiedades de cambio de material.²⁴⁶

Ese problema con la temperatura fue uno de los primeros en presentarse, por lo que para solucionarlo los ingenieros tuvieron que adaptar “[...] el aislante necesario para la segunda demostración de vuelo, [por ello, se realizó] una simulación que integrara los fluidos computacionales dinámicos (CFD) y elementos finos de análisis (FEA) realizada para calcular las temperaturas superficiales y corporales durante el vuelo”.²⁴⁷

De esta forma, los ingenieros debieron de prestar atención a cada momento en el lanzamiento de la nave y para ello:

La distribución de temperatura en el vehículo de lanzamiento a través de todo el vuelo fue determinada para garantizar que sensores, instrumentos, líneas de propulsión y otros componentes críticos fueran mantenidos en temperaturas seguras. La aerodinámica del vehículo de lanzamiento era el único desafío porque no hay condiciones de crucero. En cambio, las condiciones cambian continua y rápidamente durante cinco minutos críticos en los cuales el cohete se mueve del nivel del mar a condiciones de vacío cerca del borde de la atmósfera. La máxima transferencia típica de calor ocurre en la atmósfera alta cuando la velocidad del vehículo de lanzamiento es muy alta y la densidad del aire es muy baja. La transferencia típica de calor baja su valor cuando el vehículo de lanzamiento se aproxima a su órbita designada.²⁴⁸

El trabajo realizado por los ingenieros de *SpaceX* logró que se redujera la cantidad de aislante necesario para proteger los sistemas de la nave, a través de varios cálculos, la disminución se dio en 50 libras menos a lo que se había utilizado en la primera prueba. Esto “[...] hizo posible el incremento de la capacidad de la carga de

²⁴⁶ Michael Colonna, “Keeping the Space Race from Heating Up”, [PDF], *ANSYS Advantage*, volumen 1, número 4, 2007, p. 1.

²⁴⁷ *Idem.*

²⁴⁸ *Ibid.*, pp. 1-2.

futuras misiones del Falcon 1. Con un número de lanzamientos programados en los siguientes años para el Falcon 1 y para el más grande Falcon 9, SpaceX [pudo] expandir su rango de posibles clientes e incrementar los ingresos [...]”.²⁴⁹

Asimismo, desde el inicio, *SpaceX* demostró ser un caso excepcional en el desarrollo de su tecnología y la manera en que sus empleados observaban a la industria espacial. Esta visión es parte de las características que ofrece la compañía y por la cual ha dado una revolución al espacio exterior, a pesar de que todavía forma parte del inicio de un cambio mucho más grande. Así:

Los dos elementos más importantes de *SpaceX* [...] son su enfoque de reducción de costos y su énfasis sobre la innovación. Para reducir costos, *SpaceX* ha aproximado el precio de los cohetes en cinco aspectos: propulsión, estructuras, aviónica, operaciones de lanzamiento y gastos generales. Primero, *SpaceX* ha reducido costos para propulsión, estructuras y aviónica a través de diseñar sus cohetes de abajo hacia arriba, comenzando con una nueva pizarra. Esto les ha permitido no ser influenciados por diseños establecidos y elegir sus puntos de atención; en este caso, fue costo y confianza. Segundo, a través de la innovación en la automatización de la cuenta regresiva y el diseño simple, el costo de operaciones de lanzamiento ha sido muy reducido. Los costos del equipo de lanzamiento para *SpaceX* en orden de magnitud son más pequeños que el de otros proveedores tradicionales de Estados Unidos- a saber, *United Launch Alliance*. Finalmente, los gastos generales de *SpaceX* son reducidos significativamente pues son una compañía de 900 personas con una estructura de gestión plana y tienen la atención en un solo producto.²⁵⁰

Por lo tanto, la innovación se convirtió en una constante en los planes de *SpaceX*, especialmente, por el cambio y mejoramiento de la tecnología espacial que se tenía hasta el final del siglo XXI. De cierta manera, esto va de la mano con los precios, pues en el perfeccionamiento de los materiales, sistemas, técnica, etc., hacen que el valor del proceso, desarrollo y producción pueda ser abaratado. Además, la seguridad no solamente beneficia a los sistemas a los que protege, también a las inversiones que se realizan a los programas, es decir, la innovación y reducción de costos generan confianza.

²⁴⁹ *Ibid.*, p. 2.

²⁵⁰ Ariane Cornell, *op. cit.*, p. 4.

Otra manera de ejemplificar lo anterior, así como la seguridad que comenzó a brindar *SpaceX* con sus avances fue el:

Hold and release” [...] un sistema por el que durante el lanzamiento, después del arranque del motor, el cohete se mantiene en posición hasta que todos los sistemas son verificados para que funcionen normalmente. [...] Otra mejora innovadora desarrollada en *SpaceX* es el sistema de propulsión. El cohete Falcon 1 tenía nueve motores Merlin 1C que impulsaban la primera etapa. No solo son esos motores Merlin producidos dentro de *SpaceX*, también hay un gran número de motores para los sistemas redundantes incorporados. Si un motor falla, no significa necesariamente la falla de todo el lanzamiento del cohete.²⁵¹

Es así que el comienzo de *SpaceX* en la industria espacial propició cambios en la tecnología espacial, lo que a corto plazo hizo que la NASA se fijara en la empresa como una de las que podría proveerla de los requerimientos necesarios para sus misiones espaciales. Esto último empata con la búsqueda de la agencia espacial por cubrir la disminución de presupuesto que se le había hecho por el gobierno estadounidense al inicio del siglo.

Por lo tanto, aunado a la innovación y reducción de precios, la seguridad en las siguientes misiones con carga útil y tripulación fue otro de los aspectos que se hicieron muy importantes en la visión de *SpaceX*. Así, hasta este punto, es entendible que se entrelacen y para que uno de estos pueda llevarse a cabo o concretarse es necesario que se realicen los otros, logrando que la confiabilidad de la empresa se vea aumentada; lo que es necesario si se busca expandir su mercado y la cantidad de posibles clientes que no solamente sean agencias espaciales.

La seguridad, principalmente se vio reflejada en el desarrollo de tecnología para el programa *Commercial Crew Development II* (CCDev2) que creó el Sistema de Aborto del Lanzamiento (LAS, por sus siglas en inglés) que principalmente fue diseñado para las misiones que se realizarían con la cápsula Dragon de Tripulación (*Crew Dragon*), aunque también fue implementada en el *Falcon 9* y la *Dragon* de carga. El sistema se basa en un examen que mide los niveles de rendimiento más altos y bajos que los sistemas y motores son capaces de soportar en busca de evitar cualquier tipo de riesgo. Además, se encuentra vinculado con ocho motores de la

²⁵¹ *Idem.*

cápsula capaces de separarla del *Falcon 9* en caso de cualquier falla con el cohete, abortando la misión. Asimismo, la manera en la que opera el LAS tiene diferentes fases, pues se activa cuando la tripulación entre en la *Dragon* y se desactiva cuando está en órbita en completa separación con el *Falcon 9*. Por ello, para priorizar la vida de la tripulación, el sistema se encarga de monitorear:²⁵²

- Fallas en los motores del *Falcon 9* y *Dragon*
- Fallas en el control de vuelo
- Fallas en el tanque de propelante
- Fallas en la estructura primaria de impulso

Además de lo antes mencionado, los ingenieros y diseñadores de *SpaceX* también han desarrollado las características necesarias para la comodidad y seguridad de la tripulación que se encuentre dentro de la cápsula como lo es el caso de asientos, trajes espaciales, un control ambiental y vital, pantallas y sistemas de control tierra.

Sin embargo, la innovación tecnológica lograda hasta la cápsula *Dragon* no ha sido de sus más grandes hitos en toda su historia, pues el avance tecnológico que se puede considerar como más importante que ha logrado *SpaceX* fue la creación de los cohetes reutilizables, con la capacidad de retorno automático a zonas de aterrizaje en el mar terrestre. El primero intento exitoso fue realizado el 22 de julio de 2014 en el Océano Atlántico y su funcionamiento se basa en una reentrada hipersónica en la atmósfera de la Tierra, para después reiniciar los motores y desplegar dos soportes laterales, finalizando con un aterrizaje a muy baja velocidad.²⁵³ Este logro tecnológico ha hecho que la reducción del costo de lanzar un cohete sea alta y hace más rentables los vehículos que ofrece la compañía.

Finalmente, también hay otros avances en ingeniería y tecnológicos que se encuentran en desarrollo para la nave más ambiciosa de Elon Musk, el *Starship*, y estos son un tanque de oxígeno criogénico y los motores Raptor, entre muchos otros

²⁵² S/a, *Statement of Elon Musk CEO&CTO Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) before the House Committee on Science, Space and Technology U.S. House of Representatives, op. cit.*, p. 6.

²⁵³ SpaceX, *SpaceX soft lands Falcon 9 Rocket First Stage*, [en línea], 22 de julio de 2014, dirección URL: <https://www.spacex.com/news/2014/07/22/spacex-soft-lands-falcon-9-rocket-first-stage>, [consulta: 25 de julio de 2019].

elementos que conformaran la nueva nave (se trataran en el apartado 3.2.5). Así, la tecnología mostrada por la compañía ha generado un estándar muy alto para aquellas compañías que piensen adentrarse en este nicho de la industria espacial y también para las que actualmente están activas. Cabe destacar que “SpaceX [...] era una extensión de su director, [Elon] Musk. SpaceX era nueva en casi todos los campos: tiempo [...], dirección, enfoque técnico, organización. Evitó proveedores externos. Hacía casi todo de manera interna, así controlaba fuertemente los costos. [...] Su fundador era desconocido en los términos de la industria espacial”.²⁵⁴

Figura 3 Breve cronología de SpaceX



Fuente: SpaceX, *Making life multiplanetary*, [en línea], dirección URL: https://www.spacex.com/sites/spacex/files/making_life_multiplanetary_2016.pdf, [consultado 7 de julio de 2019].

*Esta imagen fue tomada de los archivos de SpaceX, sin embargo, no muestra el primer lanzamiento del *Falcon Heavy* en 2018, ni el primer acoplamiento de la *Crew Dragon* en 2019 a la EEI con suministros y en 2020 con tripulación, marcando nuevos hitos para la compañía.

²⁵⁴ W. Henry Lambright, “Launching commercial space: NASA, cargo, and policy innovation”, [PDF], The Maxwell School, Syracuse University, Estados Unidos, *Elsevier*, 18 de agosto de 2015, p. 4.

3.1.2. Los contratos

Con la muestra de lo que *SpaceX* ofrecía tecnológicamente después de su conformación, los contratos con la NASA y otras instituciones fueron muy importantes, pues hicieron posible que la empresa se diera a conocer tanto a nivel nacional como internacional; además significó un relativo financiamiento, ya que “[...] había operado con un [...] total de 1 mil millones de dólares en sus primeros 10 años de operación de los cuales cerca de la mitad provienen de los pagos de los contratos gubernamentales”.²⁵⁵ Esto último sin tomar en cuenta la inversión que el propio Elon Musk ha provisto de los ingresos de sus otras empresas, que rondan los \$454 millones de dólares, además de los aportes de sus patrocinadores.

De esta manera, tres años después de su creación y con cierto grado de conocimiento científico e innovación tecnológica, el primer contrato de *SpaceX* se hizo posible con la Fuerza Aérea de los EUA en 2005, permitiendo que en los años posteriores se concretaran más convenios. Estos se dieron:

En mayo de 2005, la Fuerza Aérea de Estados Unidos le otorgó a *SpaceX* un contrato de \$100 millones de dólares para proporcionar vehículos de lanzamiento orbital de bajo costo. En agosto de 2006, la compañía ganó el contrato Commercial Orbital Transportation Services (COTS) de la NASA para demostrar la habilidad para entregar bienes (y posiblemente humanos) a la Estación Espacial Internacional (ISS). Solo dos años después en diciembre de 2008, *SpaceX* ganó el contrato Commercial Resupply Services (CRS) de la NASA con valor de \$1.6 mil millones para reabastecer a la ISS. Finalmente, [...] en junio de 2010 *SpaceX* le fue otorgado el más grande contrato comercial de lanzamiento espacial (\$492 millones) de Iridium para lanzar sus satélites.²⁵⁶

A pesar de que los lanzamientos no se traducen en contratos, para 2013, la “[...] NASA [...] constituy[ó] [el] 25% de todos los lanzamientos de *SpaceX*, con el otro 75% por clientes comerciales”.²⁵⁷ Así, su nivel de financiamiento se vio aumentado por la confianza que proporciona y los bajos costos que ofrece, además, esto le ha dado una gran ventaja sobre las otras compañías que también se dedican enteramente al sector espacial.

²⁵⁵ Chad Anderson, *op. cit.*, p. 2.

²⁵⁶ Ariane Cornell, *op. cit.*, p. 4.

²⁵⁷ Chad Anderson, *op. cit.*, p. 2.

Así, es necesario hablar sobre el contrato que hizo posible un gran desarrollo para SpaceX, el *Commercial Orbital Transportation Services* (COTS).²⁵⁸ Siendo el primero en su tipo y propuesto por la NASA, fue publicado el 18 de enero de 2006 y tenía el objetivo de realizar viajes con suministros y tripulación a la EEI por medio de empresas privadas. Este funcionaba diferente a otros contratos convencionales, pues se pagaba por ejecución, es decir, bajo las facultades que otorgan los *Space Act Agreements* (SAA), la agencia se tiene el derecho de contratar con la entidad que logre los requerimientos que esta misma estipule para las misiones espaciales o en su defecto que ya hayan sido realizados, así como de observar sus habilidades y dar algún tipo de financiamiento al inicio del contrato.²⁵⁹ Además, se otorgaban varios plazos para que se pudiese cumplir con lo acordado. Esto a la larga trajo varios problemas con empresas como *Rocketplane Kistler* (RpK), quien al no poder llevar a cabo las exigencias, pidió un reembolso de la inversión provista, el cual no le fue otorgado.

El plan por la exploración espacial de George W. Bush de 2004, en el que se buscaba ir a la Luna, Marte y otros lugares más lejanos hizo que se comenzaran a plantear nuevas formas para salir a la órbita Baja de la Tierra. Para ello se creó una Dirección de Sistemas de Exploración con la idea de relegar a las empresas los servicios de la EEI mientras la NASA se concentraba en el espacio profundo. Cabe resaltar que la política fue estricta, pues de cierta manera los lazos entre el gobierno y las compañías eran restringidos a que el primero fuera el cliente y dirigente y el segundo suministraba y seguía órdenes. La intención de unir lo público y privado no era nueva, pero sí lo era la fuerza que se mostró para llévalo a cabo en el momento.

Para un contrato el gobierno debía brindar el financiamiento suficiente para que lo demás provenga de la iniciativa privada, de esto se dieron cuenta al implementar el COTS, por ello, la elección de la NASA se basó en la propuesta técnica y el capital que las mismas empresas le podían dar al proyecto. Además, el SAA le da salidas

²⁵⁸ Para una revisión más puntual, véase: NASA, *Commercial Space Economy*, [en línea], dirección URL: <https://www.nasa.gov/exploration/commercial/index.html>, [consulta: 18 de octubre de 2019].

²⁵⁹ Cabe destacar que esta medida fue utilizada para evitar una pérdida significativa de los pocos recursos con los que contaba la NASA. Para mayor información sobre el COTS y el cambio de política espacial de Estados Unidos a la entrada de la administración de Barack Obama, véase: W. Henry Lambright, *op. cit.*

fáciles al gobierno estadounidense para rescindir de alguna empresa que no cumpla con sus requerimientos (como Rpk). Buscaban que tanto la compañía como el gobierno tuvieran independencia en la industria para que el dinero que el gobierno pusiera fuera superado por el de la empresa. Un costo menor al tradicional.²⁶⁰

Es por lo anterior que el COTS era un contrato con poco presupuesto y que principalmente iba dirigido a empresas pequeñas o emergentes. Asimismo, alentó a las compañías a introducirse en la industria e intentar cumplir con los objetivos propuestos por la NASA. Además, esa baja cantidad de dinero iba acompañada de la poca injerencia de la agencia espacial en el desarrollo, diseño y producción de las naves, aunque sí podía estar al tanto de ese proceso, por lo que daba plena libertad a las empresas de innovar en todo sentido, pues el único requisito, como ya se mencionó, era cumplir con los requerimientos del contrato y que la NASA pudiese ponerlos a prueba. De ahí que las formas de las naves de *SpaceX* fuesen totalmente diferentes a las que se habían visto antes.

Así, el presupuesto de la NASA le permitió contratar dos empresas para el COST, después de haber demostrado sus capacidades, siendo estas: *SpaceX* y *Rocketplane Kistler* (Rpk), conocidas como las compañías del COTS. El presupuesto otorgado a cada una fue: para *SpaceX* \$278 millones de dólares y Rpk \$207 millones.²⁶¹ Sin embargo, la poca confianza que tenía la NASA con respecto al tiempo en el que las empresas podían alcanzar el objetivo del COTS hizo que convinieran con Rusia y su programa *Soyuz*, el único capaz de llegar satisfactoriamente a la EEI a menor costo que con los transbordadores espaciales, tanto con carga útil como con tripulación.²⁶² A pesar de las críticas, pues no se estaba de acuerdo con que la NASA no viera con seriedad a las empresas, se

²⁶⁰ *Ibid.*, p. 7.

²⁶¹ *Ibid.*, p. 4.

²⁶² En la actualidad se utiliza este programa para solamente llevar astronautas a la EEI, la parte de la carga es realizada principalmente por *SpaceX* que cómo ya se mencionó se encuentra desarrollando la *Crew Dragon* para suplir a Rusia. Además, el gobierno ruso cobra \$70 millones de dólares por astronauta, lo que tampoco es bien visto por Estados Unidos.

contrató con Rusia hasta 2011 para que esta fuera quien se encargara de los envíos estadounidenses a la estación espacial.²⁶³

Ciertamente *SpaceX* pudo sobresalir en el COTS de la NASA porque RpK tuvo problemas al conseguir una buena cantidad de financiamiento, a pesar de los plazos que la agencia le dio para poder mostrar sus capacidades. Sin embargo, esta compañía fue suplantada en 2008 por *Orbital Sciences Corporation* (adquirida en 2018 por *Northrop Grumman*) como nueva competidora. Ambas compañías ofrecían beneficios y características diferentes a la NASA con naves distintas: *SpaceX* con la cápsula *Dragon* y *Orbital* con la *Cygnus*. Sus diferencias eran varias, por ejemplo: “SpaceX puede llevar cargas más pesadas, pero Orbital provee un gran volumen de presurización, lo que significa que los astronautas pueden descargar la nave directamente [...]”.²⁶⁴ Por otra parte, con la *Dragon* se debe utilizar un brazo robótico para poder llevar a cabo esa tarea, lo que supone maniobras más complejas. Además:

Las dos naves proveen a la NASA de diferentes capacidades en términos de carga fuera de la estación. ‘Los vehículos de SpaceX son diseñados para regresar a la Tierra, lo que nos permite llevar a casa algo de la ciencia a bordo de la estación’ [...] ‘los vehículos Orbital son diseñados para permitirnos empacar toda la basura y destruirlo en su reentrada.’²⁶⁵

Las personas que estaban a favor de la implementación de las empresas privadas para abastecer a la EEI creían que a largo plazo ambas compañías podían hacerse cargo de estos servicios en la estación, aunados a tener que llevar tripulación en algún momento, a pesar de que ninguna había demostrado esta capacidad, aunque sí se encontraban en sus planes, principalmente de *SpaceX*.²⁶⁶

²⁶³ Es necesario recordar que esta decisión fue tomada durante la administración de George W. Bush por los accidentes ocurridos con los transbordadores espaciales y el gran gasto que se requería para llevar a cabo alguna misión.

²⁶⁴ Jacob Aron, “Private space race come of age”, [PDF], *NewScientist*, 21 de septiembre de 2013, p. 2.

²⁶⁵ *Idem.*

²⁶⁶ *Idem.*

Durante 2011 ocurrieron algunos acontecimientos que pusieron de manifiesto la necesidad que el gobierno de Estados Unidos tenía con el COTS y la confianza en las compañías que lo representaban. Por un lado, bajo la visión sobre política espacial de la administración de Barack Obama, se otorgaron \$300 millones de dólares al COTS, principalmente para que se concretara más rápido y se centraran en el proyecto de la tripulación comercial y se dejara de depender del programa

Ilustración 11 Elon Musk y Barack Obama



Fuente: NASA/Bill Ingalls, *Obama Kennedy Space Center Visit*, [en línea], 14 de abril de 2010, dirección URL: <https://images.nasa.gov/details-201004150013HQ.html>, [consulta: 8 de septiembre de 2019].

Soyuz que terminaba ese año;²⁶⁷ así, la confianza que había adquirido *SpaceX* con la NASA y en sí con la industria surgió a partir de la conclusión del lanzamiento de los transbordadores espaciales, la cancelación del programa Constelación y principalmente con el éxito que tuvo la compañía en el reabastecimiento a la EEI con el *Falcon 9* y la cápsula *Dragon* de carga en mayo de 2012 (véase: 3.2.2.). Por su parte, el caso de *Orbital* fue diferente, pues en 2013 también logró realizar los lineamientos del COTS y continuó con la siguiente fase en 2014, sin embargo, decidió no competir por la tripulación comercial, pues no contaba con la misma capacidad de *SpaceX* para regresar a la Tierra.²⁶⁸

En resumen, en cuanto al COTS, es importante remarcar que es un contrato muy importante para las relaciones público-privadas de la industria espacial, pues de ser un programa sin verdadera fuerza al ser presentado por la NASA, se hizo grande con las hazañas logradas por *SpaceX* (con el *Falcon 9* y la *Dragon* de carga) y en el que tanto el gobierno como casi todas las compañías involucradas enteramente tuvieron ganancias de todo tipo. El COST significó un cambio en políticas y

²⁶⁷ W. Henry Lambright, *op. cit.*, p. 8.

²⁶⁸ *Ibid.*, p. 9.

enfoques, así como una introducción de nuevos conceptos y agentes en un campo que todavía necesita injerencia en diversos grados.

Después de haber demostrado las capacidades necesarias para realizar el COTS, *SpaceX* pudo pasar al desarrollo del *Commercial Resupply Services* (CRS) que ya había sido firmado en diciembre de 2008. El CRS es un contrato multimillonario con el objetivo de llevar carga y suministros a la EEI. Empresas como *Lockheed Martin* y *Boeing* intentaron entrar, sin embargo, la NASA lo otorgó a dos compañías: *SpaceX* y *Orbital ATK*. El decreto fue rápido, la primera recibió \$1.6 mil millones de dólares por 12 vuelos; y la segunda \$1.9 mil millones de dólares por ocho vuelos de servicio que deberían realizarse entre 2008 y 2016 (aunque el CRS fue extendido en 2016). El porqué de esta decisión se debe a los costos, es decir, *SpaceX* y *Orbital* eran más pequeñas que *Boeing* y *Lockheed Martin*, por lo que las primeras ofrecían precios más bajos a la NASA que las dos primeras.²⁶⁹ Cabe destacar que el primer vuelo para este contrato lo realizó *SpaceX* el 8 de octubre de 2012 y hasta el 6 de marzo de 2020 su misión CRS-20 logró los 20 vuelos a la EEI que se tenían contratados con la compañía como parte del *Commercial Resupply Services phase 1* (CRS-1).²⁷⁰ Actualmente, la NASA está en la fase 2 (CRS-2) del programa con lanzamientos planeados desde 2019 a 2024, sumando a la empresa *Sierra Nevada Corporation*.

A la par del desarrollo del CRS, también se dio la contratación de *SpaceX* con el *Commercial Crew Development Round 2* (CCDev2), coloquialmente conocido como el programa de los “taxis espaciales”, ya que así como la NASA buscaba llevar suministros a la EEI por medio de empresas, también pretendía enviar astronautas desde suelo estadounidense (y en general regresar al espacio ultraterrestre) sin la necesidad de tener a otro país como intermediario. En realidad el CCDev2 es parte del *Commercial Crew Program* (CCP) que suma al *CCDev Round 1* (CCDev1), la *Commercial Crew Integrated Capability* (CCiCap), el *Certification Products Contract*

²⁶⁹ *Ibid.*, p. 4.

²⁷⁰ NASA, *Visiting vehicle launches, arrivals and departures*, [en línea], 18 de agosto de 2020, dirección URL: <https://www.nasa.gov/feature/visiting-vehicle-launches-arrivals-and-departures>, [consulta: 18 de septiembre de 2020].

(CPC) y la *Commercial Crew Transportation Capability* (CCtCap).²⁷¹ Siendo esta última en donde se le otorgaron los \$ 2.6 mil millones de dólares a *SpaceX* en 2014 (como se mencionó en el caso de *Boeing*). Además, se ha otorgado financiamiento a diversas empresas para llevar cabo los requerimientos de las partes del programa como se puede observar en el Cuadro 7. Cabe mencionar que el CCP, el COST y el CRS son administrados por la *Commercial Crew & Cargo Program Office* (C3PO) de la NASA.

Cuadro 8 Commercial Crew Program
(Dólares)

	CCDev1	CCDev2	CCiCap	CPC	CCtCap	Total
<i>Blue Origin</i>	3.7 m	22 m	-	-	-	25.6 m
<i>Boeing</i>	18 m	92.3 m	460 m	9.993 m	4.2 b	4.8 b
<i>Sierra Nevada Corporation</i>	20 m	80 m	212.5 m	10 m	-	363.1 m
<i>SpaceX</i>	-	75 m	440 m	9.589 m	2.6 b	3.144 b
<i>United Launch Alliance</i>	6.7 m	-	-	-	-	6.7 m

Fuente: Elaboración propia con datos de NASA, *Commercial Crew Program – Essentials*, [en línea], 14 de agosto de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/content/commercial-crew-program-the-essentials>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].

Podría decirse que el CCP es utilizado como una manera de dirigir sus esfuerzos hacia ambiciones más grandes, por ejemplo, con el súper cohete SLS y la nave *Orion* que piensan ser utilizados para llevar a Estados Unidos a la Luna y Marte. Cabe destacar que ambos vehículos son especialmente desarrollados por *Boeing* y *Lockheed Martin*, antiguos socios de confianza para la NASA y el gobierno estadounidense. Sin embargo, no ha obtenido buenos resultados, pues su costo inicial y de mantenimiento se está incrementando. “Los \$2.8 mil millones de presupuesto anual para el SLS es más de tres veces el total que se busca usar para

²⁷¹ NASA, *Commercial Crew Program – Essentials*, [en línea], 14 de agosto de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/content/commercial-crew-program-the-essentials>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].

vehículos comerciales, como la cápsula de tripulación *Dragon* y el *Falcon Heavy* de *SpaceX*.²⁷²

Al respecto del CCP, *SpaceX* realizó uno de los mayores éxitos de su historia y de la industria espacial cuando el 30 de mayo de 2020 envió a la EEI a Bob Behnken y Doug Hurley a bordo de la cápsula *Crew Dragon* en la misión *Demo-2*, convirtiéndose en la primera compañía en lograr este hito (*Boeing* lo intentó con la *Starliner* en 2019 con un lanzamiento sin tripulación, pero debido a problemas de *software* falló). Después de sesenta y tres días de haber permanecido en la Estación, ambos astronautas regresaron a la Tierra cayendo en el Golfo de México el 2 de agosto. Tras nueve años, los Estados Unidos regresan a los vuelos espaciales tripulados desde su territorio después de la cancelación de los Transbordadores espaciales. Esto abre una ventana de nuevas misiones con esta nave y consolida su confianza con la NASA y a nivel internacional.²⁷³ Ahora, la siguiente misión del *Commercial Crew Program* con la *Crew Dragon* se planea para octubre de 2020. En esta ocasión llevará a Michael Hopkins, Victor Glover, Shannon Walker y Soichi Noguchi como parte de la misión científica *SpaceX Crew-1*, aunque están a la espera del análisis de datos y la certificación de la *Demo-2*.²⁷⁴ Cabe mencionar que el lanzamiento se dio en medio de la pandemia por coronavirus en la que los EUA rebasó los 100 000 fallecidos y el país se encuentra en medio de protestas en contra de la violencia policial por asesinatos raciales.²⁷⁵

Finalmente, los contratos que se tratan en este apartado son muy significativos para el desarrollo de *SpaceX*, pues con ellos ganó experiencia, patrocinadores, tecnología, confianza, clientes, competitividad, nuevos negocios y un lugar como la primera compañía o una de las primeras en lograr hazañas que solamente habían

²⁷² Véase, Chad Anderson, *op. cit.*, p. 5.

²⁷³ Raúl Limón, "La primera misión espacial tripulada de EE UU en una década vuelve a casa", [en línea], *El País* .com, 2 de agosto de 2020, dirección URL: <https://elpais.com/ciencia/2020-08-02/la-primera-mision-espacial-tripulada-de-ee-uu-en-una-decada-vuelve-a-casa.html>, [consulta: 10 de septiembre de 2020].

²⁷⁴ Anna Heiney, "NASA, SpaceX targeting october for next astronaut launch", [en línea], 14 de agosto de 2020, dirección URL: <https://blogs.nasa.gov/commercialcrew/2020/08/14/nasa-spacex-targeting-october-for-next-astronaut-launch/>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].

²⁷⁵ Pablo Guimón, "SpaceX pone a dos astronautas en órbita y marca un hito en la carrera espacial privada", [en línea], *El País* .com, 31 de mayo de 2020, dirección URL: <https://elpais.com/ciencia/2020-05-30/sigue-en-directo-el-lanzamiento-de-la-nave-espacial-dragon-crew.html>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].

sido llevadas a cabo por los Estados y que han hecho que se fortalezca y afiance dentro de la industria espacial. La flexibilidad, innovación, dinamismo y perseverancia de *SpaceX* ha dado un enfoque más fresco y serio a las compañías del *NewSpace* frente al desarrollo de programas y misiones de la NASA, ampliando y renovando las opciones tecnológicas.

3.2. Las naves espaciales

Desde su nacimiento *SpaceX* es una empresa que a diferencia de muchas otras ha buscado el impulso de sus propias naves espaciales y no solamente ser una prestadora de servicios o refacciones, por lo que el valor que ha adquirido es muy importante, especialmente en el plano nacional. Por lo tanto, uno de sus objetivos primordiales fue la introducción de una familia de vehículos, lo suficientemente capaces de hacer valer su desarrollo y mantenimiento, pero que principalmente reduzcan su costo con respecto al paradigma actual del precio de los cohetes espaciales. La ventaja que pudieron retomar los ingenieros y diseñadores de la empresa se basó en la diversidad de conocimiento previo las compañías y agencias espaciales que tenían suficiente experiencia para ofrecer en la creación y puesta en órbita de vehículos espaciales.²⁷⁶

Como se mostró en el sub-apartado anterior, los tratos que tuvieron con la NASA y la libertad que esta dio para su desarrollo fueron importantes para el tipo de vehículos que actualmente presenta *SpaceX*. En concreto, la NASA especificaba los requisitos y la empresa tenía la tarea de desarrollar la manera en que los iba a cumplir, sin importar el diseño, pruebas, prototipos, etc., que esta última tuviese que realizar. Esto hizo que *SpaceX* tuviera muchísimo más campo de acción en cuanto a los materiales y en general la innovación que podía hacer con naves totalmente propias y que la agencia podía probar y examinar por sus propios medios. Lo que también ayudaría a la compañía, pues obtendría una retroalimentación de la manera en que desarrolla sus vehículos, haciendo más fuerte y profundizara en la experiencia de su propia industria espacial.

²⁷⁶ Michael Colonna, *op. cit.*, p. 1.

Con su primer lanzamiento exitoso, la visión de un conjunto de vehículos propios que fueran capaces de cumplir con las ambiciones de Elon Musk se hizo presente. Así, confiabilidad y seguridad son estándares que la compañía ha hecho referentes con respecto a los vehículos que tiene activos; a pesar de que el riesgo de algún suceso que comprometa los lanzamientos es latente y las amenazas que enfrenta cada nave, a pesar de ser similares, pueden resolverse de manera diferente; por lo que ahora toca el turno de desarrollar las características de cada una de los cuatro vehículos activos y de los planes para su cohete más grande y ambicioso.

3.2.1. El Falcon 1

Sin un verdadero conocimiento empírico de cómo hacer un cohete, con pocas personas empleadas para su desarrollo, mínimas esperanzas de éxito y presupuesto limitado, el *Falcon 1* fue la primera nave de *SpaceX*, con la que, después de tres intentos fallidos (en marzo de 2006 y 2007 y en agosto de 2008), comenzó la historia de la compañía en el sector espacial.

Realizó su primera demostración el 24 de marzo de 2006 en el intento de una compañía de nueva creación y a la que le habían dicho a su fundador que no tenía ningún fin invertir en un campo tan poco explorado. Ese primer experimento que realizó Elon Musk y sus siguientes dos fallos, le hicieron caer en cuenta que poner un objeto en el espacio no era tan fácil. Sin embargo:

Públicamente, Musk era desafiante y optimista después de su tercera falla. En privado, se encontraba preocupado. Pues estaba absorbiendo costos personalmente, como lo hacían sus inversores en Silicon Valley. Si el siguiente Falcon 1 fallaba, algo podría estar realmente mal y debería abandonar su búsqueda. Estaba encontrado hacer cohetes mucho más difícil de lo que había anticipado. Pero el guardaba su recelo para el mismo ante una fachada de suprema confianza.²⁷⁷

Con un costo estimado por la *NASA-Air Force Cost Model* (NAFCOM) de \$90 millones de dólares, el primer éxito de Elon Musk en la industria espacial se dio el 28 de septiembre de 2008, mismo día en que el *Falcon 1* se convirtió en el primer cohete privado en alcanzar la órbita de la Tierra. Una hazaña que impulsó a la

²⁷⁷ W. Henry Lambright, *op. cit.*, p. 6.

compañía a permanecer en un campo de acción que si bien, no era virgen, sí necesita de muy alto grado de exploración.

Algunas de las características del cohete son:

- Es totalmente reemplazable.
- Tiene una capacidad de carga muy baja, cerca de una tonelada.
- 1.7 metros de ancho y 21.3 metros de alto

El *Falcon 1* es el cohete más pequeño de la compañía, pues por sus recursos no podían permitirse llevar a cabo un proyecto más grande y complejo, por ello, solamente pensaron en una nave con la capacidad de llevar cerca de una tonelada a la órbita baja de la tierra. Además, fue el que menos tuvo uso, pues tan pronto logró su cometido, se comenzó a pensar en un nuevo cohete mucho más grande y con mejores capacidades. Pareciera ser que solamente fue utilizado como prueba de fuego para saber si Elon Musk estaba capacitado para adentrarse en la industria espacial. Su último lanzamiento se realizó 13 de julio de 2009, un año antes de que *SpaceX* presentara su nueva nave.

3.2.2. El Falcon 9

La segunda nave de la compañía, realizó su demostración el 4 de junio de 2010. Con un diseño visualmente diferente, hasta cierto punto minimalista y un costo de \$62 millones de dólares en un lanzamiento regular, el *Falcon 9* es el cohete parcialmente reutilizable más barato en la actualidad. Según:

Los estudios internos de la NASA usando el [...] [NAFCOM] concluyeron que le habría costado a la NASA entre \$1.7 a \$4 mil millones de dólares desarrollar el cohete Falcon 9. En contraste, en asociación con el programa de la NASA, COST, SpaceX desarrollo el Falcon 9 por aproximadamente \$300 millones de dólares. Cabe destacar que el desarrollo del Falcon 9 incluyó el diseño, construcción y prueba de los motores Merlin de SpaceX, el primer motor de hidrocarburos completamente estadounidense para un refuerzo orbital en cuarenta años.²⁷⁸

²⁷⁸ S/a, *Statement of Elon Musk CEO&CTO Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) before the House Committee on Science, Space and Technology U.S. House of Representatives, op. cit., p. 2.*

Es el cohete más utilizado por la compañía, ya que ha realizado casi todas las misiones que se han contratado para *SpaceX* y la cápsula *Dragon*. Está compuesto por dos etapas que funcionan con keroseno y oxígeno líquido, la primera está conformada por nueve motores Merlin y la segunda solamente uno, son capaces de trabajar a baja presión y resistir la intrusión de objetos extraños. Los sistemas incorporados de dirección y movimiento, permitieron que lograra convertirse en el primer cohete que puede reentrar a la Tierra, soportar las temperaturas extremas y la presión que se ejerce contra la nave, para aterrizar en una zona con una alta precisión. Esto último fue permitido gracias a las pruebas con los propulsores de aterrizaje y la experiencia que se generó con las fallas previas.

De esa forma la reusabilidad se dio con el paso del tiempo, ya que desde su primer lanzamiento han logrado modificarlo para que cada vez más componentes sean reutilizables, con lo que pretenden que cerca de 80 o 90 por ciento de la nave alcance esa característica; cabe mencionar que la parte más cara del cohete, el propulsor principal, también cuenta con esa peculiaridad.²⁷⁹

En cuanto a sus dimensiones, su tamaño ronda los 3.7 metros de ancho y 70 metros de largo y tiene una capacidad de carga útil de 15 toneladas a diferencia del *Falcon 1*. También se vio aumentada la seguridad del cohete, pues el *Falcon 9* tiene la posibilidad de acelerar a máxima potencia antes de despegar para prever cualquier problema que puede haber con el sistema o el motor. En realidad, el *software* del cohete permite que se tenga un control de pruebas capaz de soportar varios inconvenientes en busca de algún potencial problema en todo el lanzamiento.

Asimismo, uno de los hitos más grandes que ha realizado el *Falcon 9* es unir las dos demostraciones que tenía que hacer a la NASA para el COST en uno, por lo que el 22 de mayo de 2012, el *Falcon 9* llevó una cápsula *Dragon* con suministros y se unió a la EEI en una hazaña esperada por todos aquellos que habían creído en el COTS y los beneficios que este traería para la industria. El acontecimiento fue

²⁷⁹ Elon Musk, "Making life multiplanetary", [en línea], ponencia presentada en el 68th Congreso Internacional de Aeronáutica, Australia, Adelaide, 28 de septiembre de 2017, dirección URL: https://www.spacex.com/sites/spacex/files/making_life_multiplanetary_transcript_2017.pdf, [consulta: 10 de julio de 2019].

celebrado por los 1500 empleados que tenía la compañía nueve días después con su reentrada a la Tierra.²⁸⁰

3.2.3. La Cápsula Dragon

La cápsula Dragon hizo su aparición el 8 de diciembre de 2010, haciendo su demostración como parte del COST, sin embargo, su verdadero logro lo realizaría dos años después, como ya se mencionó, tras su lanzamiento de Cabo Cañaveral:

El 24 de mayo de 2012, [...] fue lanzada convirtiéndose en el primer vehículo comercial construido para atracar y llevar carga a la Estación Espacial Internacional (EEI). Exitosamente completó su misión y regresó al Océano Pacífico el 31 de mayo de 2012. El acoplamiento del Dragon representó un momento histórico cuando una empresa gestionó un logro que solamente había sido realizado por gobiernos.²⁸¹

Ilustración 12 Cápsula Dragon desde la EEI



Fuente: SpaceX, *Dragon*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/dragon>, [consulta: 23 de octubre de 2019].

Cabe destacar que hasta ese momento solamente habían sido seis las entidades que lograron recuperar una cápsula espacial: la República Popular China, Estados Unidos, India, Japón, Rusia, la ESA y ahora *SpaceX*.²⁸²

La cápsula tuvo que someterse a mejoras y pruebas en conjunto con la NASA para poder realizar su acoplamiento con la EEI, entre las cuales se incluyeron sensores de proximidad para su acercamiento con la estación; alas con paneles solares en el tronco de la nave para generar energía; un sistema de control térmico para el exceso de calor en el espacio; pruebas de vacío térmico, radiación e interferencia electromagnética para los sistemas de aviónica y otras pruebas en los controles, navegación, escotillas, la acústica en la cabina y

²⁸⁰ W. Henry Lambright, *op. cit.*, p. 8.

²⁸¹ Chad Anderson, *op. cit.*, p. 1.

²⁸² S/a, *Statement of Elon Musk CEO&CTO Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) before the House Committee on Science, Space and Technology U.S. House of Representatives*, *op. cit.*, p. 3.

dirección.²⁸³ Actualmente, junto al *Falcon Heavy*, están en una especie de transición tecnológica, pues en el caso de la cápsula deja de ser un vehículo meramente de carga para ser capaz de llevar tripulación y adaptarse para llevar ambas al espacio.

Por lo anterior, tiene la capacidad de acoplarse automáticamente a la estación espacial (*Dragon 1 Candarm*, *Dragon 2* sin intervención humana). Ambas versiones tienen sistemas similares, pues tanto la cápsula como el *Falcon 9* desde su concepción fueron pensados para llevar tripulación y no solamente carga útil. Por ello, principalmente en el caso de la cápsula, varios de sus componentes habían sido creados antes de la prueba con la *Crew Dragon*, por lo que ya estaban en funcionamiento, así que era más importante enfocarse en desarrollar el sistema para abortar el lanzamiento en caso de alguna falla con tripulación.²⁸⁴

Además, se está trabajando en el alojamiento de la tripulación para que al interior de la cápsula y los sistemas puedan proporcionar aire fresco, remoción de dióxido de carbono, control de humedad, presurización de la cabina, detección de fuego, sistemas de supresión, servicio de comida y basurero. Al igual que la versión de carga, tiene buena tecnología de protección térmica que era uno de los primeros desafíos a los que se enfrentaron los ingenieros al inicio de la compañía.

En cuanto a la manera en que se encuentra conformada, se divide en tres partes:

[...] el cono de la nariz, que protege la nave y el adaptador de acoplamiento durante el ascenso; la nave, la cual alberga a la tripulación y/o la carga presurizada, así como la sección de servicio que contiene la aviónica, el Reaction Control System (RCS), el paracaídas y otra infraestructura de apoyo; y el maletero, que proporciona almacenamiento para la carga no presurizada y se acopla con los paneles solares y los radiadores térmicos.²⁸⁵

También, es considerable hacer una pequeña comparación con respecto al programa ruso, no solamente para observar la manera en que hay una diferencia tecnológica, sino, para mostrar que una de las mejores agencias espaciales a nivel

²⁸³ *Idem.*

²⁸⁴ *Ibid.*, p. 2.

²⁸⁵ *Ibid.*, p. 4.

internacional tiene carencias frente al sector privado. Por lo tanto, algunas mejoras y diferencias con el programa ruso, son:

- La electrónica y el soporte de la cápsula *Dragon* ofrecen mejor rendimiento que el *Soyuz*.
- La cápsula tiene capacidad para siete personas mientras la *Soyuz* solo ofrece tres.
- Tiene la capacidad de llevar más carga presurizada y regresar cargas de la EEI a diferencia de la *Soyuz*.
- Moderno sistema de control electrónico y computacional.
- Mejora en el sistema de control automático.
- Salida simple y segura del vehículo para la tripulación en caso de una emergencia en la plataforma de lanzamiento.
- Mejor visualización de los datos en el ascenso y reentrada.
- Capacidad de la tripulación para iniciar un aborto durante la fase de lanzamiento de la misión.
- Capacidad de la tripulación para iniciar el despliegue de los paracaídas de aterrizaje.
- Capacidad de la NASA para conocer el diseño, producción y probar el vehículo.
- Una reducción entre las fases de separación de los cohetes y naves (*Falcon 9/Dragon*: cuatro separaciones; *Soyuz*: cerca de 8).²⁸⁶

Además, “SpaceX seleccionó el diseño de la *Dragon* para que pudiera ser naturalmente estable a la entrada de la atmósfera de la Tierra, por lo tanto, maximiza las oportunidades de un regreso seguro a la Tierra aún en el caso de la falla total de sistema de control del vehículo”.²⁸⁷ Por lo tanto, el objetivo principal de la cápsula es que puede llevar a salvo a la tripulación a la EEI, mantenerse el tiempo que sea necesario y regresar a la Tierra.

Finalmente, la importancia y relevancia que han adquirido las cápsulas *Dragon* para la NASA y *SpaceX*, ha generado la suficiente certidumbre para que se pretenda que puedan:

[...] ser usadas a largo plazo en las estaciones espaciales. En el presente, los vehículos *Dragon* están bajo contrato por la NASA para llevar cargas útiles a y desde la EEI. En el futuro cercano, también deberían ser capaces de llevar astronautas. Las capsulas *Dragon* pueden hacer mucho más.

²⁸⁶ *Ibid.*, p. 9.

²⁸⁷ *Ibid.*, p. 5.

SpaceX tiene planes para misiones DragonLab automatizadas y tripuladas que puedan volar a la órbita de la Tierra, permanecer ahí por semanas o meses mientras realizan investigaciones con cargas externas o internas y hacer más bajo el costo que el que las estaciones espaciales comerciales ofrecen.²⁸⁸

Cabe mencionar que su última misión se ha llevado a cabo exitosamente con la *Demo-2* que tenía el objetivo de enviar y regresar tripulación de la Estación Espacial Internacional a bordo de la *Crew Dragon*. Ahora está a la espera de obtener la aprobación de la NASA para una siguiente misión llamada *Crew-1* a finales de 2020, como parte de vuelos regulares hacia la Estación desde suelo estadounidense.

3.2.4. El Falcon Heavy

El cohete más poderoso de *SpaceX* en la actualidad, el *Falcon Heavy* realizó su primer vuelo el 6 de febrero de 2018 y ha sido utilizado en dos ocasiones más: el 11 de abril de 2019 con la misión *ArabSat*, y el 25 de junio de 2019 con la misión de la Fuerza Aérea de Estados Unidos, STP-2.²⁸⁹ Se considera que puede llegar a colocar cargas en la órbita baja de la Tierra de cerca de 30 toneladas, sin embargo, existen estimaciones de que puede llegar a tener una capacidad de hasta 63 toneladas en órbita y hasta 14 con dirección a Marte. Únicamente superado por el *Saturn V*.

Tiene un costo de \$90 millones de dólares en vuelo regular y a pesar de que parece ser el mismo modelo al *Falcon 9* con la unión de dos cohetes más a los lados, el diseño del *Falcon Heavy* es diferente, principalmente en esas etapas que se añaden a sus costados y con excepción de la última etapa que es la parte superior de la nave. Consta de 27 motores *Merlin D* en un empuje combinado contenidos en 3 núcleos de motor para la primera etapa (9 en cada uno) y 1 motor para la segunda. Además, tiene un escudo térmico llamado *PICA X*. A pesar de ser una de las naves más ambiciosas y que ya habían sido planeadas desde la concepción del *Falcon 1*,

²⁸⁸ Alan Stern, *op. cit.*, p. 7.

²⁸⁹ SpaceX, *Completed missions*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/missions>, [consultado: 9 de julio de 2019].

su diseño y composición sigue siendo parcialmente reusable. Además, tiene un ancho de 12 metros y una altura de 70 metros.²⁹⁰

Es necesario hacer énfasis en su primer vuelo, pues no solamente significó un éxito el hecho de poner en órbita una nueva nave en su primer intento y además lograr que dos cohetes aterrizaran al mismo tiempo en zonas de aterrizaje paralelas. También, fue un lanzamiento controversial, pues la carga que el FH transportó fue un *Tesla Roadster* rojo y un maniquí nombrado “*Starman*” con dirección a la órbita de Marte.²⁹¹ La decisión fue totalmente tomada por Elon Musk, pues buscaba que el despegue del FH fuese histórico y no quería mandar otro bloque de concreto como se hace con las misiones tradicionales de prueba. Principalmente, tiene un importante significado para el desarrollo de la colonización de Marte, pues el FH es un paso sustancial en lo que estas misiones conciernen, además es una manera de promocionar los automóviles eléctricos de *Tesla Motors*.

3.2.5. El Big Falcon Rocket / Starship

Inicialmente llamado *Big Falcon Rocket* (BFR) el ahora *Starship*, impulsado por el cohete *Super Heavy* (SH), es el proyecto de una nave lo suficientemente capaz de reemplazar al *Falcon 9*, *Falcon Heavy* y *Dragon* en un intento por lograr un vehículo multifacético, tanto en el espacio ultraterrestre como en el Tierra. El principal objetivo del BFR es hacer una vida multi-planetaria,

Ilustración 13 Starship MK1



Fuente: SpaceX, *Dragon*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/dragon>, [consulta: 23 de octubre de 2019].

²⁹⁰ SpaceX, *Falcon Heavy*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/falcon-heavy>, [consultado: 25 de julio de 2019].

²⁹¹ La órbita de Marte fue alcanzada en noviembre de 2018 por el “*Starman*” y se espera que pase por la Tierra hasta 2091.

es decir, está pensado principalmente para desarrollar misiones hacia la Luna, Marte y más allá.

A comparación con las otras naves de *SpaceX*, la *Starship* tiene un diseño totalmente diferente, pues las misiones a las que está dirigido requieren de una mayor capacidad y rendimiento a las de sus predecesoras en la empresa, pero más ambiciosamente pretende superar al *Saturn V* en todas sus características. Es el cohete que Elon Musk había estado persiguiendo desde el nacimiento de su compañía, pues con esta nave aspira colonizar Marte. Cabe destacar que tan pronto se termine de desarrollar el BFR no se van a desechar las naves anteriores, más bien seguirán en funcionamiento hasta que los clientes tengan la confianza de utilizar el BFR y en alguna otra misión que sean requeridos.

Además, se plantea que al igual que la *Dragon* preste servicios de tripulación y carga a la EEI, pero con una mayor capacidad para llevar más toneladas de las que es capaz de transportar el mismo FH, se estima que serán 150. De esta manera, se calcula que la nave limpia tenga un peso de entre 75 y 85 toneladas y también tendrá la habilidad de acoplarse con la estación.

En cuanto a su composición el cuerpo principal del *Starship* constará de un motor en la parte trasera, un tanque de combustible y oxígeno al centro y un espacio para carga útil al frente en la que podría haber una pila completa de *Falcon 1*. Así, el área del motor está conformada por 4 motores Raptor y 2 motores más pequeños al centro los cuales serán utilizados para que entre ambos aterricen la nave o solamente uno en caso de fallar el otro. El área central de la nave contiene el propelente o propulsante que consta de oxígeno (oxidante) y metano (combustible) sub-congelados que al combinarse en la cámara de combustión generarán la energía necesaria para impulsar o acelerar la nave; este espacio tendrá la capacidad de llevar 240 toneladas de metano y 860 toneladas de oxígeno.²⁹²

El área de la carga útil es de unos 825 metros cúbicos, que a su vez se podrá convertir en 40 cabinas o habitaciones para alojar a la tripulación que se pretenda

²⁹² Elon Musk, *op. cit.*

llevar a Marte. Además, entre otros compartimentos, existirá un lugar para el almacenamiento, cocina, estancia de entretenimiento, refugio para las tormentas solares. Asimismo, se contempla que por cuarto entren dos o seis personas para un vuelo de alrededor de cien personas.²⁹³ Un componente nuevo y que parece ser característico de la nave es el ala delta que se encuentra en la parte trasera de la nave.

La razón para eso es expandirla en las misiones en las que se desenvuelve el cohete BFR. Dependiendo el lugar de aterrizaje o de entrada a un planeta o la Luna que no tiene atmósfera, una delgada atmósfera o una densa atmósfera y dependiendo si el reingreso no tiene carga útil en el frente, una pequeña carga o una carga pesada, se debe tener un balance en el cohete que está llegando. [...] Intentamos evitar tener el ala delta, pero es necesario para generalizar la capacidad de la nave para que pueda aterrizar en cualquier lugar del sistema solar.²⁹⁴

También cuenta con un ala delta en la parte posterior de la nave, que del mismo modo sirve para mantener el balance y dirigir el vehículo en su reingreso o aterrizaje.

Además, cuenta con un sistema de recargado de propelante por medio del acoplamiento entre dos naves en la parte posterior de estas. La transferencia de la mezcla se realiza por medio del control del propulsor acelerándolo a la dirección que se quiera vaciar. El valor de recarga se observará cuando se requiera hacer las misiones a Marte, pues se pueden enviar tanques de metano y oxígeno a la órbita baja de la Tierra para rellenar al BFR y después continúe su viaje al planeta. La idea de hacer eso es que solamente se está pagando por el propelante y no por el lanzamiento, pues la reutilización podría hacer posible eso, aunado a que los químicos son baratos.

En cuanto a características más específicas, la nave mide 9 metros de ancho y 106 metros de alto, lo permitirá llevar cargas (satélites, sondas, *rovers*, etc.) mucho más grandes de las que se han puesto en órbita o enviado en alguna misión a otro cuerpo celeste. De hecho, se podría enviar la nave sola y comenzar a recolectar la basura

²⁹³ *Idem.*

²⁹⁴ *Idem.*

que hay en la órbita de la Tierra. Por su parte, los motores Raptor brindan características únicas y diferentes al Merlin, pues:

[Son] 1200 segundos de fuego a través de 42 principales test del motor. Además, el fuego del Raptor [...] podría encender por más de 100 segundos, esto es solo un reflejo del tamaño de los tanques de prueba. La duración del fuego para aterrizar en Marte es de 40 segundos. El motor de prueba actualmente opera a 200 atmósferas, o 200 bar, el motor en vuelo puede llegar a 250 bar y creemos que en poco tiempo probablemente podríamos llegar a un poco más de 300 bar.²⁹⁵

Ilustración 14 Motor Raptor



Fuente: SpaceX, *Dragon*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/starship>, [consulta: 23 de octubre de 2019].

Se espera que los motores *Raptor* tengan la capacidad de empujar cerca de 5 400 toneladas, elevando un vehículo de 4 400 toneladas horizontalmente.²⁹⁶ Por otra parte, se contará con algunos propulsores de aterrizaje, la capacidad para acoplar dos naves BFR y así poder rellenar los tanques de combustible. Además, se espera innovar en sistemas de protección térmica más eficientes, pues son necesarios para la navegación interplanetaria y que también

permitirían una tasa de lanzamientos más grande.

3.3. Los proyectos a futuro

SpaceX parece tener un tiempo más de vida en el desarrollo de la industria espacial, principalmente porque todavía tiene planes bastante concretos sobre su quehacer en el espacio exterior. Según su página oficial, se tienen programadas 37 misiones para los siguientes años, de las cuales faltan las pertenecientes a programas de la NASA la CRS-20. Por ello, su intención continuar poniendo satélites en órbita y abasteciendo a la EEI, tanto con suministros como con la tan esperada tripulación comercial.

²⁹⁵ *Idem.*

²⁹⁶ *Idem.*

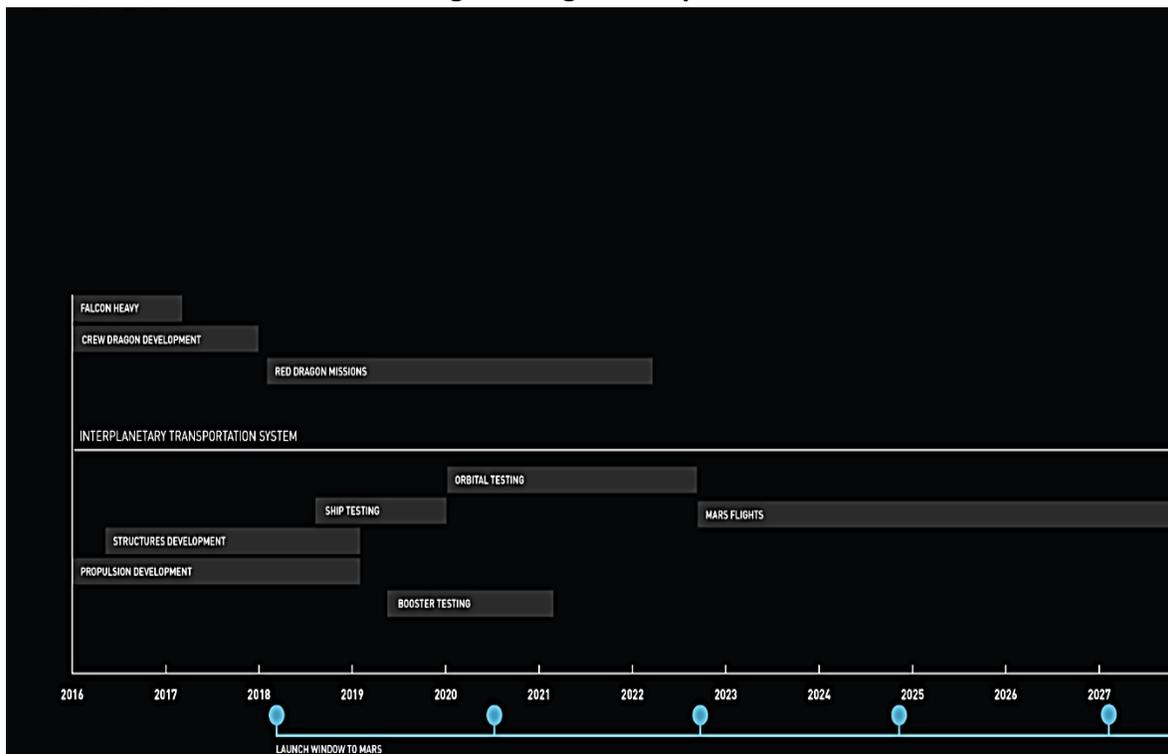
De la misma manera, se espera que a corto plazo siga con sus planes hacia el desarrollo del *Starship*, como una nave de transporte tanto terrestre como espacial, pues tiene la idea de reducir el tiempo de traslado de las personas en la Tierra a alrededor de 30 minutos dependiendo del destino y el lugar del que se parta. Por lo tanto, no hay indicios de que piense innovar en un nuevo cohete o alguna otra nave que le siga al *Starship*, lo que, a la larga, pudiese ser muy contraproducente para la empresa y su historial científico-tecnológico.

Cabe destacar que la creación de una colonia en Marte no es su única visión de llevar a los humanos a otros lugares fuera de la Tierra, pues también se plantea la creación de una base lunar que cuente con una órbita elíptica alta y así evitar el uso de propelente, pero que a la vez la base funcione como una estación de servicio de este combustible. Además, ha sido una de las empresas seleccionadas para llevar a los Estados Unidos a la Luna y Marte. Además, busca incursionar en el campo del turismo espacial con el anuncio de su primer cliente, Yuzaku Maezawa, quien orbitará la Luna como parte de las pruebas del *Starship* planeadas para 2023.

Es probable que ni Elon Musk, ni alguna de las personas de esta generación llegue a ver concretada una vida multi-planetaria concreta y robusta como para decir que se logró el objetivo de *SpaceX*. Sin embargo, es algo que el propio Musk ha tomado en cuenta, pero no ha querido desistir en sus ambiciones porque no hay una verdadera motivación o acontecimiento que se lo impida. Su verdadero estímulo se encuentra en que, si no lo ve realizado, por lo menos estará seguro en que contribuyó a que se lograra.

Hasta ahora, SpaceX ha logrado el eco que ninguna otra empresa le dio a la industria, le brindó una cara al New Space, Fuerza joven de trabajo y con nuevas visiones, Industrias pequeñas y nuevas que revaloran el ecosistema de la industria. Una nueva generación de jóvenes que ven en el espacio un mayor potencial y por ello buscan su acercamiento en la industria desde lo privado, académico o institucional. Inspiración a nuevas generaciones. La importancia de las nuevas generaciones Se cree que es importante una exploración en Marte.²⁹⁷

Figura 4 Sigüientes pasos

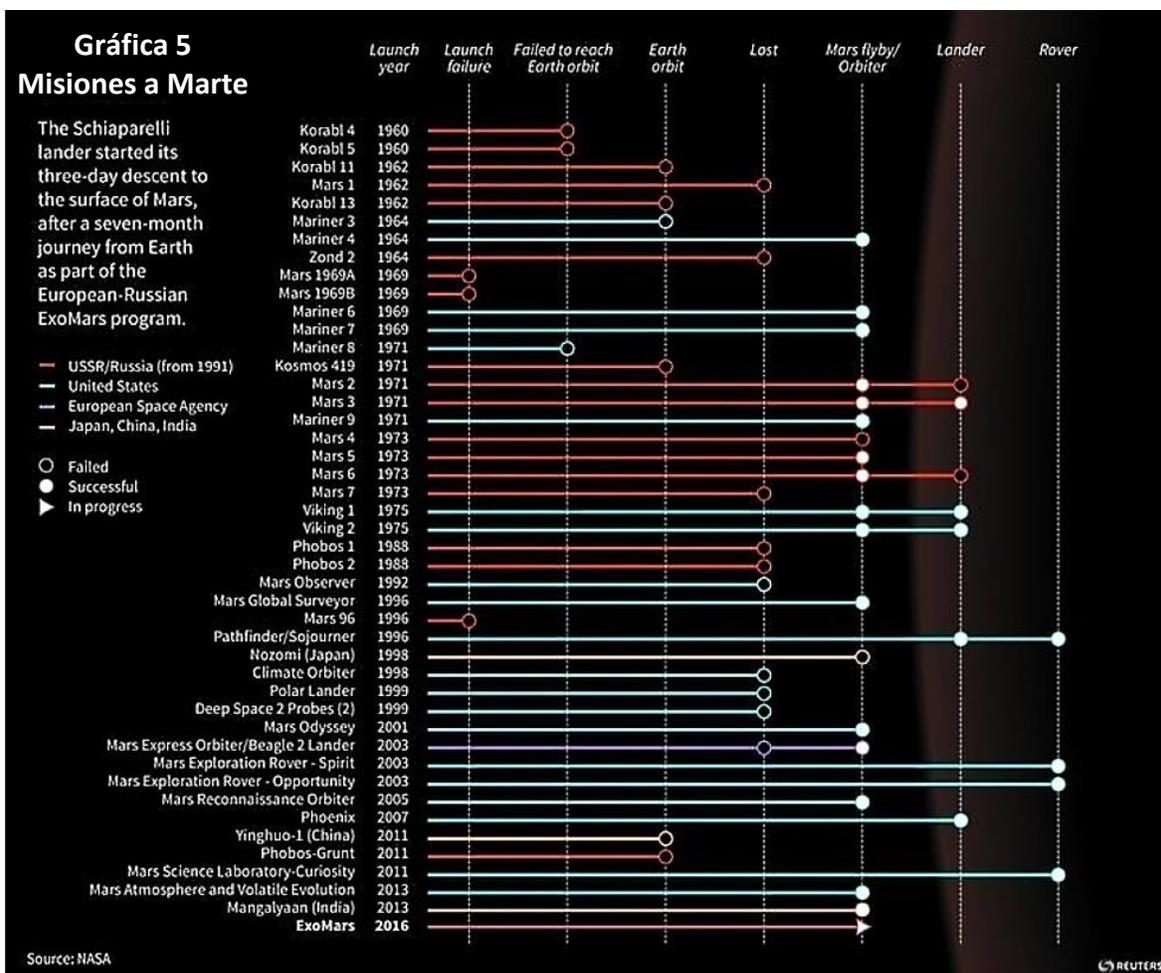


Fuente: SpaceX, *Making life multiplanetary*, [en línea], dirección URL: https://www.spacex.com/sites/spacex/files/making_life_multiplanetary_2016.pdf, [consultado 7 de julio de 2019].

²⁹⁷ Véase: A. Calzada Diaz, M. Daya Codina, J.L. MacArthur, et. al., "Role of the current young generation within the space exploration sector", [PDF], *Elsevier*, 23 de octubre de 2014, 5 pp.

3.3.1. El proyecto de Marte

El viaje a Marte es el proyecto por excelencia de *SpaceX*, ya que fue con la idea de colonizar Marte que inició la fundación de la compañía y es por eso que han perseverado e innovado en varias ocasiones en diferentes campos y niveles. El proyecto a Marte fue presentado oficialmente durante el 68 Congreso Internacional de Aeronáutica en Austria, el 28 de septiembre de 2017. En su presentación, Elon Musk, explicó los logros de la compañía y la manera en que estos impactaban en el camino hacia el planeta rojo.



Fuente: S/a, "¿Dónde nos llevará la tecnología espacial para el año de 2030, y qué significa esto para la vida en la Tierra?", [en línea], *World Economic Forum*, 7 de marzo de 2017, dirección URL: <https://es.weforum.org/agenda/2017/03/donde-nos-llevara-la-tecnologia-espacial-para-el-ano-2030-y-que-significa-esto-para-la-vida-en-la-tierra/>, [consulta: 4 de octubre de 2018].

Se tiene planeado que las primeras misiones se realicen en 2022 por la *Starship* y los cohetes BFR. Este primer acercamiento pretende llevar los sistemas necesarios para iniciar la colonización de Marte, por lo que las misiones tripuladas se harían hasta 2024, con el primer grupo de personas que comenzarán los asentamientos directamente realizados por los humanos. La diferencia de dos años entre cada misión, se debe a que es en ese momento en que la Tierra y Marte alcanzan distancias más cortas para efectuar los viajes, los cuales se estima que tengan una duración mínima de tres meses y máxima de seis.

Así, durante 2024 se espera que sean dos naves de carga y dos de tripulación las que despeguen de la Tierra, se surtan de combustible en la órbita baja e inicien su trayectoria hacia Marte por medio del lanzamiento gravitatorio; este consiste en dar una vuelta a la Tierra para generar el movimiento suficiente para salir expulsado del campo gravitatorio de nuestro planeta y dirigir la nave hacia el encuentro con Marte. También se pueden apoyar del llamado ciclo orbital²⁹⁸ que es un tipo de órbita que se repite cada cierto tiempo entre dos objetos celestes, como el caso de la Tierra y Marte, con el cual se puede llegar al establecimiento de tiempos determinados en los que se puede hacer de su uso para llegar más rápido de un punto a otro.

En el momento en que el BFR llegue a Marte, comenzará un proceso de entrada al planeta, en el cual se calcula que sea a una velocidad de 7.5 k/h, por lo que no se tendría gran problema, pues la baja densidad de su atmósfera hace que el daño a la nave no sea muy significativo, especialmente por la experiencia que se ha ganado con el desarrollo de las misiones con el *Falcon 9*. También se tiene planeado usar el CO² y H²O de Marte y convertirlo en CH⁴ y O², para generar propelente, es decir, usar los mismos elementos de Marte para convertirlos en metano y oxígeno y resurtir el propelente necesario para las maniobras que se deban realizar en el planeta.

Ambas misiones tienen objetivos importantes: la primera misión pretende encontrar fuentes de agua buscando principalmente en los polos del planeta; la segunda, es

²⁹⁸ Véase: Stewart Pelle, Eugenio Gargioli, Marco Berga, *et. al.*, "Earth-Mars cyclers for a sustainable human exploration of Mars", [PDF], *Elsevier*, Torino, Italia, 2019, 9 pp.

más compleja, pues con la intervención humana se realizará la construcción de la planta de energía, depósito de combustible para los BFR, plantas solares para la colonia, refinerías de agua y CO² y almacenes de metano y oxígeno. Por lo tanto, se llevará a cabo el desarrollo de ciudades y la terraformación de Marte.

3.3.2. La *Starlink*

Starlink es un proyecto totalmente llevado a cabo por *SpaceX* en el que pretende enviar 12 000 satélites a la órbita terrestre para brindar banda ancha a los lugares más apartados y de difícil acceso en la Tierra y permitir una conexión de bajo costo y rápida. La primera misión fue llevada a cabo el 23 de mayo de 2019 desde Cabo Cañaveral y liberó, a bordo de un *Falcon 9*, 60 satélites que conformarían la constelación.²⁹⁹ La segunda misión se realizó el 11 de noviembre de 2019 y aterrizó sobre el *droneship* “*Of Course I Still Love You*” en el Océano Atlántico.³⁰⁰ Asimismo, se convirtió en la misión con la carga útil más pesada. Hasta agosto de 2020 se han puesto en órbita más de 600 satélites.

La altitud que alcanzará el proyecto de constelación es de 550 kilómetros, siendo más baja que el de los satélites convencionales, pues estos últimos sobrepasan los 1000 kilómetros, permitiendo que los satélites de *SpaceX* caigan y se incendien en la atmósfera en 1 o 5 años (al terminar su vida útil) a diferencia de otros que podrían tardar años propiciando la basura y restos espaciales. Además, por sí mismos pueden redirigir su ruta para evitar accidentes con otros satélites u objetos.³⁰¹

El plan es que primero se desarrollen los servicios de internet para Estados Unidos y Canadá en 2020, para después implementarlos en todo el mundo en 2021 y poner en órbita un mayor número de satélites a través de 24 lanzamientos con 60 satélites cada uno. Cabe mencionar que las dos primeras misiones lanzadas formaron parte de las pruebas necesarias para concretar el proyecto. Cada satélite pesa aproximadamente en 260 kilogramos y cuentan con cuatro antenas, una celda solar,

²⁹⁹ S/a, “Starlink Mission”, [en línea], *SpaceX News*, 24 de mayo de 2019, dirección URL: <https://www.spacex.com/news/2019/05/24/starlink-mission>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].

³⁰⁰ S/a, “Starlink Mission”, [en línea], *SpaceX News*, 11 de noviembre de 2019, dirección URL: <https://www.spacex.com/news/2019/11/11/starlink-mission>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].

³⁰¹ Starlink, *Starlink*, [en línea], dirección URL: <https://www.starlink.com/>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].

sistemas de propulsión por iones, rastreador de estrellas (sensores de navegación) y un sistema autónomo para evitar colisiones.³⁰²

Cuando la constelación *Starlink* sea puesta en marcha completamente puede generar una ganancia de diez millones de dólares a *SpaceX* por año. Esto se suma a los esfuerzos de otras compañías por lograr un proyecto de esta misma magnitud, como *Amazon* y *OneWeb*. Gwynne Shotwell ha dicho que tanto Musk como la Fuerza Aérea de Estados Unidos han estado haciendo pruebas de manera comercial y civil con los satélites y han sido cientos de veces más rápidas que las conexiones convencionales. Los satélites enviados en la primera misión han mejorado su tecnología, pero todavía se espera que los siguientes modelos puedan comunicarse entre sí, evitando la pérdida de información.³⁰³

Finalmente, se espera que el prototipo para conectar a los clientes con los satélites se ponga en marcha a la mitad del siguiente año, a través de la contratación directa o de las compañías con las que *SpaceX* trabaje y el apoyo de los gobiernos. Cabe mencionar que este proyecto no forma parte de la base principal de *SpaceX*, pues la empresa se dedica principalmente al desarrollo y manufactura de cohetes y naves espaciales.³⁰⁴

³⁰² *Idem*.

³⁰³ Jackie Wattles, "Here's what you need to know about SpaceX's Starlink internet services", [en línea], *CNN Business* .com, 26 de octubre de 2019, dirección URL: <https://edition.cnn.com/2019/10/26/tech/spacex-starlink-elon-musk-tweet-gwynne-shotwell/index.html>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].

³⁰⁴ *Idem*.

Conclusiones

En los últimos años el sector espacial ha cambiado y progresado en su totalidad a un ritmo interesante con resultados comparables a los obtenidos durante la carrera espacial en la Guerra Fría. Tal desarrollo viene de la mano con empresas privadas, actores que parecían ajenos al espacio ultraterrestre, pero han mostrado su importancia que antes no era evidente. *SpaceX* es el ejemplo perfecto, pues los hitos que ha logrado, sus características y ambiciones la han dotado de un prestigio único a nivel internacional.

El presente estudio sobre el papel de los Estados, las empresas y el caso de *SpaceX* en el sector espacial lleva a dimensionar la importancia que tiene el espacio ultraterrestre en el contexto actual. A primera vista, dicha relevancia se observa en las telecomunicaciones con el desarrollo de satélites y nano satélites que favorecen el acceso y la rápida transferencia de información, principalmente impulsada por la era digital y la Globalización, pero que tiene implicaciones más profundas y se ven reflejadas en la Economía Espacial Global actual, como ya se ha mostrado. Así, con el término de esta tesis se alcanzan varias conclusiones y reflexiones que pueden ser importantes para estudios posteriores, lo que hace pertinente dividir las con respecto a los capítulos desarrollados y una en sentido general.

Primero, como en muchos otros ámbitos, los Estados fueron los principales desarrolladores del sector espacial. Sus motivaciones versaban en las cuestiones militares y de seguridad, siendo tales sus objetivos que muchos de los científicos que trabajaron en la tecnología balística de Alemania durante la Segunda Guerra Mundial fueron llevados a Estados Unidos (caso representativo fue Wernher Von Braun). Sin embargo, el mayor estímulo e interés por la industria espacial se reflejó en los 12 años de la carrera espacial y se fue relajando con la llegada de las misiones Apolo a la Luna y el fin de la Guerra Fría en 1991. Después, los programas tuvieron una intención mayoritariamente científica y de descubrimiento, aunque hasta la actualidad la utilidad bélica no se ha perdido de vista, como lo demostró el gobierno de los EUA al oficializar en 2019 su Fuerza Espacial como sexto brazo armado de las Fuerzas Armadas de este país.

Al respecto, es más que necesaria una revisión y actualización de los Tratados del Espacio Ultraterrestre, ya que han sido rebasados por las nacientes actividades que tanto Estados como empresas pretenden llevar a cabo, siendo los temas más álgidos la militarización, el turismo y la minería espacial. La primera lleva a repensar lo que se entiende por la no militarización del espacio ultraterrestre y otros cuerpos celestes (artículo IV del Tratado del Espacio de 1967), pues se prohíbe la puesta en órbita de armas de destrucción masiva, pero no hace referencia al armamento convencional o más sofisticado como láseres u ondas electromagnéticas; cuestión que raya en lo ambiguo, ya que no es entendible lo que los tratados refieren como “objetos espaciales” (artículo I del Convenio de 1971), pues en lo cotidiano se piensa en “objetos” como cosas materiales y tangibles, pero rayos y ondas no entran bajo ese concepto. Sin embargo, el mismo artículo IV no impide el uso de unidades militares con fines pacíficos y/o científicos, lo que posibilita la creación de fuerzas armadas, en este caso de los EUA. El segundo también remite a confusión, pues tampoco hay una explicación sobre el estatus de los “turistas espaciales”, solamente se hace la aclaración para los astronautas en el artículo V, aunque dentro del Acuerdo de 1967 se hace referencia a la “tripulación de la nave” que podría englobar a turistas y en el Acuerdo de 1979 se explica que toda aquella persona que se encuentre en la Luna se considerará como astronauta.

El tercero ha sido bastante debatido por la preocupación que denota la propiedad de los recursos espaciales que se pretende extraer con la minería espacial, pues como tal el Tratado del Espacio prohíbe la apropiación del espacio y otros cuerpos celestes, pero no hace lo mismo con sus recursos, a decir verdad no los menciona. Lo más cercano a esto es el párrafo dos del artículo VI del Acuerdo de 1979 que permite la utilización de los minerales y sustancias de la Luna en cantidades adecuadas como apoyo a las misiones científicas. Sin embargo, los recientemente firmados Acuerdos Artemisa aprueban abiertamente la extracción de recursos minerales por parte de compañías privadas para su posterior venta a países, además, consienten el establecimiento de “zonas de seguridad” para las actividades de empresas y Estados en la Luna; argumentando que dichas zonas (y los Acuerdos

como tal) están acorde con la regulación internacional espacial. Amargamente las ambigüedades de los Tratados del Espacio permite este tipo de acciones.

El énfasis que le otorgan los Acuerdo Artemisa a las empresas denota la importancia de estas para los países, cuestión que, como se ha mostrado en este estudio, no es algo nuevo para la industria, especialmente para Estados Unidos. El papel que las compañías han desarrollado data del inicio de la Guerra Fría (en ese momento imperceptible) en donde servían como proveedoras de materiales, herramientas y mano de obra para las actividades espaciales. Sin embargo, el fin del conflicto supuso una disminución de la presencia de los EUA en el sector espacial (aunque su liderazgo se conservó), ya que la competencia que mantenía con la URSS había desaparecido dejando un ambiente de cooperación estatal reflejada en la Estación Espacial Internacional y algunas otras misiones de exploración espacial, permitiendo una entrada más visible para las empresas privadas. Además, esa misma relajación supuso menor presupuesto al sector espacial, que se fue mermando, entre otras cosas, por los accidentes de los transbordadores espaciales y que terminaron por ser suspendidos en 2011, cuestionando su rentabilidad y seguridad. Tales acontecimientos presentaron un cambio de política para Estados Unidos que resultó en la contratación de empresas privadas bajo el *Commercial Crew and Cargo Program Office* y los *Space Act Agreements*.

A pesar de los cuestionamientos al espacio, su importancia y utilidad no ha sido demeritada. Ya sea desde los avances tecnológicos cotidianos hasta las innovaciones en los servicios de lanzamiento esto se ve reflejado en programas como: Artemisa, *New Frontiers*, Programa de Exploración Chino, Aurora, *Event Horizon Telescope*, entre otros. Numéricamente el interés ha ido en aumento en los últimos años como se muestra en la Economía Espacial Global, siendo sus mayores activos la industria satelital que en 2018 representó 277 mil millones de dólares (77%) de los 360 mil millones de la EEG. Cabe mencionar que el total de satélites orbitando la Tierra datan alrededor de 5 mil de los cuales 1 900 están operativos. Asimismo, los lanzamientos han ido incrementando en los últimos 10 años pasando de 90 a 114 de 2017 a 2018 respectivamente.

Se concluye, entonces, que las causas del rezago o mejor dicho la disminución de la presencia de los Estados en el espacio fue por un periodo entre el término de la Guerra Fría y las actuales pretensiones por regresar a la Luna e ir a Marte, siendo el remanente más visible de las actividades espaciales la puesta en órbita de la Estación Espacial Internacional a principios de siglo. Los Estados no han perdido su papel dentro del desarrollo del sector espacial. Siempre ha existido una buena relación entre compañías y gobiernos, principalmente porque las primeras resultaban de gran apoyo. Países como Estados Unidos prefirieron disminuir, en algunos aspectos, su participación en la industria espacial por los altos costos y los accidentes con sus proyectos. Sin embargo, hay otros países que siguen teniendo mayor preeminencia que las empresas que los abastecen como es el caso de la República Popular China, India o Rusia. Por otra parte, lo ambiguo de los Tratados del Espacio sobre las empresas hace permisibles varias de las actividades previstas para el espacio, pues hacen falta bastantes definiciones y regulaciones hacia conceptos y sectores específicos. Cabe cuestionar si la desactualización de los tratados ha sido tolerada para justificar la mercantilización del espacio ultraterrestre.

Segundo, empresas como *Boeing* y *Lockheed Martin* han sido importantes para el desarrollo de la industria espacial de Estados Unidos, siendo su principal apoyo tecnológico. La conclusión de la Guerra Fría condujo al advenimiento de dos “olas” de empresas al sector espacial. Las primeras nacieron aproximadamente al final del siglo XX, sin embargo, no tuvieron el apoyo ni las habilidades necesarias para sobrevivir; las segundas fueron fundadas en los primeros años del siglo XXI, el momento en el que la política espacial de los EUA tomaba el rumbo necesario para que las compañías obtuvieran experiencia para cumplir objetivos a mediano plazo (cuestión que es visible actualmente). Estas empresas se consideraron como *New Space*, pues observan al espacio ultraterrestre como un nuevo modelo de negocios diferente al de las agencias estatales, simbolizando un cambio cultural en la contribución de las compañías al sector.

Las empresas *New Space* han demostrado ventajas competitivas para el espacio exterior que se reflejan en una diversificación y diferenciación de las actividades. La

primera se muestra con el desarrollo de plataformas espaciales comerciales (hoteles, estaciones, etc.), cohetes, satélites, funerales espaciales, turismo, minería y colonización; la segunda se observa en la división entre las actividades que realizan las agencias espaciales que son principalmente de exploración y defensa y las empresas que se dedican a las comerciales. Esto también expone las ventajas competitivas de las empresas para el espacio exterior, principalmente: la flexibilidad, innovación (tamaño, reutilización, etc.), sostenibilidad, menor compromiso político, abaratamiento de procesos y productos (parte fundamental).

Tanto el turismo como la minería espacial son modelos de negocio bastante atractivos para varias empresas privadas que incursionan en el sector espacial. A pesar del reto que representan estas actividades, las estimaciones sobre su valor han generado que un cierto sector empresarial comience a desarrollar la tecnología necesaria para lograr sus objetivos. Sin embargo, la minería es más compleja, pero mucho más redituable y benéfica que el turismo espacial, pues con las evaluaciones realizadas sobre la cantidad de minerales que contienen los asteroides, las capacidades de innovar y avanzar en la exploración espacial se hacen mucho mayores. Además, ayudaría a impulsar otras áreas y permitiría el suministro o sobre abastecimiento de los materiales necesarios para los diversos sectores en los que los costos también podrían verse reducidos (considerando la ley de la oferta y la demanda); aunque es pertinente mencionar que el nivel tecnológico actual no permite que por ahora se logren tales hazañas, pues se requieren inversiones bastantes elevadas tan solo para poner en órbita la maquinaria necesaria para extraer los recursos.

Si bien la gran mayoría de las empresas espaciales provienen de Estados Unidos no quiere decir que otros países no apuesten por el sector privado, siendo los casos más relevantes China con *China Aerospace Science and Technology Corporation* y Rusia con *Glavkosmo*, ambas son importantes para el desarrollo de la industria y políticas espaciales de su respectivo país. La unión entre empresas y Estados supone un apoyo que beneficia a ambas partes. Aunque, también, es necesario mencionar que las investigaciones privadas podrían ser más variadas, pues al no

seguir las directrices de un Estado permitiría que el sector académico o científico pueda pagar por los servicios de alguna empresa y realizar los estudios que consideren necesarios para llevar a cabo sus proyectos.

Se concluye, entonces, que el avance tecnológico de las empresas puede llegar a ser comparable con el que se dio en la carrera espacial durante la Guerra Fría; no obstante, se debe de tomar en cuenta que las compañías *New Space* comenzaron a partir de ciertos conocimientos obtenidos por las agencias estatales durante el conflicto entre las dos potencias, por lo que es difícil medir si empresas o Estados han tenido mayor o menor progreso en el sector ya que los contextos son diferentes. Se puede hacer cierto tipo de símil entre el tiempo y las capacidades económicas diciendo que: el mayor avance de los Estados se dio durante la carrera espacial, de ahí han pasado más de 50 años sin un progreso significativo, es más, hubo una suspensión (principalmente en inversión) que duró hasta los años recientes y que revivió con los proyectos espaciales hacia la Luna. Aun así, las empresas con su corta existencia han demostrado que tienen el potencial para llegar más rápido y más lejos en su desarrollo espacial que los países, así como de ser fundamentales para llevar a cabo ciertas actividades como la minería espacial, sin embargo, la cooperación con las agencias estatales es sumamente importante y necesaria. Finalmente, es verdad que el espacio puede ser altamente potenciado por las compañías, pues es debido a sus ventajas competitivas que sus enfoques y limitaciones son diferentes. La gran utilidad de las empresas se observa cuando se insertan en sectores donde las agendas estatales no pueden o estén interesadas en incursionar plenamente. Muchas otras áreas se han beneficiado de su introducción y el espacio exterior no tendría por qué ser diferente.

Tercero, *SpaceX* es una de las empresas del sector espacial con mayor reconocimiento a nivel internacional. Status que no ha sido espontáneo, pues ha tenido que pasar por una larga trayectoria tecnológica que va de la mano con la innovación como una de sus principales ventajas competitivas, misma que la ha llevado al desarrollo de una familia de cohetes reutilizables que han sido utilizados para transportar distintos tipos de carga a la órbita terrestre, bajo importantes

contratos con la NASA y otras compañías. Dicha familia está compuesta por el *Falcon 1*, *Falcon 9*, *Falcon Heavy*, *Starship* (en desarrollo) y la cápsula *Dragon*.

La innovación alcanzada por la empresa es la más tangible de sus ventajas competitivas y se observa en la construcción de sus naves, permitiendo su reutilización debido al sistema de aterrizaje remoto con el que cuentan; otra ventaja es su flexibilidad de diseño que permitió una variación en los materiales de sus productos; aunado a su flexibilidad financiera que la hace capaz de adaptarse y arriesgarse económicamente. Esto hizo que la empresa lograra reducir significativamente los costos de lanzamiento de cohetes espaciales a 62 millones de dólares con el *Falcon 9* a comparación del *Soyuz* que ronda los 90 millones por viaje (recordando que eran el medio por el cual Estados Unidos llegaba al espacio ultraterrestre), ambos catalogados como cohetes pesados.

Es remarcable mencionar que *SpaceX* ha recibido mucho apoyo técnico y presupuesto de la NASA, debido a que esta es la principal contratista de la empresa desde la implementación del COTS. En los últimos diez años la empresa ha alcanzado varios hitos comparables con los Estados y entre los más destacados han sido: la puesta en órbita de la cápsula *Dragon* en 2012; el primer aterrizaje de un cohete después de desplegar carga en la órbita terrestre en 2016; y llevar y regresar a salvo a dos astronautas a la EEI después de 60 días a bordo de la *Crew Dragon* en 2020 (momento en que el mundo se encontraba en una crisis sanitaria), siendo la primera empresa en lograr esta hazaña.

Además del desarrollo de cohetes que ofrece *SpaceX* sus servicios se han ampliado con la ambiciosa puesta en órbita de una constelación de satélites, *Starlink*, capaces de ofrecer internet a todo el mundo; misma que ha sido bastante criticada por la comunidad científica, ya que los satélites generan reflejos de luz que estropean y entorpecen las observaciones de los telescopios en la Tierra debido a la contaminación lumínica que ya es bastante por la proveniente de las ciudades. Estas observaciones no solamente sirven para estudiar el espacio, sino, como prevención a los posibles impactos de asteroides. *SpaceX* ha propuesto soluciones a los inconvenientes, como el lanzamiento de *Darksats* y *Visorsats* para reducir la

cantidad de luz reflejada, sin embargo, no terminan de ser suficientes para paliar con el problema. El propio Musk ha declarado que los telescopios podrían ser lanzados a la órbita por medio de sus cohetes. Un movimiento interesante por parte del fundador de *SpaceX*: brindar una solución a los problemas que su misma compañía genera ofreciendo otro servicio.

Se concluye, entonces, que el nivel tecnológico desarrollado por *SpaceX* ha sido bastante visible y significativo, tanto que se ha convertido en uno de los principales contratistas del gobierno estadounidense en relación a empresas que ya tienen mayor experiencia y son más grandes como *Boeing* y *Lockheed Martin*. A pesar de que sus competidores tienen trayectorias fuertes que los respaldan, como el caso de la ULA que lleva saldo blanco en sus lanzamientos, *SpaceX* ha sabido sacar provecho de sus ventajas competitivas y al contexto en el que surgieron las empresas *New Space*. La comparación que se puede obtener con respecto a los Estados es que: por un lado, una potencia logró en poco menos de una década llegar a la Luna en múltiples veces con un gran presupuesto y toda la maquinaria del Estado detrás; por el otro, una pequeña empresa que nació de un capital reducido y que solamente tenía tres intentos para continuar en la industria espacial, logró en menos de diez años poner en órbita cohetes reutilizables lo suficientemente capaces de llevar carga útil a la EEI. Sin embargo, no se debe de perder de vista que se ha beneficiado bastante de la NASA y el *feedback* que esta le brindó desde su fundación. Por ello, la innovación alcanzada por *SpaceX* se puede abrir el panorama para que más empresas comiencen a incursionar en el sector espacial. En definitiva, es claro que *SpaceX* es el comienzo de algo mucho más grande.

En general y atendiendo a la hipótesis de esta investigación, se puede concluir que las empresas han tenido un impacto importante y favorable para el desarrollo del espacio ultraterrestre gracias a sus ventajas competitivas y el relevo de los Estados se dio por cuestiones de seguridad y económicas. Sin embargo, los países no han liberado por completo el sector, más bien han dejado privatizar algunas partes de este, especialmente si se pone como ejemplo a los EUA y los contratos entre *SpaceX* y la NASA. Dicho de otra manera, se ha dado una división del trabajo en

donde los Estados se centran en las actividades científico-militares (defensa e inteligencia) y las empresas en las económico-mercantiles (civiles, comerciales y eventual explotación), ambas comparten la intención de colonización y dejan la exploración al sector académico, que dicho sea de paso es un pilar vital para la realización de las actividades mencionadas. Es gracias a la aparición e inclusión de nuevos actores en la globalización que se ha dado este fenómeno. Ante esto, la carrera espacial de este siglo se lleva a cabo en diversos niveles, pues tanto empresas como Estados tienen múltiples objetivos en los que algunos buscan el establecimiento de hoteles o estaciones espaciales; otros se enfocan al turismo y la minería; otros tantos pretenden regresar a la Luna; pero sin duda el más grande y ambicioso de ellos es colonizar Marte, como apunta *SpaceX*.

Por otro lado, si bien esta tesis centró su estudio en *SpaceX* y las empresas del sector espacial, cabe reflexionar que en México el impulso que se ha dado al espacio exterior ha sido principalmente a través de la Agencia Espacial Mexicana (AEM) de la mano con la iniciativa privada como el *MXSpace* y el apoyo del sector académico, principalmente de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional; fenómeno conocido como la “Triple Hélice” (gobierno, iniciativa privada y academia). Ejemplos claros de esto se observan en los estados de Querétaro y Baja California, según la *MXSpace Magazine*, el primero se ha desarrollado por alrededor de 10 años y sus exportaciones llegan a los 7 mil millones de dólares con un crecimiento del 15 por ciento anual. El segundo, contiene a 90 de las 300 empresas dedicadas a la industria aeroespacial del país y exportan dos mil millones de dólares al año, generando 30 mil empleos.

Sin embargo, con el poco interés y desapego de la política del actual gobierno hacia los sectores estratégicos para el desarrollo del país, se ha mermado la capacidad de acción de las instituciones públicas y ese es el caso de la AEM, quien a pesar de haber sufrido una reducción de presupuesto sigue siendo la punta de lanza para el progreso aeroespacial de México. Es notable que las empresas por sí mismas, debido a sus capacidades tecnológicas y económicas son las que han podido continuar su avance en el sector espacial, a pesar de que siguen sin ser lo

suficientemente grandes para competir plenamente en el mercado internacional. Un caso similar ocurre con la academia, pues existen iniciativas como *UNAM Space* que ha aprendido muchos de los conocimientos de países como Polonia y Australia.

De esta manera, la importancia de este trabajo para México es resaltar la necesidad del país por retomar y potenciar el sector espacial, principalmente poniendo atención a la iniciativa privada que dadas sus capacidades puede desenvolverse con mayor libertad y plantear diferentes metas que ayuden al desarrollo de la industria espacial en México, a pesar de parecer tan lejana y no ser de interés nacional, ni de la administración actual. La idea es que con el tema propuesto se pueda hacer hincapié en que es necesario para México y que ayude a otros estudiosos de las Relaciones Internacionales a mirar otras disciplinas como la Ciencia y la Tecnología con la misma importancia que se observa a la política, la economía, la seguridad nacional y otras tantas materias comunes para las RI.

Así, sería interesante mostrar algunos de los aprendizajes que puede obtener México de lo realizado por Elon Musk y *SpaceX* dentro del sector espacial: una es que no son necesarias grandes inversiones para establecer una gran industria espacial como lo hizo *SpaceX* y que ahora parece ser que se comienza a lograr con la *MXSpace*. Además, la conjunción de otras industrias propias de México para que sean las proveedoras de las herramientas, materiales y recursos para que los precios sean menores, tal como Elon Musk ha realizado con *SpaceX* y sus otras empresas que sería una de sus principales ventajas competitivas. Es decir, generar lo que se conoce como integración vertical, en la que empresas como *Tesla* y *SolarCity* proveen a *SpaceX* de componentes de las naves como baterías y paneles solares o de *The Boring Company* quien fue la encargada de proveer la infraestructura y moldear los terrenos para los proyectos de *SpaceX*. Por lo tanto, en México es necesario buscar que los esfuerzos aislados que hay entre la diversas instituciones, empresas y universidades se conjunten, enfocándose en las fortalezas existentes y potenciando las capacidades pretendiendo expandir los campos de acción mexicano y propiciando el apoyo material para el crecimiento de la industria en general en el país.

Es aquí donde México debe poner atención a dos cuestiones importantes: la primera es reforzar y mantener las ventajas competitivas y sectores fuertes en los que la AEM y el sector académico han puesto bastante atención y se buscan perfilar como pioneros a nivel regional. La segunda se refiere a la integración y reenfoque de los parques tecnológicos existentes en el país que se encuentran muy desarticulados y desvinculados entre sí y del mismo CONACYT a pesar de existir una ley vigente de Ciencia y Tecnología que supone una dirección para las instituciones científicas del país. Por otra parte, la implementación de la Agencia Latinoamericana y Caribeña del Espacio (ALCE) con Argentina en octubre de 2020, supone cooperación entre ambos países y los que se unan a la iniciativa, caso que puede tomar como referencia la experiencia de la ESA al ser también una organización regional espacial.

Finalmente, la exploración espacial es una carrera por reafirmar la naturaleza humana sobre la supervivencia y la curiosidad. Si en algún momento se piensa por qué no se ha regresado a la Luna o llegado a otro cuerpo celeste, se debe tener en cuenta el contexto, la tecnología y los costos materiales e inmateriales que requiere una misión, pues no es la misma situación que hace 50 años. Los objetivos actuales ya no solamente versan en llegar a la Luna y salir victorioso de un conflicto, no hay prisa por salir al espacio de una manera torpe para que solamente se generen riesgos. El espacio ultraterrestre ya dejó de ser exclusivo para los Estados, ahora hay nueva carrera espacial con nuevos actores, nuevas tecnologías, nuevos y más objetivos, nuevas actividades y una sola intención: salir al espacio exterior.

Fuentes de consulta

Bibliografía

- ❖ Bueno Castellanos, Carmen, “La empresa red: su estructura y su lógica” en *Configuraciones productivas en la globalización*, [PDF], Universidad Iberoamericana, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, pp. 163-187.
- ❖ Caldusch, Rafael, *Capítulo 4, Las Relaciones Internacionales*, Madrid, Ediciones Ciencias Sociales, 1991, 14 pp.
- ❖ De Sousa Santos, Boaventura, “Los procesos de globalización” en *La caída del Angelus Novus. Ensayos para una nueva teoría social*, [PDF], pp. 167-242.
- ❖ Gómez Viquez, Hortensia; Rico Flores, Gabriela, “El paradigma de biotecnología y la medicina genómica: ¿Un obstáculo o una oportunidad de integración para la industria farmacéutica mexicana?” en *Innovación y competitividad en la sociedad del conocimiento*, [PDF], Plaza y Valdés editores, pp. 77-106.
- ❖ Gutiérrez Espada, Cesáreo, *La responsabilidad internacional por daños en el derecho del espacio*, Universidad de Murcia, 132 pp.
- ❖ Marquina Sánchez, María de Lourdes, “Aportación de las Relaciones Internacionales a los estudios sociales de tecnología” en *Perspectivas Latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad*, Siglo XXI editores, pp. 154-158.
- ❖ Medellín Cabrera, Enrique, “Innovación tecnológica y desempeño” en *Construir la innovación, gestión de tecnología en la empresa*, [PDF], México, Siglo XXI editores, 2013, pp. 21-37.
- ❖ Mejía, Martha C., *La órbita geoestacionaria*, [PDF], Biblioteca jurídica virtual del instituto de investigaciones jurídicas de la UNAM, 43 pp.
- ❖ Mejía, Martha, *Propiedad privada y soberanía en el espacio*, [PDF], Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 36 pp.

- ❖ Rojo Salgado, Argimiro, *Globalización y crisis de la política: la necesidad de instaurar un espacio público*, [PDF], VII Congreso Español de Ciencia Política y de La Administración, 18 pp.
- ❖ Rosas, María Cristina; López Salas, Luis Ismael, *México y la seguridad espacial en el siglo XXI*, México, Centro de Análisis e Investigación sobre Paz, Seguridad y Desarrollo Olof Palme A.C., 2019, 477 pp.

Cibergrafía

- ❖ Academia Mexicana de la Ciencias, “El legado del Programa Apolo”, [en línea], *Global UNAM*, dirección URL: <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=69050>, [consulta: 16 de julio de 2019].
- ❖ Alonso, Abraham, “10 consecuencias de viajar al espacio”, [en línea], *Muy Interesante .com*, dirección URL: <https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/10-consecuencias-de-viajar-al-espacio-181466496188>, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ Amos, Jonathan, “Why India’s Mars misión is so cheap—and thrilling”, [en línea], *BBC News .com*, 24 de septiembre de 2014, dirección URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-29341850>, [consulta: 2 de septiembre de 2019].
- ❖ Arana, Ismael, “La misión espacial tripulada china Shenzhou-11 despegó con éxito”, [en línea], *El Mundo .es*, 17 de octubre de 2016, dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/17/580411d9e2704e25598b4599.html>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Arreola Santander, Mario M., “¿Qué hay detrás del programa espacial de China?”, [en línea], *Hacia el Espacio .com*, 1 de enero de 2014, dirección URL: <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=71>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].
- ❖ Barabanov, Pável, “El programa espacial Soyuz-Apollo”, [en línea], *RT .com*, dirección URL: https://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_9.html, [consulta 6 de septiembre de 2019].

- ❖ Barredo, Álex, “China detalla su ambicioso plan espacial: llegar a Marte antes que Europa y Rusia”, [en línea], *La Vanguardia* .com, 29 de diciembre de 2016, dirección URL: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20161229/412968992675/marte-china-conejo-de-jade-exploracion-espacial-change-2020.html>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Bonasio, Alice, “The Startup that wants to use Virtual Reality to make the world a better place (from space)”, [en línea], *Forbes* .com, 6 de junio de 2018, dirección URL: <https://www.forbes.com/sites/alicebonasio/2018/06/06/the-startup-that-wants-to-use-virtual-reality-to-make-the-world-a-better-place-from-space/#1d6483952e56>, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ Duarte Muñoz, Carlos, “A 40 años del lanzamiento de las naves Voyager 1 y 2”, [en línea], *Hacia el Espacio*, 2018, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=748>, [consulta: 17 de septiembre de 2018].
- ❖ Duarte Muñoz, Carlos, “Galileo: el sistema europeo de navegación por satélite”, [en línea], *Hacia el Espacio*, 1 de septiembre de 2018, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=381>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Duarte Muñoz, Carlos, “NewSpace la nueva frontera del desarrollo espacial nos traerá muchas sorpresas”, [en línea], *Hacia el Espacio*, 1 de diciembre de 2016, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=433>, [consulta: 20 de mayo de 2019].
- ❖ Freund, Alexander, “Wernher von Braun: el ingeniero estrella de los nazis, clave en la conquista de la Luna”, [en línea], *Deutsche Welle* .com, 9 de julio de 2019, dirección URL: <https://p.dw.com/p/3LoFk>, [consulta: 10 de julio de 2019].

- ❖ Genteuil, Stéphanie, “El sector privado y la eficacia del desarrollo”, [en línea], *Development Cooperation Network*, agosto de 2011, dirección URL: https://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/Secteur_Prive_-français_2_3_ES.pdf, [consulta: 10 de diciembre de 2018].
- ❖ Guimón, Pablo, “SpaceX pone a dos astronautas en órbita y marca un hito en la carrera espacial privada”, [en línea], *El País .com*, 31 de mayo de 2020, dirección URL: <https://elpais.com/ciencia/2020-05-30/sigue-en-directo-el-lanzamiento-de-la-nave-espacial-dragon-crew.html>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].
- ❖ Heiney, Anna, “NASA, SpaceX targeting october for next astronaut launch”, [en línea], 14 de agosto de 2020, dirección URL: <https://blogs.nasa.gov/commercialcrew/2020/08/14/nasa-spacex-targeting-october-for-next-astronaut-launch/>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].
- ❖ Hidalgo, Sergio, “¿Cuándo y dónde caerá la estación espacial china Tiangong-1?”, [en línea], *códigoespagueti .com*, 29 de marzo de 2018, dirección URL: <https://codigoespagueti.com/noticias/cuando-donde-caera-estacion-espacial-tiangong-1/>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Jasso, Carlos, “EE.UU. no ve el espacio exterior como un bien común global’: Trump firma una orden para la extracción comercial de los recursos naturales de la Luna”, [en línea], 7 de abril de 2020, *Rusia Today .com*, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/349080-eeuu-espacio-bien-comun-global-trump-extraccion-recursos-luna>, [consulta: 18 de octubre de 2020].
- ❖ Kent, Lauren, “Los viajes largos al espacio podrían destruir el estómago de los astronautas y causar cáncer, según estudio financiado por la NASA”, [en línea], *CNN .com*, 2 de octubre de 2018, dirección URL: https://cnnespanol.cnn.com/2018/10/02/los-viajes-largos-al-espacio-podrian-destruir-el-estomago-de-los-astronautas-y-causar-cancer-segun-estudio-financiado-por-la-nasa/?fbclid=IwAR0xVLqg3vvicBkZtKI_wqthMDTlvOcVqPNuU-e0_tSk5VwrnLYPqxJnfHY, [consulta: 17 de octubre de 2019].

- ❖ Limón, Raúl, “La primera misión espacial tripulada de EE UU en una década vuelve a casa”, [en línea], *El País* .com, 2 de agosto de 2020, dirección URL: <https://elpais.com/ciencia/2020-08-02/la-primera-mision-espacial-tripulada-de-ee-uu-en-una-decada-vuelve-a-casa.html>, [consulta: 10 de septiembre de 2020].
- ❖ Macho Stadler, Marta (edit), “Seis tecnologías espaciales que podemos usar para mejorar la vida en la Tierra”, [en línea], *Mujeres con Ciencia*, 10 de febrero de 2019, dirección URL: <https://mujeresconciencia.com/2019/02/10/seis-tecnologias-espaciales-que-podemos-usar-para-mejorar-la-vida-en-la-tierra/>, [consulta: 2 de septiembre de 2019].
- ❖ Marín, Daniel, “El primer paso en la colaboración entre Rusia y China en el espacio”, [en línea], dirección URL: <https://danielmarin.naukas.com/2018/03/04/primer-paso-en-la-colaboracion-entre-rusia-y-china-en-el-espacio/>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].
- ❖ Martí, Anna, “17 tecnologías y productos que tenemos gracias a la carrera espacial: desde energía solar hasta fruta deshidratada”, [en línea], *Xataka* .com, 9 de julio de 2017, dirección URL: <https://www.xataka.com/espacio/17-tecnologias-y-productos-que-tenemos-gracias-a-la-carrera-espacial-desde-energia-solar-hasta-fruta-deshidratada>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].
- ❖ Martí, Anna, “Con repelente para tiburones, 20 kilogramos de peso y muy cinematográfico: así fue el primer traje espacial”, [en línea], *Xataka* .com, 12 de febrero de 2017, dirección URL: <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/con-repelente-para-tiburones-20-kilogramos-de-peso-y-muy-cinematografico-asi-fue-el-primer-traje-de-astronauta>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].
- ❖ Martínez, Ángel, “India avanza en su programa espacial de bajo coste”, [en línea], *Bombay, El País* .com, 1 de enero de 2019, dirección URL: https://elpais.com/sociedad/2018/12/31/actualidad/1546261615_843918.html, [consulta: 17 de octubre de 2019].

- ❖ Mediavilla, David, “Israel se estrella en su intento de aterrizar sobre la Luna”, [en línea], *El País* .com, 12 de abril de 2019, dirección URL: https://elpais.com/elpais/2019/04/10/ciencia/1554919922_993591.html, [consulta: 15 de octubre de 2019].
- ❖ Muñoz, Ramón, “El número de líneas móviles supera por primera vez la población mundial”, [en línea], *El país* .com, Barcelona, 27 de febrero de 2018, dirección URL: https://elpais.com/tecnologia/2018/02/27/actualidad/1519725291_071783.html, [consulta: 6 de noviembre de 2018].
- ❖ Nelson, Sue, “Mercury 13: las pruebas secretas de la NASA para enviar por primera vez mujeres al espacio”, [en línea], *BBC Mundo* .com, 24 de julio de 2016, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36835891>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Parnell, Bri-Aine, “No Google and no Prize money, but the Lunar XPrize competition is still going ahead”, [en línea], *Forbes* .com, 6 de abril de 2018, dirección URL: <https://www.forbes.com/sites/bridaineparnell/2018/04/06/lunar-xprize-competition-still-going-ahead/#3e4282994b07>, [consulta: 21 de octubre de 2018].
- ❖ Pérez Sánchez, Sebastián, “¿Qué es el Event Horizon Telescope? Los responsables de la imagen del agujero negro”, [en línea], *El Universal* .com, 10 de abril de 2019, dirección URL: <https://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/que-es-el-event-horizon-telescope-los-responsables-de-la-imagen-del-agujero-negro>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].
- ❖ Petroski, Djordjija, Jarvis, Michael, De la Garza Gabriela, “El sector privado como un verdadero aliado en el desarrollo”, [en línea], *World Bank*, dirección URL: http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/El_sector_privado_como_un_verdadero_aliado_en_el_desarrollo_v.final.pdf [consulta: 12 de diciembre de 2018].

- ❖ Pozzi, Sandro, “Boeing encara la crisis más difícil de su historia”, [en línea], Nueva York, *El país* .com, 18 de marzo de 2019, dirección URL: https://elpais.com/internacional/2019/03/16/actualidad/1552759107_537956.html, [consulta: 7 de mayo de 2019].
- ❖ Rodrigo, Víctor, “La Estación Espacial Internacional, cuestionada científica y económicamente tras 20 años en órbita”, [en línea], *El Mundo* .com, 20 de noviembre de 2018, dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2018/11/20/5bf2d1c1468aeb05f8b45f6.html>, [consulta: 27 de agosto de 2019].
- ❖ Rosas, María Cristina, “La Seguridad Espacial y el Coronavirus”, [en línea], *Hacia el espacio* .com, 31 de marzo de 2020, dirección URL: <http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=1079>, [consulta: 20 de mayo de 2020].
- ❖ Rubio, Isabel, “Copérnico, el proyecto para vigilar la Tierra desde el espacio”, [en línea], *El País* .com, 25 de diciembre de 2017, dirección URL: https://elpais.com/elpais/2017/12/11/ciencia/1513008794_377559.html, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “¿Cuánto costaría retirar la Estación Espacial Internacional de su órbita? La NASA tiene la respuesta”, [en línea], *Sputnik Mundo* .com, 2 de agosto de 2018, dirección URL: <https://mundo.sputniknews.com/espacio/201808021080876685-costo-de-retirada-de-eei/>, [consulta: 27 de agosto de 2019].
- ❖ S/a, “¿Dónde nos llevará la tecnología espacial para el año de 2030, y qué significa esto para la vida en la Tierra?”, [en línea], *World Economic Forum*, 7 de marzo de 2017, dirección URL: <https://es.weforum.org/agenda/2017/03/donde-nos-llevara-la-tecnologia-espacial-para-el-ano-2030-y-que-significa-esto-para-la-vida-en-la-tierra/>, [consulta: 4 de octubre de 2018].
- ❖ S/a, “10 destinos perfectos para hacer turismo astronómico”, [en línea], *Muy Interesante* .com, dirección URL: <https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/10-destinos-perfectos-para->

- hacer-turismo-astronomico/peninsula-de-iveragh-irlanda, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ S/a, “Actualidad de la política espacial en Rusia”, [en línea], *Latam Satelital*, 16 de febrero de 2019, dirección URL: <http://latamsatelital.com/actualidad-la-politica-espacial-rusia/>, [consulta: 16 de octubre de 2019].
 - ❖ S/a, “Artemisa, la misión de la Nasa que enviará por primera vez a una mujer a la Luna”, [en línea], *BBC .com*, 15 de mayo de 2019, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-48281544>, [consulta: 14 de agosto de 2019].
 - ❖ S/a, “Buran: así alcanzó la URSS el más audaz logro de su cosmonáutica (video)”, [en línea], *Sputnik Mundo .com*, 16 de noviembre de 2017, dirección URL: <https://mundo.sputniknews.com/espacio/201711161074010728-buran-primer-vuelo/>, [consulta: 30 de septiembre de 2019].
 - ❖ S/a, “Cápsula de SpaceX llega a Estación Espacial Internacional”, [en línea], México, *El Financiero .com*, 3 de marzo de 2019, dirección URL: <https://elfinanciero.com.mx/tech/capsula-de-spacex-llega-a-estacion-espacial-internacional?fbclid=IwAR1SSOM6zqW8MiOD0yIIFFWfF5SR0WjunjQJfiihApxmNNVZRL-iOCx0dU>, [consulta: 3 de marzo de 2019].
 - ❖ S/a, “Chandrayaan-2: Was India's Moon mission actually a success?”, [en línea], *BBC News .com*, 30 de septiembre de 2019, dirección URL: https://www.bbc.com/news/world-asia-india-49875897?intlink_from_url=https://www.bbc.com/news/topics/clgnq7exe22t/chandrayaan-programme&link_location=live-reporting-story, [consulta: 17 de octubre de 2019].
 - ❖ S/a, “China se prepara para construir su estación espacial”, [en línea], *Xinhua News .com*, 17 de octubre de 2019, dirección URL: http://spanish.xinhuanet.com/2019-10/17/c_138479818.htm?fbclid=IwAR1fiMsYKG1siAgV1sP2DsBrbnULzJhiWjm7OoGjOpdLyzNEFcM-5VPZKQU, [consulta: 17 de octubre de 2019].

- ❖ S/a, “Cronología de la carrera espacial”, [en línea], México, *Informador .mx*, 7 de marzo de 2009, dirección URL: <https://www.informador.mx/Tecnologia/Cronologia-de-la-carrera-espacial-20090307-0113.html>, [consulta: 21 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Cronología de la exploración espacial”, [en línea], *BBC Mundo .com*, 16 de julio de 2009, dirección URL: https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/07/090714_luna_timeline_mes, [consulta: 21 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “El espionaje de EE.UU reduce a la nada la privacidad”, [en línea], *RT .com*, 28 de octubre de 2014, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/145129-satelites-eeuu-espionaje-vulnerable-privacidad>, [consulta: 21 de octubre de 2018].
- ❖ S/a, “El programa espacial Soyuz” [en línea], *RT .com*, dirección URL: https://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_227.html, [consulta: 4 de septiembre de 2019].
- ❖ S/a, “En fotos: las asombrosas observaciones del robot Curiosity de la NASA tras pasar 2.000 días en Marte”, [en línea], *BBC Mundo .com*, 23 de marzo de 2018, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43515385>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].
- ❖ S/a, “Estados Unidos anuncia oficialmente la creación de un Ejército Espacial”, [en línea], *El Mundo .es*, 9 de agosto de 2018, dirección URL: <https://www.elmundo.es/internacional/2018/08/09/5b6c6438268e3e377a8b4580.html>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Estados Unidos cuenta con una nueva política espacial”, [en línea], *FayerWayer*, 1 de julio de 2010, dirección URL: <https://www.fayerwayer.com/2010/07/estados-unidos-cuenta-con-una-nueva-politica-espacial/>, [consulta: 22 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Excélsior en la Ciencia: El proyecto Venera, Venus bajo la lupa”, [en línea], *Excelsior .com*, 9 de septiembre de 2019, dirección URL: <https://www.excelsior.com.mx/global/2013/09/09/917790>, [consulta: 4 de septiembre de 2019].

- ❖ S/a, “Hace 48 años que el ser humano llegó a la Luna”, [en línea], México, *El Universal .com*, 20 de julio de 2017, dirección URL: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2017/07/20/hace-48-anos-que-el-ser-humano-llego-la-luna>, [consulta: 3 de marzo de 2019].
- ❖ S/a, “La carrera Lunar”, [en línea], *RT .com*, dirección URL: https://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_228.html, [consulta: 4 de septiembre de 2019].
- ❖ S/a, “La minería espacial podría producir el primer billonario del mundo”, [en línea], *RT .com*, 22 de abril de 2018, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/269298-mineria-espacial-producira-primer-trillionario-recursos>, [consulta: 7 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “La NASA le dice adiós al robot Spirit en Marte”, [en línea], *La Nación .com*, 25 de mayo de 2011, dirección URL: <https://www.lanacion.com.ar/1376200-la-nasa-le-dice-adios-al-robot-spirit-en-marte>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].
- ❖ S/a, “La radiación acortará en dos años y medio la vida de los tripulantes que vuelen a Marte”, [en línea], *RT .com*, 10 de diciembre de 2018, dirección URL: https://actualidad.rt.com/actualidad/298652-radiacion-durante-vuelo-marte-puede-reducir-vida?fbclid=IwAR0Jj4vdmNujBvsgjaqxjFGH96C2FyrwBCN4fKZs2ISyKGukMaQzYsX_7PI, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ S/a, “La sonda solar <<Ulysses>> concluye una misión de 18 años”, [en línea], Washington, *ABC .com*, 1 de julio de 2009, dirección URL: https://www.abc.es/ciencia/abci-sonda-solar-ulysses-concluye-mision-anos-200906300300-922167357220_noticia.html, [consulta: 2 de septiembre de 2019].
- ❖ S/a, “Lo que le debemos a la Estación Espacial Internacional”, [en línea], *BBC Mundo .com*, 2 de noviembre de 2015, dirección URL: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/11/131120_ciencia_estacion_espacial_internacional_np.shtml, [consulta: 23 de noviembre de 2018].

- ❖ S/a, “Los peligros invisibles de viajar al espacio”, [en línea], *BBC News .com*, 25 de noviembre de 2014, dirección URL: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/11/141125_peligros_viajar_espacio_lp, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ S/a, “Minería espacial al alcance de la mano”, [en línea], *National Geographic*, 23 de enero de 2013, dirección URL: <https://www.nationalgeographic.es/espacio/mineria-espacial-al-alcance-de-la-mano>, [consulta: 7 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Misión cumplida: el viaje de Rosetta termina con un arriesgado descenso sobre el cometa”, [en línea], 30 de septiembre de 2019, *ESA*, dirección URL: https://www.esa.int/es/ESA_in_your_country/Spain/Mision_cumplida_el_viaje_de_Rosetta_termina_con_un_arriesgado_descenso_sobre_el_cometa, [consulta: 2 de septiembre de 2019].
- ❖ S/a, “NASA”, [en línea], *Rusia Today .com*, 12 de marzo de 2015, dirección URL: <https://actualidad.rt.com/actualidad/168806-nasa-estados-unidos-espacio>, [consulta: 30 de agosto de 2019].
- ❖ S/a, “Política espacial de la UE”, [en línea], *Consejo Europeo*, dirección URL: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/eu-space-programmes/>, [consulta: 23 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Por qué la Unión Soviética fue la verdadera ganadora de la carrera espacial (y no Estados Unidos)”, [en línea], *BBC Mundo .com*, 21 de diciembre de 2016, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/38028270>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Programa espacial ruso”, [en línea], *Sputnik news*, dirección URL: https://mundo.sputniknews.com/trend/programa_espacial/, [consulta: 22 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Putin establece prioridades para Roscosmos”, [en línea], *Latam Satelital*, 24 de julio de 2018, dirección URL: <http://latamsatelital.com/putin-establece-prioridades-roskosmos/>, [consulta: 16 de octubre de 2019].

- ❖ S/a, “Se cumplen 56 años del programa Gemini”, [en línea], *Europa press*, 3 de enero de 2018, dirección URL: <https://www.europapress.es/ciencia/misiones-espaciales/noticia-cumplen-56-anos-programa-gemini-nasa-20180103182717.html>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Skylab, a 45 años del lanzamiento de la primera estación espacial de EUA”, [en línea], *Global UNAM*, dirección URL: <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=39090>, [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Starlink Mission”, [en línea], *SpaceX News*, 11 de noviembre de 2019, dirección URL: <https://www.spacex.com/news/2019/11/11/starlink-mission>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].
- ❖ S/a, “Starlink Mission”, [en línea], *SpaceX News*, 24 de mayo de 2019, dirección URL: <https://www.spacex.com/news/2019/05/24/starlink-mission>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].
- ❖ S/a, “Starshot”, [en línea], *Breakthrough*, dirección URL: <https://breakthroughinitiatives.org/initiative/3>, [consulta: 7 de noviembre de 2018].
- ❖ S/a, “Telescopio espacial Hubble”, [en línea], *National Geographic*, 5 de septiembre de 2010, dirección URL: <https://www.nationalgeographic.es/espacio/telescopio-espacial-hubble>, [consulta: 3 de septiembre de 2019].
- ❖ S/a, “Virgin Galactic hace historia con su primer vuelo espacial tripulado: la hazaña que revive la polémica sobre dónde comienza el espacio”, [en línea], *BBC News Mundo .com*, 13 de diciembre de 2018, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46545061>, [consulta: 13 de agosto de 2019].
- ❖ S/a, “Virgin Galactic celebra con éxito primer vuelo espacial tripulado”, [en línea], México, *Forbes .com*, 13 de diciembre de 2018, dirección URL: <https://www.forbes.com.mx/virgin-galactic-celebra-con-exito-primer-vuelo-espacial-tripulado/>, [consulta: 3 de marzo de 2019].

- ❖ S/a, “Vivir en el espacio”, [en línea], *el mundo .es*, dirección URL: https://www.elmundo.es/documentos/2003/10/ciencia/cervantes/est_salyut.html [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Sabadell, Miguel Ángel, “¿Encontraron las sondas Viking vida en Marte?”, [en línea], *Muy interesante*, dirección URL: <https://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/encontraron-las-sondas-viking-vida-en-marte-381495177748>, [consulta: 28 de agosto de 2019].
- ❖ Salas, Javier, “EE UU se adelanta en la carrea para exprimir la riqueza de los asteroides”, [en línea], *El País. com*, 26 de noviembre de 2015, dirección URL: https://elpais.com/elpais/2015/11/19/ciencia/1447927932_075349.html, [consulta: 18 de octubre de 2020].
- ❖ Santana Reyes, Félix Manuel, “El valor coercitivo del soft law”, [en línea], *Estrella&Tupete abogados*, 24 de febrero de 2018, dirección URL: <https://blog.estrellatupete.com/el-valor-coercitivo-del-soft-law/>, [consulta: 18 de septiembre de 2020].
- ❖ Serrano, Carlos, “Qué son los Acuerdos Artemisa con los que EE.UU. planea la minería en la Luna (y por qué causan tensión con Rusia)”, [en línea], *BBC News Mundo .com*, 9 de junio de 2020, dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52780950>, [consulta: 18 de octubre de 2020].
- ❖ Smith, Yvette, “NASA’S First Rover on the Red Planet”, [en línea], *NASA*, 3 de julio de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/image-feature/nasas-first-rover-on-the-red-planet>, [consulta: 28 de agosto de 2019].
- ❖ Strickland, Ashley, “Cassini, la misión de 20 años de la NASA a Saturno, ha terminado”, [en línea], *CNN .com*, 15 de septiembre de 2017, dirección URL: <https://cnnespanol.cnn.com/2017/09/15/cassini-la-mision-de-la-nasa-de-13-anos-a-saturno-ha-terminado/>, [consulta: 16 de septiembre de 2018].
- ❖ The Atlantic, *A century in the sky*, [en línea], dirección URL: <https://www.theatlantic.com/sponsored/boeing-2015/a-century-in-the-sky/652/>, [consulta: 7 mayo de 2019].

- ❖ Valdiosera R., Cuauhtémoc, “Cuando las tecnologías espaciales llegan a la Tierra”, [en línea], *La Jornada* .com, 20 de abril de 2006, dirección URL: <https://www.jornada.com.mx/2006/04/20/index.php?section=ciencias&article=a04n1cie>, [consulta: 2 de septiembre de 2019].
- ❖ Virgen, Lucy, “20 de julio de 1969- Llegada del primer hombre a la luna”, [en línea], México, *Universidad de Guadalajara*, 20 de julio de 2012, dirección URL: <http://udg.mx/es/efemerides/20-julio>, [consulta: 3 de marzo de 2019].
- ❖ Wattles, Jackie, “Here’s what you need to know about SpaceX’s Starlink internet services”, [en línea], *CNN Business* .com, 26 de octubre de 2019, dirección URL: <https://edition.cnn.com/2019/10/26/tech/spacex-starlink-elon-musk-tweet-gwynne-shotwell/index.html>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].

Conferencias

- ❖ Alcubierre, Miguel, “Viajar a una estrella lejana y regresar a tiempo para cenar”, [en línea], ponencia presentada en *TEDxCuauhtémoc*, 26 de octubre de 2015, dirección URL: <https://www.youtube.com/watch?v=4Gaq0mx2hL4>, [consulta: 4 de noviembre de 2018].
- ❖ Meneses Marin, María de los Ángeles, “Conflicto y cooperación en los espacios comunes”, ponencia presentada en el Seminario de Relaciones Internacionales: *XXIV mesas de análisis. Los espacios comunes en el orden mundial del siglo XXI: conflicto y cooperación*, México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, “Auditorio Pablo Gonzáles Casanova”, miércoles 7 de noviembre, 2018.
- ❖ Musk, Elon, “Making life multiplanetary”, [en línea], ponencia presentada en el *68th Congreso Internacional de Aeronáutica*, Australia, Adelaide, 28 de septiembre de 2017, dirección URL: https://www.spacex.com/sites/spacex/files/making_life_multiplanetary_transcript_2017.pdf, [consulta: 10 de julio de 2019].

Hemerografía

- ❖ Amaro Estada, Jorge Iván, “Exploración espacial ‘un sueño hecho realidad’”, [en línea], México, *Hypatia Revista de divulgación científico-tecnológica del*

gobierno del Estado de Morelos, dirección URL: <https://revistahypatia.org/tecnologia-espacial.html>, [consulta: 17 de septiembre de 2018].

- ❖ Anderson, Chad, “Rethinking public-private space travel”, [PDF], *Elsevier*, 3 de octubre de 2013, 6 pp.
- ❖ Aron, Jacob, “Private space race come of age”, [PDF], *NewScientist*, 21 de septiembre de 2013, 2 pp.
- ❖ Calzada Diaz, A., Daya Codina, M., MacArthur, J.L., *et. al.*, “Role of the current young generation within the space exploration sector”, [PDF], *Elsevier*, 23 de octubre de 2014, 5 pp.
- ❖ Chang, Yi-Wei, “The first decade of commercial space tourism”, [PDF], Taiwán, *Elsevier*, 16 de diciembre de 2014, 13 pp.
- ❖ Colonna, Michael, “Keeping the Space Race from Heating Up”, [PDF], *ANSYS Advantage*, volumen 1, número 4, 2007, 2 pp.
- ❖ Cornell, Ariane, “Five key turning points in the American space industry in the past 20 years: Structure, innovation, and globalization shifts in the space sector”, [PDF], Austria, *Elsevier*, 2011, 9 pp.
- ❖ Cruz Soto, Luis Antonio, “Hacia un concepto de globalización”, [PDF], *Revista Contaduría y Administración*, no. 195, octubre-diciembre 1999, 18 pp.
- ❖ F. Galloway, Jonathan, Pineda Camacho, Marcela, “¿Industrias globales?”, [PDF], *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 54, no. 2, abril-junio 1992, pp.75-100.
- ❖ Genta, Giancarlo, “Private space exploration: A new way for starting a spacefaring society?”, [PDF], Italia, *Elsevier*, 16 de abril de 2014, 7 pp.
- ❖ Lambright, W. Henry, “Launching commercial space: NASA, cargo, and policy innovation”, [PDF], *Elsevier*, 18 de agosto de 2015, The Maxwell School, Syracuse University, Estados Unidos, 9 pp.
- ❖ Lara, Belén, “¿Resucitar ‘la guerra de las galaxias’?”, [PDF], *Política Exterior*, vol. 15, no. 81, mayo-junio 2001, 13 pp.

- ❖ Pelle, Stewart, Gargioli, Eugenio, Berga, Marco, *et. al.*, “Earth-Mars cyclers for a sustainable human exploration of Mars”, [PDF], *Elsevier*, Torino, Italia, 2019, 9 pp.
- ❖ Pulido Riveros, Juan Camilo, “El ‘soft law’ en el derecho privado: sostén a la teoría de la ‘nueva lex mercatoria’”, [PDF], *Revista de Derecho y Ciencias Sociales*, no. 14, Colombia, enero-junio, 2018, 37 pp.
- ❖ Restrepo Vélez, Juan Camilo, “La globalización en las relaciones internacionales: Actores internacionales y sistema internacional contemporáneo”, *Revista Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, vol. 43, no. 119, Colombia, enero-junio de 2013, 30 pp.
- ❖ Romero Vázquez, Fermín, “Hacia la formulación de una política espacial en México”, [PDF], *Revista Mexicana de Política Exterior*, Núm. 90, México, julio-octubre, 2010, 53 pp.
- ❖ Salt, David, “NewSpace-delivering on the dream”, [PDF], Darmstadt, Alemania, *Elsevier*, 28 de septiembre de 2012, 9 pp.
- ❖ Stern, Alan, “The low-cost ticket to space”, [PDF], *Scientific American*, vol. 308, no. 4, abril de 2013, 7 pp.
- ❖ Sánchez Cáceres, Luis Francisco, “El sistema de Hard-Law y Soft-Law en relación con la defensa de los derechos fundamentales, la igualdad y la no discriminación”, [PDF], *Publicación actas Congreso Internacional 70 Aniversario Declaración Universal de Derechos Humanos*, Universidad de Jaén, no. 39, 22 pp.
- ❖ Toro Dávila, Agustín, “El espacio en la perspectiva de un nuevo orden político-estratégico internacional”, [PDF], Universidad de Chile, *Instituto de Estudios Internacionales*, año 26, no. 102, abril-junio de 1993, 16 pp.

Informes/Reportes

- ❖ BRYCE space and technology, *2018 Global Space Economy*, [en línea], 2 pp., dirección URL: https://brycetech.com/reports/report-documents/2018_Global_Space_Economy.pdf, [consulta: 15 de octubre de 2019].

- ❖ BRYCE space and technology, *2018 Orbital Launches Year in Review*, [en línea], 3 pp., dirección URL: https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Orbital_Launches_Year_in_Review_2018.pdf, [consulta: 14 de octubre de 2019].
- ❖ BRYCE space and technology, *Start-Up Space, Update on Investment in Commercial Space Ventures 2019*, [en línea], 48 pp., dirección URL: https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Bryce_Start_Up_Space_2019.pdf, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ Federal Aviation Administration, *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018*, [PDF], Estados Unidos, enero de 2018, 255 pp.
- ❖ Federal Aviation Administration, *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018*, [en línea], disponibles en: <https://brycetechnology.com/reports.html>, [consulta: 14 de octubre de 2019].
- ❖ Naciones Unidas, *Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre*, [PDF], Nueva York, ONU, 2008, 88 pp.
- ❖ OCDE, *The Space Economy in figures: How space contributes to the global economy*, [PDF], Paris, 2019, 196 pp.
- ❖ ProMéxico-AEM, *Plan de órbita 2.0, Mapa de ruta del sector espacial mexicano*, [PDF], México, 2017, 116 pp.
- ❖ ProMéxico-AEM, *Plan de órbita, Mapa de ruta de la industria espacial mexicana*, [PDF], México, 2012, 33 pp.
- ❖ S/a, *Statement of Elon Musk CEO&CTO Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) before the House Committee on Science, Space and Technology U.S. House of Representatives*, [PDF], 26 de octubre de 2011, 12 pp.
- ❖ Satellite Industry Association, *2019 State of the Satellite Industry Report*, [en línea], mayo de 2019, 3 pp., dirección URL: <https://brycetechnology.com/reports/report-documents/SSIR-2019-2-pager.pdf>, [consulta: 15 de octubre de 2019].

- ❖ Satellite Industry Association, *State of the Satellite Industry Report: 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019*, [en línea], disponibles en: <https://brycetek.com/reports.html>, [consulta: 15 de octubre de 2019].

Páginas Web

- ❖ Axiom Space, *Axiom Space*, [en línea], dirección URL: <https://axiomspace.com/>, [consulta: 5 de octubre de 2019].
- ❖ B612 Foundation, *B612*, [en línea], dirección URL: <https://b612foundation.org/>, [consulta: 20 de noviembre de 2019].
- ❖ Bigelow Aerospace, *Bigelow Aerospace*, [en línea], dirección URL: <http://www.bigelow-aerospace.com/>, [consulta: 19 de marzo de 2019].
- ❖ Blue Origin, *Blue Origin*, [en línea], dirección URL: <https://www.blueorigin.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ Boeing, *Boeing: Historical Snapshot, Saturn V Moon Rocket*, [en línea], dirección URL: http://www.boeing.com/history/products/saturn-v-moon-rocket.page?cm_mmc=CORP-2016- -Link- -Atlantic- -CustomEditorial, [consulta: 7 de mayo de 2019].
- ❖ Boeing, *Boeing: Historical Snapshot, Space Shuttle Orbiter*, [en línea], dirección URL: http://www.boeing.com/history/products/space-shuttle-orbiter.page?cm_mmc=CORP-2016- -Link- -Atlantic- -CustomEditorial, [consulta: 7 de mayo de 2019].
- ❖ Bradford Space, *Bradford*, [en línea], dirección URL: <http://bradford-space.com/index.php>, [consulta: 8 de octubre de 2019].
- ❖ CASC, *China Aerospace Science and Technology Corporation*, [en línea], dirección URL: <http://english.spacechina.com/n16421/index.html>, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ Celestis, *Celestis: Memorial Spaceflights*, [en línea], dirección URL: <https://www.celestis.com/>, [consulta: 21 de marzo de 2019].
- ❖ Conacyt, *Desarrollo tecnológico e innovación*, [en línea], México, 2014, dirección URL: <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion>, [consulta: 7 de octubre de 2018].

- ❖ Congress.Gov, “H.R.2262-U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act”, [en línea], <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262/text>, [consulta: 18 de octubre de 2020].
- ❖ Elysium Space, *Elysium Space*, [en línea], dirección URL: <http://elysiumspace.com/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].
- ❖ ESA, “Se cumplen 60 años del lanzamiento del Sputnik”, [en línea], 22 de septiembre de 2017, dirección URL: [https://m.esa.int/esl/ESA in your country/Spain/Se cumplen 60 anos del lanzamiento del Sputnik](https://m.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/Se_cumplen_60_anos_del_lanzamiento_del_Sputnik), [consulta: 3 de septiembre de 2019].
- ❖ ESA, *Los orígenes de Aurora*, [en línea], 31 de octubre de 2003, dirección URL: [http://m.esa.int/esl/ESA in your country/Spain/Mas informacion sobre Aurora](http://m.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/Mas_informacion_sobre_Aurora), [consulta: 18 de noviembre de 2018].
- ❖ Exos Aerospace, *exos Aerospace Systems & Technologies*, [en línea], dirección URL: <https://exosaero.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ Gateway Foundation, *The Gateway Foundation*, [en línea], dirección URL: <https://gatewayspaceport.com/>, [consulta: 5 de octubre de 2019].
- ❖ Glavkosmos, *Glavkosmos*, [en línea], dirección URL: <http://glavkosmos.com/en/>, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ Iridium, *Company Profile*, [en línea] dirección URL: <https://www.iridium.com/company-info/companyprofile/>, [consulta: 5 de octubre de 2019].
- ❖ JAXA, *IKAROS Mission Overview*, [en línea], dirección URL: https://global.jaxa.jp/countdown/f17/overview/ikaros_e.html, [consulta: 2 de septiembre de 2019].
- ❖ Lockheed Martin, *Innovation with purpose Lockheed Martin’s first 100 years*, [en línea], 2013, dirección URL: <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/eo/documents/ebook/Innovation-with-Purpose.pdf>, [consulta: 16 de mayo de 2019].

- ❖ Mars Society, *The Mars Society*, [en línea], dirección URL: <http://www.marssociety.org/>, [consulta: 20 de noviembre de 2019].
- ❖ Masten, *Masten Rocket Technology Innovators*, [en línea], dirección URL: <https://www.masten.aero/>, [consulta: 20 de mayo de 2019].
- ❖ MirCorp, *MirCorp Space explorer technologies*, [en línea], dirección URL: <https://www.mir-corp.com/>, [consulta: 21 de noviembre de 2019].
- ❖ MxSpace, *MXSPACE Iniciativa Espacial Mexicana*, [en línea], dirección URL: <http://mxspace.mx/home-3/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ NASA, *Artemis*, [en línea], 25 de julio de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/what-is-artemis>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].
- ❖ NASA, *Commercial Crew Program – Essentials*, [en línea], 14 de agosto de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/content/commercial-crew-program-the-essentials>, [consulta: 19 de septiembre de 2020].
- ❖ NASA, *Commercial Space Economy*, [en línea], dirección URL: <https://www.nasa.gov/exploration/commercial/index.html>, [consulta: 18 de octubre de 2019].
- ❖ NASA, *MARS Curiosity Rover*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/msl/mission/timeline/>, [consulta: 28 de agosto de 2019].
- ❖ NASA, *Mars Exploration*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/programmissions/missions/loq/>, [consulta: 30 de agosto de 2019].
- ❖ NASA, *MARS InSight Mission*, [en línea], dirección URL: <https://mars.nasa.gov/insight/mission/overview/>, [consulta: 30 de agosto de 2019].
- ❖ NASA, *New Frontiers Program*, [en línea], 22 de agosto de 2019, dirección URL: <https://www.nasa.gov/planetarymissions/newfrontiers.html>, [consulta: 5 de septiembre de 2019].
- ❖ NASA, *Q&A: NASA's New Spaceship*, [en línea], 13 de noviembre de 2018, dirección URL: <https://www.nasa.gov/feature/questions-nasas-new-spaceship>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].

- ❖ NASA, *The Artemis Accords*, [en línea], dirección URL: <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html>, [consulta: 18 de octubre de 2018].
- ❖ NASA, *The Pioneer Missions*, [en línea], 26 de marzo de 2007, dirección URL: <https://www.nasa.gov/centers/ames/missions/archive/pioneer.html>, [consulta: 6 de septiembre de 2019].
- ❖ NASA, *Visiting vehicle launches, arrivals and departures*, [en línea], 18 de agosto de 2020, dirección URL: <https://www.nasa.gov/feature/visiting-vehicle-launches-arrivals-and-departures>, [consulta: 18 de septiembre de 2020].
- ❖ Northrop Grumman, *Northrop Grumman*, [en línea], dirección URL: <https://www.northropgrumman.com/Pages/default.aspx>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ One Space, *One Space*, [en línea], dirección URL: <http://www.onespacechina.com/en/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ OneWeb, *OneWeb*, [en línea], dirección URL: <https://www.oneweb.world/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ Orion Span, *Orion Span*, [en línea], dirección URL: <https://www.orionspan.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ Planetary Resources Inc., *Planetary Resources*, [en línea], dirección URL: <https://www.planetaryresources.com/>, [consulta: 9 de octubre de 2019].
- ❖ Shackleton Energy, *Shackleton*, [en línea], dirección URL: <http://www.shackletonenergy.com/>, [consulta: 20 de noviembre de 2019].
- ❖ Space Adventures, *Space adventures*, [en línea], dirección URL: <http://www.spaceadventures.com/>, [consulta: 19 de marzo de 2019].
- ❖ SpaceX, *Completed missions*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/missions>, [consultado: 9 de julio de 2019].
- ❖ SpaceX, *Contact SpaceX*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/about>, [consulta: 6 de julio de 2019].
- ❖ SpaceX, *Falcon Heavy*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/falcon-heavy>, [consulta: 25 de julio de 2019].

- ❖ SpaceX, *SpaceX soft lands Falcon 9 Rocket First Stage*, [en línea], 22 de julio de 2014, dirección URL: <https://www.spacex.com/news/2014/07/22/spacex-soft-lands-falcon-9-rocket-first-stage>, [consulta: 25 de julio de 2019].
- ❖ SpaceX, *SpaceX*, [en línea], dirección URL: <https://www.spacex.com/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].
- ❖ Sputnix, *Sputnix*, [en línea], dirección URL: <https://sputnix.ru/en/>, [consulta: 17 de octubre de 2018].
- ❖ Starlink, *Starlink*, [en línea], dirección URL: <https://www.starlink.com/>, [consulta: 9 de noviembre de 2019].
- ❖ Stratolaunch Systems, *Stratolaunch a Paul G. Allen Company*, [en línea], dirección URL: <https://www.stratolaunch.com/>, [consulta: 10 de octubre de 2019].
- ❖ The Planetary Society, *Mars Exploration Rovers, Spirit and Opportunity*, [en línea], dirección URL: <http://www.planetary.org/explore/space-topics/space-missions/mer.html>, [consulta: 28 de agosto de 2019].
- ❖ The Planetary Society, *The Planetary Society*, [en línea], dirección URL: <http://www.planetary.org/>, [consulta: 17 de octubre de 2019].
- ❖ ULA, *About ULA*, [en línea], dirección URL: <https://www.ulalaunch.com/>, [consulta: 23 de septiembre de 2019].
- ❖ Virgin Galactic, *Virgin Galactic*, [en línea], dirección URL: <https://www.virgingalactic.com/>, [consulta: 21 de octubre de 2018].

Tesis

- ❖ Chavarri Rodríguez, Alejandro, *Nuevas tecnologías para la exploración humana del planeta Marte*, Tesis de Ingeniero Mecánico, asesor Javier Jiménez Espríu, Salvador Landeros Ayala, UNAM, México, abril 2005, 97 pp.
- ❖ Fara Simón, M.I. Lisette, *Administración de tecnología con perspectiva sustentable en la industria espacial en México*, Tesis de maestría en Administración de Empresas, asesor Juan Alberto Adam Siade, UNAM, México, 2017, 240 pp.
- ❖ Huerta Ramírez, Sofía Andrea, *La industria aeronáutica civil y la gobernanza global en las relaciones internacionales del siglo XX: el desarrollo de*

capacidades tecnológicas en países aprendices (Brasil, Canadá y China), Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, asesora María Josefa Santos Corral, Ciudad Universitaria, México, 2017, 148 pp.

- ❖ López Salas, Luis Ismael, *La exploración y eventual explotación del espacio ultraterrestre entre la cooperación y competencia internacional: los casos de la Federación Rusa, los Estados Unidos de América, la Unión Europea y la República Popular China*, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, asesora María Cristina Rosas González, Ciudad Universitaria, México, 2007, 248 pp.
- ❖ Luna Reyes, Iván Eric, *Análisis del papel de la agencia espacial mexicana como gestora de la política espacial en México y su posible implicación estratégica en el nuevo orden geopolítico internacional*, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, asesor Víctor Francisco Olguín Monroy, FES Aragón, México, 2012, 170 pp.
- ❖ Martínez Aguilar, Natividad, *Influencia de las empresas transnacionales en materia de telecomunicaciones y su impacto en el ámbito jurídico nacional e internacional*, Tesis de doctorado en Derecho, asesor Dr. Modesto Seara Vázquez, UNAM, México, 2000, 378 pp.
- ❖ Realpe Muñoz, Diana Carolina, *El derecho privado en el campo de la actividad espacial*, Tesis de licenciatura en Derecho, asesor Alfredo Rey Córdoba, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Javeriana-Cali, Santiago de Cali, 2014, 125 pp.