



Universidad de Belgrano

Facultad de Ciencias Económicas

Licenciatura en Hotelería

Tesina de Carrera

“Turismo espacial y hotelería: Implicancias, actualidad y futuro”

Alumno: Andrés Joel Montivero

Matricula: 23357

E-mail: andresmontivero95@gmail.com

Tutora: Lic. Esp. Mariana Fabbroni

Buenos Aires – junio de 2021

Índice

1. Resumen.....	8
2. Introducción.....	10
3. Capítulo I: Objetivos y metodología de la investigación	12
3.1 Objetivos generales	12
3.2 Objetivos específicos	12
3.3 Metodología	12
3.4 Esquema de la revisión documental	12
3.5 Pasos para llevar a cabo una investigación documental.....	13
4. Capítulo II: Estado del arte, marco teórico.....	14
4.1 Estado del arte	14
4.2 Marco teórico	16
4.2.1 Definiciones.....	16
4.2.2 Turismo espacial	19
4.2.3 Derecho espacial	22
5. Capítulo III: Proveedores de servicio	28
5.1 Vuelos orbitales.....	28
5.1.1 SpaceX.....	28
5.1.2 Boeing	35
5.2 Vuelos suborbitales.....	36
5.2.1 Blue Origin	36
5.2.2 Virgin Galactic.....	38

5.3 Hoteles espaciales	40
5.3.1 Orion Span	40
5.3.2 Gateway Foundation	43
5.4 Otros proveedores de servicios	44
5.4.1 Intermediarios comerciales	44
6. Capítulo IV: Análisis de la economía espacial	45
6.1 Introducción.....	45
6.2 Tecnologías de acceso a vuelos espaciales.....	46
6.3 Mercados y sub mercados de los vehículos espaciales reutilizables.....	52
6.4 Cuantificación de la demanda y ciclo de vida del turismo espacial.....	56
6.4.1 Estudio de mercado	59
6.5 Contribución económica del turismo espacial y generación de empleo.....	71
6.6 Renovación de interés en el espacio exterior	74
7. Capítulo V: Chatarra espacial, contaminación y riesgos a la salud.....	75
7.1 Riesgos a la salud humana.....	75
7.2 Contaminación antrópica	77
7.3 Basura espacial.....	78
8. Capítulo VI: Tecnología disponible para hoteles en la República Argentina.....	79
8.1 Demanda insatisfecha.....	79
8.2 Realidad virtual y proyectores.....	80
8.3 Turismo virtual espacial	81
9. Conclusiones.....	83

10. Notas	86
11. Referencias bibliográficas	87
11.1 Páginas web.....	87
11.2 Periódicos y revistas	88
11.3 Revistas científicas	89
11.4 Informes	89
11.5 Tesis.....	90

Índice de gráficos

Gráfico 1: Reservas anunciadas por las empresas	9
Gráfico 2: Ingresos por sector de la industria espacial	46
Gráfico 3: Costos directos de operación por libra de carga.....	49
Gráfico 4: Costos totales de desarrollo, adquisición y mantenimiento por libra de carga	50
Gráfico 5: Costos de lanzamiento por kg a la órbita baja terrestre.....	51
Gráfico 6: Demanda de clientes empresariales por área de mercado	56
Gráfico 7: Porcentaje “definitivamente probable” de realizar vuelos suborbitales y orbitales	63

Índice de tablas

Tabla 1: Construcción de los prototipos.....	48
Tabla 2: Definición de mercados de los vehículos espaciales reutilizables	53
Tabla 3: Fases del turismo espacial	58
Tabla 4: Estimación del tamaño de la demanda global	60
Tabla 5: Porcentaje “definitivamente probable” de realizar un vuelo orbital.....	60
Tabla 6: Porcentaje “definitivamente probable” de realizar un vuelo suborbital.....	62
Tabla 7: Ajuste de la muestra de millonarios dispuestos a experimentar turismo espacial	64
Tabla 8: Pronóstico de saturación del mercado a distintos niveles de tarifas	66
Tabla 9: Proyección de penetración máxima del mercado a través de los años	67
Tabla 10: Proyección de ganancias a 40 años	69
Tabla 11: Nuevas realidades de la industria espacial	72

Índice de figuras

Figura 1: Space Ship One.....	22
Figura 2: Falcon 9	29
Figura 3: Crew Dragon.....	30
Figura 4: Dragon	31
Figura 5: Falcon Heavy	32
Figura 6: Starship.....	33
Figura 7: Funcionamiento de los cohetes reutilizables de SpaceX	34
Figura 8: CST-100 Starliner	35
Figura 9: New Shepard	36
Figura 10: Funcionamiento de la nave New Shepard.....	37
Figura 11: New Glenn	37
Figura 12: Funcionamiento de la nave New Glenn.....	38
Figura 13: VSS Unity.....	39
Figura 14: Prototipo de capsula hotelera de Orion Span.....	41
Figura 15: Sistema de acoplamiento de Orion Span	42
Figura 16: Prototipo de hotel de Gateway Foundation	43
Figura 17: Boceto de los prototipos	47

1. Resumen

El presente trabajo final de grado tiene el objetivo de dar a conocer el estado en el cual se encuentra el turismo espacial. Para dicho objetivo se revisan acontecimientos históricos, se analiza el marco legal y se estudian las tecnologías que permiten desarrollar la actividad. Al mismo tiempo, se profundiza acerca de las empresas que interactúan en el área, haciendo énfasis en los avances tecnológicos y sus numerosas innovaciones. A través del análisis de la economía espacial, se exploran los beneficios que la actividad aporta a la humanidad y se examina un estudio de mercado con la intención de evaluar la existencia de una demanda real en el sector. Consecuentemente, se indagan los riesgos inherentes a la actividad, mencionando sus efectos en la salud física de las personas. A su vez, se observan los efectos de los vehículos espaciales en el espacio ultraterrestre. Finalmente, se estudian tecnologías que modifican las experiencias turísticas, entre ellas, la realidad virtual y las tecnologías de proyección, brindando ideas sobre cómo aplicarlas en un hotel con el propósito de obtener rendimientos.

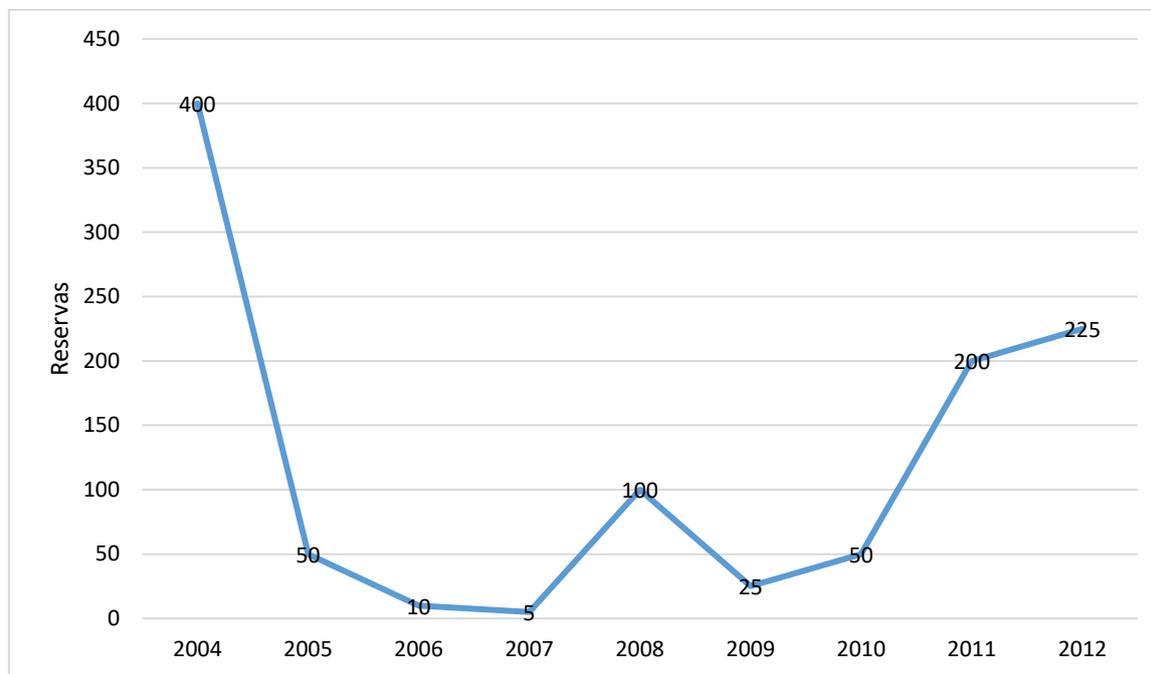
El turismo espacial es una modalidad de turismo emergente que aún no termina de desarrollarse por completo. Se trata de una industria que requiere una gran inversión de dinero y tiempo para prosperar, además de ser única en el ámbito turístico debido a las características excepcionales que manifiesta su realización. Por tales razones, decidí llevar a cabo mi trabajo final de investigación sobre esta temática.

El costo de un vuelo suborbital es de USD \$95 mil hasta los USD \$250 mil, dependiendo de la empresa que provea el servicio (Grajeda, 2013). A su vez, el costo de un vuelo orbital comienza en USD \$20 millones y asciende hasta los USD \$35 millones (Kothari & Webber, 2010), sin embargo, mientras la industria pretende abaratar dichos costos y expandir su mercado más allá de los millonarios entusiastas del espacio, busca incrementar el abanico de posibilidades al momento de decidir qué tipo de experiencia turística espacial realizar. En este sentido, los hoteles y capsulas espaciales adquieren un nuevo rol en el turismo espacial y algunos de ellos ya están en desarrollo.

La historia comercial de los vuelos espaciales comienza a inicios del siglo XXI, cuando el multimillonario estadounidense Dennis Tito, realizó un pago de USD \$20 millones y se convirtió en el primer turista espacial de la historia (Ferro, 2011).¹ A bordo de la nave rusa Soyuz TM-32 y durante su viaje de siete días orbitando la Tierra, fue capaz de cumplir su sueño de toda la vida al visitar la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés). Este hito turístico fue la motivación que muchos entusiastas del espacio necesitaban para afianzar su convicción de conocerlo, resultando en más de 100 solicitudes de reserva a la empresa *Space Adventures*, quien comercializaba dichos vuelos. Sin embargo, lo que se interpretó por parte de la industria como augurio del inicio de la era espacial comercial, se desvanecía debido al retraso de los tiempos previstos para el lanzamiento de las naves.

Aun así, este hecho no desesperanzaba a aquellos decididos a orbitar el espacio. El gráfico n.º1 muestra la cantidad de reservas anunciadas por las empresas proveedoras del servicio.

Gráfico 1: Reservas anunciadas por las empresas



Fuente: The Tauri Group (2012)

Nota: el gráfico muestra la cantidad de reservas anuales de vuelos suborbitales y desconoce aquellas que no fueron informadas por las empresas proveedoras del servicio (XCOR Aerospace, Blue Origin).

Los inicios de los vuelos espaciales comerciales cambiaron por completo el escenario espacial, el cual era hasta dicho suceso (por parte de distintos gobiernos) un objeto meramente de estudio e investigación. La apertura del espacio ultraterrestre a vuelos comerciales, la posibilidad de compra por parte de los ciudadanos, junto con el uso de vehículos espaciales reutilizables financiados por entidades privadas, establece un hito en la historia reciente y vaticina lo que la industria prevé que suceda en unos años, la normalización de los vuelos espaciales comerciales y tripulados.

2. Introducción

El turismo y la hotelería son actividades que han estado relacionadas desde el comienzo de su historia, desde iglesias, posadas y bodegones hasta hoteles tecnológicos y resorts de lujo que existen a la fecha. El factor común que une a estas actividades es el hecho de trasladarse de un lugar a otro, y con el traslado, la necesidad de alimento y descanso. A través de los siglos hemos visto los distintos tipos de alojamiento que han dado lugar a estas nobles actividades, sin embargo, son pocas las veces en las que hemos puesto énfasis en analizar y comprender que forma de alojamiento se adoptará en el futuro.

Sin lugar a dudas, los avances tecnológicos han puesto al humano en una posición que nunca antes se encontró en la historia, tanto a nivel de conocimiento como de capacidad. Estos avances, han permitido buscar nuevas soluciones a distintos problemas y en el campo del turismo, han aumentado la cantidad de destinos y posibilidades turísticas disponibles en el mercado.

Gran cantidad de estos destinos se han vuelto accesibles gracias al avance de las tecnologías de propulsión, como las turbinas, los jets y los motores aeronáuticos. No obstante, la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías no se detuvo, razón por la cual, el ciclo continúa y se pretende volar más alto y más lejos. Esto tiene como resultado el desarrollo de nuevas tecnologías que permiten al humano llegar al espacio e incluso, a otros planetas. Como se mencionó anteriormente, el hecho de trasladarse y conocer nuevas latitudes es la motivación que lleva al humano a realizar turismo, por lo tanto, es factible decir que, el espacio, se presenta en la actualidad como un destino turístico excéntrico y vanguardista.

El hecho de volar al espacio ha sido un anhelo de la humanidad desde hace muchos años y la idea se hizo posible allá por los años 1960, cuando se lanzó el primer vuelo espacial tripulado.² En cierta medida, el mundo sabía que esto sería posible y con el transcurso de los años, la cantidad de astronautas, científicos e investigadores enviados al espacio aumentó, así como los fondos destinados por organizaciones gubernamentales al estudio y exploración de este. Tales medidas tuvieron sus éxitos y fracasos hasta que los ciudadanos que pagaban por ello decidieron protestar debido a la gran cantidad de fondos que terminaban en la nada. Cuando esto sucede, las organizaciones buscan nuevas formas de financiarse y adquirir dinero ya que los gobiernos no estaban dispuestos a seguir malgastando y tampoco querían a sus ciudadanos en las calles. Aquí es cuando surge la idea de enviar ciudadanos al espacio a cambio de una determinada suma de dinero.

Los vehículos espaciales reutilizables (VERs) capaces de realizar vuelos suborbitales a un bajo costo podrían haberse producido a partir del año 1950, si la tecnología de cohetes alemana de la segunda guerra mundial no se hubiese utilizado solo con fines bélicos por países como los Estados Unidos de América (EE.UU.) y la ex Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Si esto

hubiese ocurrido, los servicios de vuelos orbitales comerciales podrían haberse iniciado tan solo 10 años después y en este caso, los viajes espaciales comerciales y tripulados, serían probablemente en la actualidad una de las industrias más grandes y económicamente rentable. A su vez, al expandirse de tal manera, la industria hubiese sido capaz de reducir sus costos muy por debajo de los cohetes reutilizables que se emplean en la actualidad. Por ejemplo, el vehículo ruso Soyuz o R-7 permaneció siendo el más barato en la industria tras 50 años de su desarrollo (Collins & Autino, 2010). Sin embargo, esto no sucedió, y lo que se puede asegurar a la fecha es que el futuro del turismo espacial es incierto, debido a que nada ni nadie asegura que la industria se desarrollará por completo o tiene fecha de caducidad. Por otro lado, existe la certeza de que varias empresas trabajan junto con organismos gubernamentales de forma diaria en el sector. Estas empresas y organismos se encuentran en constante búsqueda de nuevos desarrollos tecnológicos que abaraten los costos y permitan al ser humano llegar, orbitar y permanecer en el espacio.

Al finalizar la lectura del trabajo se pretende que el lector haya adquirido conocimiento acerca del estado actual en dicho objeto de estudio, comprendiendo y juzgando la importancia del sector privado en la innovación, desarrollo y evolución del turismo espacial.

3. Capítulo I: Objetivos y metodología de la investigación

3.1 Objetivos generales

Objetivo general: Realizar una revisión teórica a través de diferentes autores y documentos sobre el turismo espacial y sus implicancias, con la intención de analizarlos y convertirlos en información relevante que proporcione conocimiento en cuanto al pasado del turismo espacial, su situación actual y futura.

3.2 Objetivos específicos

Objetivo específico n.º1: Relevar información, organizarla y proveer un marco teórico sobre el cual se trabaje el tema de forma cronológica, de manera tal que sea fácil analizar y comprender que ha sucedido en dicho campo en las últimas décadas y donde nos encontramos en la actualidad.

Objetivo específico n.º2: Determinar quiénes son los actores que conforman el sector turístico espacial, que hacen, a través de qué medios y a quien dirigen sus esfuerzos. Realizar una lista no exhaustiva que ilustre a dichos actores.

Objetivo específico n.º3: Analizar a través de distintos documentos (diarios, revistas y publicaciones digitales) la economía espacial y su demanda.

Objetivo específico n.º4: Investigar y analizar que tecnologías se encuentran disponibles y aplicables en la República Argentina para hoteles.

3.3 Metodología

Investigación documental Informativa: Se encarga de mostrar la información relevante sobre un tema específico que proviene de diversas fuentes sin aprobarlas.

Revisión documental a través de fuentes primarias, secundarias y terciarias.

3.4 Esquema de la revisión documental

Fuentes de información para realizar una investigación documental.

La investigación se lleva a cabo gracias a la información que se obtiene de las siguientes fuentes de información:

- Documentación impresa: Los materiales impresos pueden ser libros, periódicos, directorios, tesis, proyectos de investigación, impresiones de archivos estadísticos, etc.

- Documentación electrónica: Son todos los materiales que se pueden encontrar en internet, como libros, revistas especializadas o artículos que se publican en formato digital.
- Documentación gráfica: Estos materiales son los que aportan información, como mapas, planos, fotografías, etc.
- Documentación audiovisual: Esto son videos y audios que contienen información de entrevistas, presentaciones, conferencias, etc.

3.5 Pasos para llevar a cabo una investigación documental

La metodología que se utiliza para realizar una investigación documental es la siguiente:

- Selección del material: Al realizar una investigación documental, es importante hacer una recolección extensa del material que puede ser útil para el proceso.
- Revisión del material: En este paso, el investigador clasifica el material y separa los que son poco necesarios de los que son importantes para el tema.
- Organización: El investigador compara el material seleccionado y obtiene información textual para realizar citas y referencias con el objetivo de sustentar teorías e interpretaciones.
- Análisis de datos: El investigador analiza la información y elabora un documento donde se refleje su opinión e interpretación sobre el fenómeno de estudio.
- Conclusiones: El investigador cierra el tema especificando los puntos que quería demostrar.

4. Capítulo II: Estado del arte, marco teórico

4.1 Estado del arte

Su finalidad es, junto con el marco teórico, la construcción de una base sólida para el desarrollo de la tesina y que, su resultado final y conclusiones, sean pertinentes y ofrezcan un valor agregado a aquellos interesados.

Artículo n.º1: Titulado “*Seis razones por las que es importante el turismo espacial*” (Hollingham, 2014) hace referencia a que los viajes espaciales pueden ser realizados desde una nueva concepción, es decir, libre de las presiones (por resultados) de los organismos gubernamentales e internacionales que son financiados con dinero de los contribuyentes. Esto se hace posible a partir del ingreso de las compañías privadas en el sector, aunque a veces algunas de ellas no están financiadas por multimillonarios, como el caso de *XCOR Aerospace*. Otro punto que desarrolla es la intolerancia al riesgo y fracaso, como una gran barrera limitante de la sociedad actual. A su vez, la reducción de costos para llegar al espacio también es un tópico interesante según el autor, quien compara los vuelos de *Virgin Galactic* (con un valor de USD \$250 mil por asiento) con los de lanzar al espacio un cohete convencional, la diferencia es la suma de USD 12 millones sin contar el seguro obligatorio, que puede llegar a duplicar el precio. Al mismo tiempo, se aventura en los viajes hipersónicos, mencionando que podrían convertirse en una realidad, “salir de Londres y aterrizar en San Francisco una hora después está más cerca que nunca”, afirma Richard. Con esto, los viajes suborbitales de punto a punto (con fines de transporte), bajarían sus costos enormemente y al mismo tiempo ayudaría al medioambiente, ya que se dejaría de emitir gases de efecto invernadero al espacio por periodos prolongados de tiempo (mayor a ocho horas). Por último, el autor comenta la importancia de inspirar a la nueva generación de ingenieros a trabajar en los hangares espaciales, haciendo referencia a los inicios de Steve Jobs y Apple.

Artículo n.º2: Titulado “*El turismo espacial, listo para convertirse en una manía en 2020: Enfoque en acciones*”. (Zacks Equity Research, 2019) enfatiza sobre la importancia de las acciones, mencionando las compañías que lideran el sector del turismo espacial a la fecha. Estas son: *Blue Origin* (respaldada por el magnate dueño de Amazon, Jeff Bezos), la cual planea llevar al espacio este año a pasajeros que ya han adquirido un pasaje; *Virgin Galactic* (cuyo dueño es Richard Branson) y ya ha comercializado 600 tickets a personas de más de 60 países; *SpaceX* (propiedad de Tesla y Elon Musk), la cual también se encuentra avanzada en el desarrollo de sus naves y por último, la gigante proveniente de los vuelos comerciales, *Boeing*, quien invirtió USD \$20 millones en *Virgin Galactic* y busca ganar un punto fuerte en la carrera del turismo espacial. Su asociación con la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) para formar parte del programa comercial de desarrollo de tripulaciones le permite vender asientos a los turistas espaciales que deseen ir a la ISS.

Estas son las empresas que, actualmente, más impacto generan en el sector del turismo espacial, y entre las cuales se disputa la carrera por llevar ciudadanos al espacio.

Artículo n.º3: Titulado “*Space Tourism Set to Take Off in 2020, Says Virgin Galactic CEO*” (Peterson, 2020), hace énfasis en un vuelo que marcará un antes y un después en la historia del turismo espacial, la compañía *Virgin Galactic* de Richard Branson, espera realizar su primer vuelo comercial en la década, el cual tendrá capacidad para 6 personas, siendo una de ellas su fundador. La compañía cuenta con 20 de las 29 aprobaciones que requiere por parte de la Administración Federal de Aviación (FAA, por sus siglas en inglés) para llevar pasajeros pagos al espacio. El dueño declaró que ha terminado la construcción de la plataforma que se utilizara para el despegue de la nave, “Unity”, desde el estado de Nuevo México. El vuelo llevara a los pasajeros hasta 50 millas por encima de la Tierra, su duración es de 90 minutos y tendrá un costo de USD \$250 mil por ticket.

Artículo n.º4: Titulado “*Space 2020: What does the future hold?*” (Hollingham, 2015) es un cuestionario donde el autor realiza un intercambio con tres expertos, aquellos no concuerdan en todo, sin embargo, brindan seis predicciones: los humanos volverán a la Luna, pero no (aún) a Marte; China e India se volverán naciones espaciales; el futuro de la ISS es incierto; las compañías privadas podrían opacar a las agencias internacionales y, por último, los humanos seguirán explorando al espacio.

Artículo n.º5: Titulado “*What are the advantages and disadvantages of space tourism?*” (Hansen et al, 2020) hace énfasis en los puntos a favor y en contra que conlleva desarrollar una actividad tan exigente como el turismo espacial. Dentro de los puntos a favor, se encuentra el factor “wow”, que, como la palabra implica, está destinado a personas que “ya lo han visto todo” y basándonos en que este tipo de turismo (espacial), es especialmente costoso, tiene lógica definir como “target” a personas que han recorrido gran parte del planeta Tierra. A su vez, amortizar el costo de seguros para viajes espaciales resulta particularmente difícil, debido a que el costo de lo que puede suceder suele ser incierto. Por otro lado, los autores identifican dos beneficios que consideran claves y por los cuales se debe fomentar el turismo espacial, siendo estos: los empleos que genera dicha actividad y el número creciente de empresas que se registran en el sector, con la oportunidad de reducir los costos y abaratar los viajes en el futuro cercano. Para concluir, destacan otra desventaja relacionada a la edad de la industria, que actualmente se encuentra en su infancia, marcando la ausencia de protocolos y parámetros por los cuales regirse.

Artículo n.º6: Titulado “*Space tourism legal aspects*” (Matignon, 2019) hace un repaso del marco legal actual del turismo espacial. Define la actividad, la ley aplicable, el “*status*” de un turista espacial, las relaciones contractuales de un pasajero con la compañía de transporte y los efectos de tales contratos en terceros. De dicho texto podemos encontrar más información en el capítulo II, marco teórico, 4.2.3 Derecho espacial.

Las fichas enumeradas anteriormente indican las razones por las cuales el turismo espacial puede prosperar y cuáles son sus ventajas y desventajas. Además de esto, indagan en los problemas que pueden presentar a la hora de enviar turistas al espacio, las distintas regulaciones por escribirse y los vacíos legales que existen a la fecha. Para finalizar, el objetivo de todas las empresas que actúan en el sector es reducir los costos de llegar al espacio, con la consiguiente reducción del precio por ticket o asiento, consecuentemente, esto provocará que más personas puedan acceder a ellos y más empresas reconozcan el atractivo comercial del negocio turístico espacial.

Matriz de datos

	Artículo n.º1	Artículo n.º2	Artículo n.º3	Artículo n.º4	Artículo n.º5	Artículo n.º6
<i>Objetivo</i>	Informativo	Descriptivo	Informativo	Pronóstico	Descriptivo	Informativo
<i>Análisis</i>	Tecnológico	Económico	Turístico	Predictivo	Medioambiental	Legal
<i>Método</i>	Enumerativo	Analítico	Explicativo	Interrogativo	Interrogativo	Explicativo

Fuente: Elaboración propia

4.2 Marco teórico

4.2.1 Definiciones

4.2.1.1 Espacio ultraterrestre

Espacio de interés internacional situado más allá del espacio aéreo cuya exploración y utilización, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, está sometida a un régimen jurídico fundado en los principios de la libertad e igualdad de uso, la no apropiación nacional, la desnuclearización y desmilitarización, la utilización pacífica, la cooperación internacional y la asistencia mutua. (Real Academia Española, s.f.)

4.2.1.2 Órbita geoestacionaria

Órbita situada a unos 36 mil kilómetros del ecuador de la Tierra en la que los satélites artificiales se mueven en sincronía con la rotación terrestre y que resulta técnicamente idónea para la ubicación, sobre todo, de satélites de telecomunicaciones, pero que posee una capacidad limitada de recepción de satélites, en condiciones de seguridad. (Real Academia Española, s.f.)

4.2.1.3 Órbita baja terrestre

Órbita situada alrededor de la Tierra entre la atmósfera y el cinturón de radiación de Van Allen, con un ángulo de inclinación bajo. Se ubica entre los 200 y 2 mil kilómetros sobre la superficie de la Tierra (Órbita baja terrestre, s.f.). Esto es menos que la órbita circular intermedia y lejos de la órbita geostacionaria. En esta órbita se encuentra una gran acumulación de satélites que no pertenecen al sector de las telecomunicaciones y es donde han ocurrido la mayoría de los vuelos espaciales tripulados, salvo algunas excepciones.³ La gravedad en la órbita baja terrestre no es mucho menor que en la superficie de la Tierra (se reduce un 1% cada 30 kilómetros), las personas y los objetos en órbita experimentan ingravidez.

4.2.1.4 Línea de Kármán

Línea establecida como límite entre la atmósfera y el espacio ultraterrestre, a efectos de aviación y astronáutica (León, 2019). Esta definición es aceptada por la Federación Aeronáutica Internacional (FAI), un organismo dedicado al establecimiento de estándares internacionales y mantenimiento de registros en la aeronáutica y astronáutica.

Su altitud fue estimada en 100 kilómetros sobre el nivel del mar por el ingeniero y físico húngaro Theodore von Kármán, calculando la altura a la que la densidad de la atmósfera se vuelve tan baja que la velocidad de una aeronave para conseguir sustentación aerodinámica mediante alas y hélices debería ser equiparable a la velocidad orbital para esa misma altura, por lo que, alcanzada esa altitud por esos medios las alas ya no serían válidas para mantener la nave. Para un avión que intenta constantemente volar más alto y a medida que el aire pierde densidad, el avión debe aumentar la velocidad para crear sustentación suficiente para no caerse.

4.2.1.5 Atmósfera

La atmósfera se define como la capa de gases que rodea a la Tierra. Esta capa tiene distintas funciones y una de las más importantes es albergar la cantidad de oxígeno necesaria para vivir. Otra de sus funciones es protegernos de los rayos solares y su radiación ultravioleta (rayos UV), además de los agentes externos del espacio, como los meteoritos y asteroides. La atmósfera está compuesta por varios gases, con una concentración de 78% nitrógeno (N), 21% de oxígeno (O₂) y 1% de otros gases, como el vapor de agua (H₂O), el argón (Ar) y el dióxido de carbono (CO₂).

El 75% de la masa total de la atmósfera se encuentra entre la superficie terrestre y los 11 kilómetros de altitud. Conforme aumenta la altitud la atmósfera se vuelve menos densa y más fina, sin embargo, no hay líneas que delimiten las diferentes capas de la atmósfera, sino que su composición y sus condiciones atmosféricas varían con cada capa. La atmósfera posee cinco capas: la troposfera, la

estratosfera, la mesosfera, la termosfera y la exosfera. Cada una de estas capas tiene su propia composición de gases, densidad y función.

La capa más importante para este trabajo es la termosfera, también conocida como atmósfera superior y/o ionosfera. Dicha capa, se extiende desde los 80 kilómetros hasta los 650 kilómetros sobre la superficie terrestre, y es la más amplia de todas ellas. Aquí es donde ocurren los vuelos espaciales y donde orbitan los astronautas y turistas espaciales, ya sea en un vehículo espacial o instalación orbital.

En este trabajo, cuando se hace referencia a la atmósfera (o a un vehículo que entra o sale de ella) se alude específicamente a la parte de la atmósfera donde un vehículo (de no ser propulsado por algún tipo de fuerza) comenzaría a descender y perder altitud, o en dicho termino, "regresar" a la atmósfera y distanciarse de la termosfera.

4.2.1.6 Turismo espacial

El turismo espacial es una modalidad del turismo que denota cualquier actividad comercial que ofrezca a sus clientes una experiencia directa o indirecta con el espacio (Hobe & Cloppenburg, 2007). El turista espacial es aquel que viaje por o al espacio o a algún cuerpo celeste con fines recreativos (O'Brien, 2009). Existen varios tipos de turismo espacial, entre ellos se destacan: estancias de largo plazo en instalaciones orbitales, vuelos orbitales y suborbitales de corta duración y vuelos suborbitales intercontinentales. Para establecer estos tipos de turismo se emplea la línea de Kármán, con una altitud superior a los 100 kilómetros sobre el nivel del mar, es reconocida como límite internacional donde empieza el espacio ultraterrestre y finaliza la atmósfera.

4.2.1.7 Vuelos espaciales

Vuelos cuya naturaleza superen los 80 kilómetros sobre la superficie terrestre y alcancen la Línea de Kármán, o más allá, incluyendo tanto vuelos orbitales como suborbitales.

4.2.1.8 Vuelos orbitales

Los vuelos orbitales son aquellos que superan la línea de Kármán e ingresan al espacio ultraterrestre. En este tipo de vuelos, la velocidad requerida para permanecer en órbita se denomina velocidad orbital y debe alcanzarse para no regresar a la atmósfera. Para la ISS o un transbordador espacial en la órbita baja terrestre, la velocidad orbital es de alrededor de 27 mil kilómetros por hora.

Los vuelos orbitales dirigidos a personas físicas pueden prolongarse durante días o semanas y suelen tener como destino una instalación orbital, generalmente la ISS, que orbita a una altitud de aproximadamente 400 kilómetros sobre la superficie terrestre.

4.2.1.9 Vuelos suborbitales

Los vuelos suborbitales se caracterizan por alcanzar el límite superior de la atmósfera y orbitar entre los 90 y 110 kilómetros de altitud (en este punto un humano es capaz de experimentar la ingravidez) por encima del planeta Tierra durante aproximadamente cinco minutos (Masson-Zwaan & Freeland, 2010). Luego, el vehículo espacial reingresa en la atmósfera terrestre sin nunca alcanzar la velocidad orbital necesaria para permanecer en órbita. Estos vuelos permiten ver una gran porción del planeta, junto con su curvatura.

4.2.1.10 Vehículos espaciales reutilizables

Vehículos desarrollados a partir de cohetes reutilizables, de dos o más etapas, con fines comerciales y capaces de transportar personas y/o carga, además de su tripulación.

4.2.1.11 Instalaciones orbitales

Instalaciones artificiales diseñadas para realizar actividades en el espacio ultraterrestre, con diversos fines. A diferencia de una nave o vehículo espacial, carece de un sistema propio de propulsión y de medios de aterrizaje. Por su diseño, están destinadas a orbitar la Tierra en la órbita baja terrestre o el cuerpo celeste donde hayan sido puestas en órbita. Capaces de albergar laboratorios, sirven como plataformas de prueba e investigación, realizando estudios relacionados a la salud y los efectos a largo plazo de la micro gravedad.

4.2.2 Turismo espacial

4.2.2.1 Inicios

Desde 1969, año en que el hombre tuvo la oportunidad de pisar la Luna, el sueño de los ciudadanos comunes de viajar al espacio ultraterrestre y explorar otros cuerpos celestes, se ha visto trazado por la esperanza de que llegue el momento en que esos viajes se conviertan en una forma de entretenimiento y turismo.

En un principio, los EE.UU. y la ex URSS fueron las naciones que inspiraban a otras y comandaban los esfuerzos por realizar y completar misiones en el espacio. En ese entonces, los fines eran estrictamente científicos y de exploración, a esos países nos les interesaba comercializar viajes.

4.2.2.2 Antecedentes

En este apartado se mencionan los casos de vuelos orbitales que se han llevado a cabo hasta el momento.

El comienzo de los viajes turísticos espaciales se hizo posible con el colapso de la URSS y tiene como denominar común la necesidad de pagar deudas. Fue así como la Agencia Espacial Rusa o *Roscosmos* se vio obligada a enviar civiles al espacio. Dichos viajes fueron realizados, en su mayoría, por turistas con un alto poder adquisitivo y (en menor medida) por entusiastas del espacio y afortunados.

El primer viaje de carácter turístico realizado al espacio ultraterrestre fue el del japonés Toyoshiro Akiyama, quien fue seleccionado para realizar entrenamiento de cosmonauta en el año 1989, como parte de un acuerdo celebrado entre la estación de radiotelevisión TBS de Tokio y la URSS. El japonés, despegó desde el Soyuz TM-11 hacia la Estación Espacial Rusa (MIR) en diciembre de 1990 y su viaje tuvo una duración de una semana, donde realizó documentales acerca de la vida en la estación (Seedhouse, 2014).

El segundo viaje turístico tuvo como pasajera a Helen Sharman, quien fue seleccionada entre más de 13 mil candidatos para ser la primera astronauta británica. Nombrado proyecto Yuno, el programa fue un acuerdo entre la URSS y un grupo de compañías británicas. La astronauta se preparó durante 18 meses para realizar la misión y en mayo de 1991, luego de superar varios obstáculos que estuvieron cerca de cancelar la misión, despegó desde la Soyuz TM-12 con destino a la MIR, junto a 2 cosmonautas más. La misión tuvo una duración de ocho días, permaneciendo en la MIR durante siete de ellos hasta el regreso a la Tierra.

El tercer astronauta y primer turista comercial llegó 10 años después, luego de que EE.UU., como parte de los países que controlaban la ISS, cuestionara el envío de civiles al espacio, argumentando que, por su falta de aptitudes bilingües, entrenamiento y profesionalismo podrían poner en peligro las misiones en la estación. Eventualmente, los EE.UU. cedieron ante la presión rusa, pero no sin antes redactar una cláusula que prohibía demandar a la NASA ante cualquier contingencia y otra que obligaba a los turistas a hacerse cargo de cualquier daño material que puedan sufrir las instalaciones de la ISS. Dicho turista fue Dennis Tito, un inversor multimillonario de California y ex científico de la NASA, quien pagó USD \$20 millones en mayo de 2001 para volar a la ISS.

El cuarto turista y primer africano en llegar al espacio en el año 2002, fue el magnate sudafricano de internet, Mark Shuttleworth, quien hizo su fortuna vendiendo una firma de seguridad.

El quinto turista espacial fue el ingeniero y científico estadounidense Gregory Hammond Olsen, quien, en octubre de 2005, despegó desde el cosmódromo Baikonur (Kazajstan) con rumbo a la ISS.

El sexto astronauta fue Anousheh Ansari, que en septiembre de 2006 viajó a bordo del Soyuz TMA-9. Permaneció 8 días en la ISS y realizó experimentos para la Agencia Espacial Europea (AEE)

acerca de la anemia, las consecuencias de la radiación solar y cómo los cambios en los músculos afectan la espalda baja.

El séptimo cosmonauta comercial fue Charles Simonyi, un húngaro-estadounidense experto en software quien ingreso al espacio a bordo del Soyuz-TMA 10 en abril de 2007. Así mismo, en 2009, voló nuevamente a la ISS.

El octavo pasajero espacial fue Richard Garriott, programador de videojuegos e hijo de Owen Garriott, ex astronauta de la NASA. En octubre de 2008, luego de pagar USD \$30 millones, su sueño se hizo realidad, ya que su viaje se reprogramo reiteradas veces debido a su condición de salud. El viaje tuvo una duración de 12 días en la ISS.

El noveno pasajero espacial fue el canadiense Guy Laliberté, jugador de póker y cofundador del Cirque du Soleil, que realizo el viaje a la ISS en 2009 y pago USD \$35 millones por él.

El denominar común de todos los casos mencionados de turistas espaciales es la empresa Space Adventures, quien fue la encargada de gestionar los viajes y realizó el papel de mediador entre los viajeros y la agencia espacial rusa (Petrov Angelov, 2015).

Además de los casos mencionados anteriormente, la primera misión espacial tripulada que se realizó con financiamiento privado tuvo como partícipe a la nave denominada "Space Ship One" cuando, en 2004, completo satisfactoriamente su primer vuelo espacial, superando la barrera de los 100 kilómetros de altura sobre la superficie terrestre. La nave fue diseñada por Burt Rutan y financiada por Paul G. Allen a través de la empresa "Scaled Composites".

Figura 1: Space Ship One



Fuente: Wikipedia

4.2.3 Derecho espacial

En el caso del turismo espacial los aspectos legales son extremadamente importantes debido a que este se desarrolla en un lugar donde se aplica el derecho internacional. Actualmente, el espacio no pertenece a ningún país y tampoco aplica leyes que pertenezcan a ninguno. Asimismo, esta industria pone en juego la vida de sus pasajeros y huéspedes junto con la tripulación. Para realizar el análisis de tales aspectos, utilizaré el marco regulatorio de los EE.UU., Europa y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en conjunto. Antes de comenzar, se pone de manifiesto lo que argumenta otro autor:

Por lo que respecta al ámbito internacional, cabe destacar que no todas las fuentes del derecho internacional tienen la misma fuerza vinculante. El progresivo desarrollo y codificación del derecho internacional constituye una de las competencias principales de las Naciones Unidas en su campo jurídico, aunque, debido a una reducida iniciativa de codificación por parte de la Comisión de las Naciones Unidas para el uso pacífico del Espacio Ultraterrestre (COPUOS), surge la creciente tendencia que a través de los años ha desarrollado un vasto conjunto de normas de carácter no vinculante, comúnmente conocidas como *soft law*.⁴ (Carazo, 2015, p. 6)

4.2.3.1 Estatus legal del turista espacial

Las palabras "turistas", "pasajeros" y "astronautas" o "cosmonautas" parecen ser capaces de calificar indiscriminadamente a futuros clientes de agencias de viajes, sin embargo, se refieren a distintas situaciones legales (Matignon, 2019). La Ley de Enmiendas de Lanzamiento Espacial Comercial de los EE.UU. (2004) designa en el párrafo 17 al cliente de las agencias de viajes o "participante de vuelo espacial" como "un individuo, que no es tripulación, transportado dentro de un vehículo de lanzamiento o vehículo de reingreso a la atmósfera". La elección de la palabra "participante" es inequívoca en la voluntad del legislador de crear una ley especial fuera del alcance tradicional del turismo aéreo y sus garantías de indemnización en caso de accidente. A todo esto, ¿Es posible calificar a los clientes como astronautas?

Para esto se estableció una distinción entre vuelos suborbitales y orbitales (que contemplan una estadía mínima de 7 días). El primero solo permanece alrededor de 90 minutos en una altitud cercana a la línea de Kármán, por lo tanto, considerando que dicha altitud es de 100 kilómetros, pertenece a la esfera del espacio ultraterrestre y solo puede beneficiarse de los derechos de los astronautas por un corto período de tiempo. Los astronautas pueden considerarse "enviados de la humanidad" en cuanto respecta al Tratado sobre el Espacio Exterior (1967), el cual no está exento de efectos para terceros.

Los clientes de empresas con sede en el área de la Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (UE) serán pasajeros de aerolíneas. No obstante, corresponderá a la UE regular, si lo considera necesario, los derechos específicos para este tipo de transporte y especificar el equipo de seguridad obligatorio, la calificación de la tripulación y los pilotos, las frecuencias de vuelo que se utilizan, las interacciones con el sistema de control de tránsito aéreo, los planes de vuelo y la prevención de la contaminación acústica.

4.2.3.2 Relaciones contractuales entre empresas proveedoras y turistas

El contrato entre el cliente y el operador de vehículos es uno de los elementos más importantes de la ley en el espacio. El turismo espacial, ya sea suborbital u orbital, no es un simple traslado del punto A al punto B. La entrada al espacio exterior y el reingreso a la atmósfera son puntos extremadamente delicados, en los que el riesgo de accidente es real, y requiere controlar las relaciones entre quien provee el servicio (operador) y el turista (pasajero) con el fin de garantizar que estos estén informados de los riesgos, además de limitar (en la medida de lo posible), los términos injustos que se puedan presentar. La legislación estadounidense también ha tomado un avance con respecto a su contraparte europea y tiende a establecer una "*lex specialis*" sumamente favorable para los operadores o proveedores del servicio. En los EE.UU., a nivel federal, dos textos rigen la organización del turismo espacial. La primera es la Ley de Enmiendas de Lanzamiento Espacial Comercial (2004) y, la segunda, son las regulaciones adoptadas en diciembre de 2006 por la FAA:

“La FAA ha establecido requisitos para el vuelo espacial humano cómo lo exige la Ley de Enmiendas de Lanzamiento Espacial Comercial (2004), incluyendo las normas sobre calificaciones y capacitación de la tripulación y el consentimiento informado para la tripulación y los participantes de los vuelos espaciales. Los requisitos deben proporcionar un nivel de seguridad aceptable para el público en general y garantizar que las personas a bordo sean conscientes de los riesgos asociados con un lanzamiento o reingreso a la atmósfera. La regla también aplica los requisitos de responsabilidad financiera y exención de responsabilidad existentes a los vuelos espaciales humanos y los permisos experimentales. Los permisos experimentales son objeto de una reglamentación separada”.

El Congreso de los EE.UU. y la FAA han establecido una obligación principal como hilo conductor del contrato entre el operador y el participante en el viaje: la información de los diferentes riesgos. Ambos textos contienen el término "consentimiento informado". Esta noción ha sido especificada por la FAA, que detalla con precisión los diferentes tipos de información a transmitir a los pasajeros. El elemento clave de este reglamento requiere que el operador, antes de la celebración del contrato, informe todos los peligros y riesgos conocidos de lesiones graves, muerte, discapacidad y pérdida total o parcial de sus funciones mentales o físicas. La compañía también debe notificar que existen peligros desconocidos que los EE.UU. no han calificado aún. El documento debe entregarse por escrito y también debe incluir protocolos de seguridad relacionados con la reentrada en la atmósfera de las aeronaves que transportan a la tripulación y/o los participantes. Además, el operador debe proporcionar a su cliente estadísticas sobre el número de vuelos, el número de muertes o lesiones graves en vuelos suborbitales, con una explicación de las medidas correctivas tomadas para corregir las causas de los accidentes. Para implementar estos requisitos legislativos, las empresas deberán actuar como "entidades razonables" y colocar a sus futuros clientes (turistas) en condiciones que les permitan comprender los riesgos a los que se exponen. Por lo tanto, para el Congreso de EE.UU., La información proporcionada debe ser comprensible incluso para personas que no tienen antecedentes científicos o técnicos. Las normas de la FAA también establecen que las personas menores de 18 años no son capaces de presentar el "consentimiento informado", por tal razón, un adulto debe presentarlo por ellos. En términos de salud, las normas estadounidenses no requieren ningún examen médico antes del vuelo, aunque los proveedores de servicio, suelen establecerlo como un requisito antes de subir a una nave. El único entrenamiento previo de carácter obligatorio, debe enseñar a los turistas a cómo reaccionar ante situaciones de emergencia y tener conocimiento de los protocolos de seguridad.

El estado de Nuevo México, desde el cual opera la empresa *Virgin Galactic*, ha desarrollado una ley sobre el "consentimiento informado" para los vuelos espaciales. En esta ley, existe una sección titulada "Inmunidad civil para entidades de vuelo espacial", esto significa que: *“una entidad de vuelo espacial no será responsable por la lesión del participante que resulte de los riesgos de las actividades del vuelo espacial, siempre que el participante haya sido informado de los riesgos que el vuelo espacial*

y sus actividades conllevan". Esto es requerido por la Ley Federal de Conformidad y el participante debe dar su consentimiento informado de que participa voluntariamente en actividades de vuelo espacial, luego de haber sido informado de los riesgos de tal actividad. Por lo tanto, la ley establece, sujeto a la obligación de información, que una entidad que organice vuelos espaciales no es responsable por la lesión o muerte de un participante como resultado de los riesgos inherentes a la actividad de vuelo espacial. Un participante o uno de sus representantes, no puede emprender una acción judicial contra una entidad por la pérdida, daño o muerte de un participante como resultado exclusivo de cualquiera de los riesgos inherentes a los vuelos espaciales. La utilidad de esta precaución legislativa es bastante relativa, debido a que evita acciones legales en el territorio de Nuevo México (donde se ubica la base de operaciones de la empresa *Virgin Galactic*), sin embargo, la sede legal y administrativa de dicha empresa se ubica en el Reino Unido. A su vez, la compañía comercializa los vuelos a través de su sitio web y mediante una red de agencias acreditadas en todo el mundo, las cuales pueden ser utilizadas como ventanas para acciones de responsabilidad legal de parte de los clientes o sus beneficiarios.

En Europa, la situación es mucho menos clara. Si bien muchos países europeos también han adoptado leyes espaciales nacionales durante la última década, ninguno ha anticipado el desarrollo a corto plazo de las actividades de turismo espacial. Para "Astrium Space Transportation", es inconcebible que un operador de servicios europeo exija exenciones de responsabilidad (un documento legal que indica que la persona que participa en una actividad riesgosa puede firmar reconociendo los riesgos inherentes a la actividad y que, de suceder algún infortunio, no realizará demandas y/o acciones legales) a sus clientes. Al mismo tiempo, los requisitos médicos también podrían fortalecerse y permitir a las empresas rechazar a determinados clientes.

4.2.3.3 Daños y efectos a terceros

Los contratos y las actividades espaciales organizadas por entidades privadas, tienen un efecto inmediato en terceros, tal como establecen los tratados y acuerdos internacionales que rigen las actividades del espacio exterior. Sobre el estado del turista, el Acuerdo sobre el Rescate (1968) de astronautas, el regreso de los astronautas y el regreso de los objetos lanzados al espacio, a estos efectos tiene suma importancia. La responsabilidad de daños causados por actividades espaciales que se desarrollaban bajo la supervisión de organizaciones privadas, afectará al Estado nacional donde se radican legalmente dichas entidades y al Estado desde el cual se realizó el lanzamiento del vehículo o nave.

Los tratados y principios que rigen las actividades de los Estados en la exploración y el uso del espacio ultraterrestre, incluida la Luna y otros cuerpos celestes (1967) y el Acuerdo sobre el rescate de los astronautas, el regreso de los astronautas y el retorno de los objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1968), crean obligaciones para que los Estados partes rescaten en la Tierra, en el mar

o en el espacio ultraterrestre, astronautas de todos los orígenes. El artículo V del Tratado sobre el espacio exterior establece que:

"Los Estados partes del Tratado considerarán a los astronautas como enviados de la humanidad en el espacio exterior y les prestarán toda la asistencia posible en caso de accidente, angustia o aterrizaje de emergencia en el territorio de otro Estado miembro o en alta mar. Cuando los astronautas realicen dicho aterrizaje, serán devueltos de manera segura y rápida al Estado de registro de su vehículo espacial. Al realizar actividades en el espacio exterior y en cuerpos celestes, los astronautas de un Estado miembro prestarán toda la asistencia posible a los astronautas de otros Estados miembros. Los Estados que han firmado el Tratado de 1967 informarán inmediatamente a los demás Estados partes o al Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas de cualquier fenómeno que descubran en el espacio ultraterrestre, incluida la Luna y otros cuerpos celestes, que puedan constituir un peligro para la vida o salud de los astronautas".

El Artículo II del Acuerdo de Rescate (1968) establece que:

"Si debido a un accidente, angustia, emergencia o aterrizaje involuntario, el personal de una nave espacial aterriza en territorio bajo la jurisdicción de una parte contratante, tomará inmediatamente todas las medidas posibles para rescatarlos y brindar a todos ellos la asistencia necesaria. Informará a la autoridad de lanzamiento y también al Secretario General de la ONU de los pasos que está tomando y de su progreso... Si la asistencia de la autoridad de lanzamiento ayudaría a efectuar un rescate rápido o contribuiría sustancialmente a la efectividad de las operaciones de búsqueda y rescate, la autoridad de lanzamiento cooperará con la parte contratante con miras a la realización efectiva de las operaciones de búsqueda y rescate. Dichas operaciones estarán sujetas a la dirección y el control de la parte contratante, que actuará en estrecha y continua consulta con la autoridad de lanzamiento".

Aplicados al turismo espacial, estos principios benefician completamente a los turistas que se alojan en la ISS, tanto durante su estadía, como en caso de accidente, o durante el regreso a la Tierra. Con respecto a los vuelos suborbitales, la situación de la legislación actual es incierta.

El artículo VI del Tratado sobre los principios que rigen las actividades de los Estados en la exploración y el uso del espacio ultraterrestre, incluida la Luna y otros cuerpos celestes, establece que:

"Los Estados miembros en el Tratado tendrán la responsabilidad internacional de las actividades nacionales en el espacio ultraterrestre, incluida la Luna y otros cuerpos celestes, ya sea que dichas actividades sean llevadas a cabo por agencias gubernamentales o por entidades no gubernamentales y para asegurar que las actividades nacionales se lleven a cabo de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente Tratado".

Este artículo establece el principio de que los Estados son responsables de las actividades de sus nacionales en el espacio exterior. Esto significa que en caso de daños causados por la caída de una cápsula o aeronave en tránsito en el espacio ultraterrestre, el Estado perjudicado puede reclamar una indemnización al Estado de origen por las actividades de sus nacionales. Este artículo, da inicio a la mayoría de las leyes nacionales en las que los Estados prevén procesos de autorización y un marco regulatorio para las acciones legales contra empresas antes de llevar a cabo la actividad. En el caso del turismo suborbital, en los EE.UU., la FAA consideró que las compañías deben asegurar para sí y para el Estado hasta USD \$500 millones en concepto de daños.

4.2.3.4 Observaciones finales sobre el derecho espacial

Si ocurre un accidente y un daño antes de la entrada al espacio ultraterrestre, resulta posible utilizar el convenio sobre daños causados a terceros en la superficie por aeronaves extranjeras, celebrado en la ciudad de Roma el día 7 de octubre de 1952. Sin embargo, esta convención sólo ha sido ratificada por 49 Estados y la mayoría de las potencias espaciales (EE.UU., Reino Unido, Japón, Francia, Alemania, India y China) aún no han firmado ni ratificado dicho convenio.

5. Capítulo III: Proveedores de servicio

Antes de comenzar la descripción de las empresas que intervienen en el sector,⁵ cabe destacar que compañías están involucradas en cada área:

- Vuelos orbitales: SpaceX, Boeing
- Vuelos suborbitales: Blue Origin, Virgin Galactic

5.1 Vuelos orbitales

5.1.1 SpaceX

“Space Exploration Technologies Corp.”, conocida comercialmente como *SpaceX*, es una empresa privada estadounidense de transporte aeroespacial, fundada por el sudafricano Elon Musk (nacido en junio de 1971) en el año 2002. La compañía, tiene como misión las palabras de su fundador, “quieres despertarte por la mañana y pensar que el futuro será grandioso y de eso se trata ser una civilización espacial. Se trata de creer en el futuro y pensar que el futuro será mejor que el pasado. Y no puedo pensar en nada más emocionante que salir y estar entre las estrellas”.

La empresa realiza viajes comerciales a la órbita baja terrestre (más allá de los 300 kilómetros de altitud), a la ISS y busca, en un futuro, aterrizar en la Luna y Marte. Actualmente la empresa cuenta con cinco naves, las cuales tienen distintas características y cumplen distintas funciones.

En primer lugar, se encuentra la nave denominada “Falcon 9”, la cual es el primer cohete de clase orbital capaz de ser reutilizado, es decir, realizar un despegue vertical, desacoplarse y regresar a la Tierra. Se trata de un cohete de dos etapas, una de las cuales, vuelve a la Tierra con el uso de propulsores y aterriza una vez que se separa de la nave, mientras que la otra se encarga de enviar pasajeros y/o carga al destino. La segunda etapa, es impulsada por un solo motor y tiene la capacidad de reiniciarse varias veces, permitiendo “colocar múltiples cargas útiles en diferentes orbitas”. A su vez, la primera etapa también brinda una oportunidad para examinar el hardware y evaluar el diseño y la selección de materiales debido a su capacidad de recuperación. Principalmente, se utiliza para el transporte de astronautas y carga a la ISS. Actualmente, se emplea junto con la nave “Crew Dragon”, ya que el diseño del cohete favorece la unión de ambas estructuras. La reutilización permite que la empresa economice las partes más caras y sensibles del cohete, reduciendo el costo de acceso al espacio.

Figura 2: Falcon 9



Fuente: SpaceX

Altura: 70m

Lanzamientos: 84

Diámetro: 3.7m

Aterrizajes: 45

Masa: 549.054 kg

Reutilizado: 31 veces

Carga útil a la órbita baja terrestre: 22.800 kg

La segunda nave se denomina “Dragón” y es capaz de transportar hasta 7 pasajeros desde y hacia la órbita terrestre. Es la única nave espacial que actualmente realiza vuelos con pasajeros (astronautas y miembros de la NASA) y es capaz de devolver cantidades significativas de carga útil a la Tierra, a su vez, en agosto del año 2020, se convirtió en la primera nave espacial privada en llevar humanos a la ISS. La nave espacial está equipada con dos paracaídas “drogue” para estabilizar la nave espacial después del reingreso en la atmósfera y cuatro paracaídas principales para desacelerar aún más la nave espacial antes de aterrizar en el océano. Otro de sus usos reside en ser una capsula de transporte y apoyo para satélites pequeños.

Figura 3: Crew Dragon



Fuente: SpaceX

Altura: 8.1m

Lanzamientos: 23

Diámetro: 4m

Aterrizajes: 22

Volumen de la capsula: 9.3m³

Reutilizado: 9 veces

Masa de carga útil lanzable: 6.000 kg

Masa de carga útil retornable: 3.000 kg

Figura 4: Dragon



Fuente: SpaceX

La tercera nave, llamada "Falcon Heavy", es uno de los cohetes más poderosos del mundo y se compone de tres núcleos de nueve motores Falcon 9, cuyos 27 motores Merlin generan más de 5 millones de libras de empuje en el despegue, lo que equivale a aproximadamente 18 aviones *Boeing 747*. Este cohete fue lanzado al espacio tres veces, aterrizó siete veces y fue reutilizado cuatro veces. A la fecha, se continúan realizando operaciones de lanzamiento y prueba, con el objetivo de alcanzar los niveles de seguridad que solicita la FAA para el transporte de pasajeros.

Figura 5: Falcon Heavy



Fuente: SpaceX

Altura: 70m

Lanzamientos: 3

Diámetro: 12.2m

Aterrizajes: 7

Masa: 1.420.788 kg

Reutilizado: 4 veces

Carga útil a la órbita baja terrestre: 63.800 kg

Carga útil a la órbita geoestacionaria: 26.700 kg

Carga útil a Marte: 16.800 kg

La cuarta nave espacial, y uno de los proyectos más ambiciosos de la empresa, tiene el nombre de “Starship” y presenta un sistema de transporte totalmente reutilizable diseñado para transportar tripulación y carga a la órbita baja terrestre, la Luna, Marte y más allá. “Starship” será, según afirma la empresa, “el vehículo de lanzamiento más poderoso del mundo jamás desarrollado”, con la capacidad de transportar más de 100 pasajeros o toneladas métricas de carga útil a la órbita baja terrestre.

Figura 6: Starship



Fuente: Google

Altura: 120m

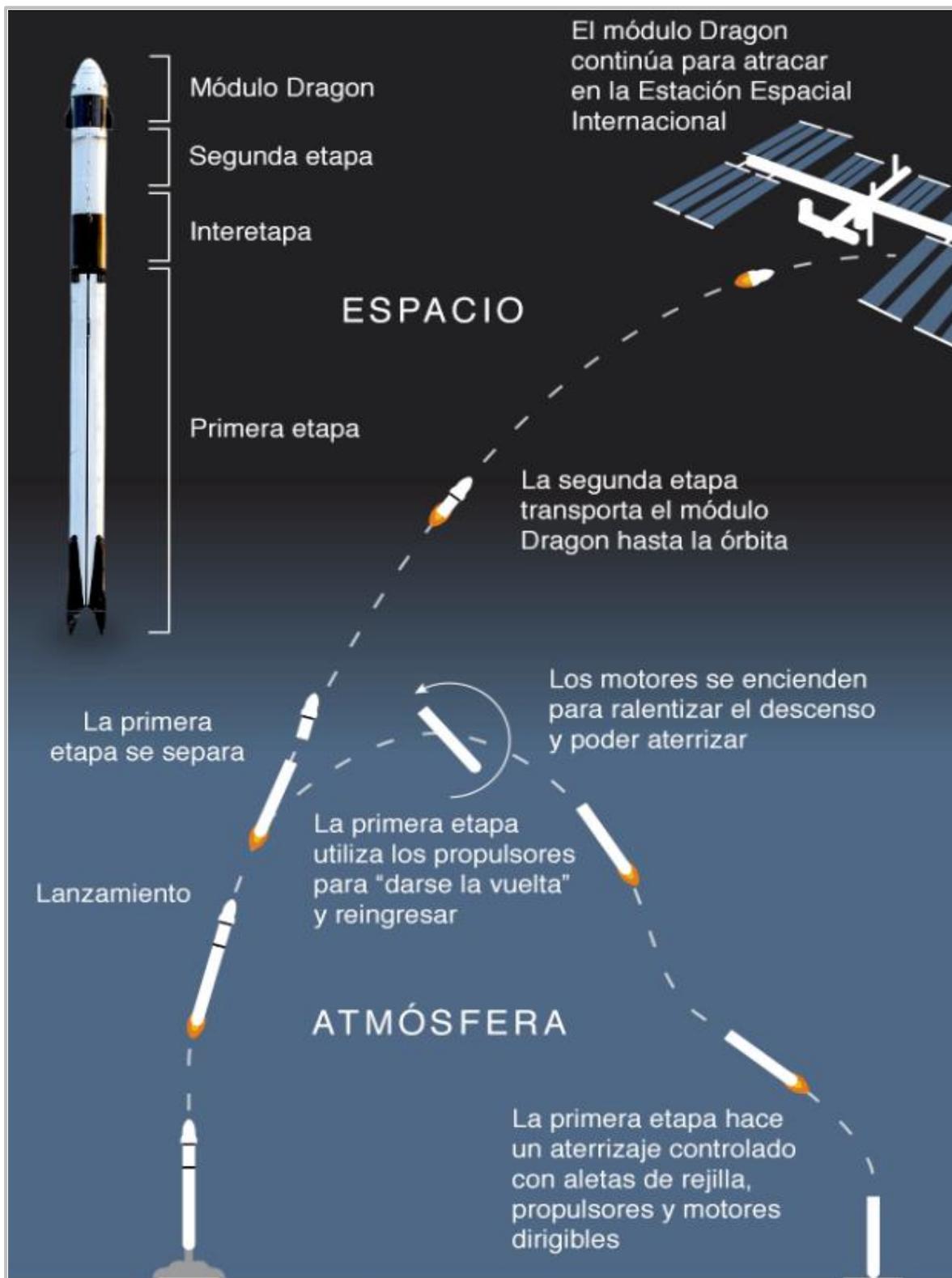
Capacidad: 100 pasajeros

Diámetro: 9m

Carga útil a la órbita geoestacionaria: 100+ t

La imagen n.º7 ilustra el funcionamiento de la nave “Falcon 9”, a su vez, tres de estos replican el accionar de los cohetes más poderosos que posee la empresa, la nave “Falcon Heavy”.

Figura 7: Funcionamiento de los cohetes reutilizables de SpaceX



Fuente: BBC Mundo

5.1.2 Boeing

La gigante aeroespacial se incorpora al segmento del turismo espacial a través de una iniciativa generada por la NASA. Esta iniciativa, denominada “Artemis”, tiene como objetivo incrementar las posibilidades de un ciudadano privado de acceder a vuelos suborbitales comerciales y, también, el hipotético regreso a la superficie lunar para el año 2024, esta vez, con la intención de habitarla.

Para este propósito la empresa desarrollo un vehículo espacial capaz de llevar ciudadanos y astronautas a la órbita baja terrestre y, a su vez, más allá de esta. El vehículo, llamado “CST-100 Starliner”, cuenta con paracaídas y un sistema de airbags diseñado para aterrizar en tierra (a diferencia de la mayoría de las capsulas, las cuales están diseñadas para aterrizajes marítimos) lo que la convierte en la primera de este estilo y pionera en la industria.

Otro punto a destacar de esta nave, es su diseño y facilidad de uso, ya que, es capaz de acoplarse a la ISS de forma autónoma y sin requerir intervención humana. Este punto la convierte en la nave más “amigable” con los ciudadanos que desean visitar el espacio, disminuyendo drásticamente el tiempo de entrenamiento requerido para este tipo de viajes.

Figura 8: CST-100 Starliner



Reutilización: hasta 10 veces por capsula

Capacidad: 7 pasajeros

Controles: diseñados para el uso comercial (clientes inexpertos)

Acoplamiento: autónomo para la ISS

Fuente: Boeing

5.2 Vuelos suborbitales

5.2.1 Blue Origin

Es una empresa estadounidense de transporte aeroespacial fundada en el año 2000 por Jeff Bezos (nacido en enero de 1964), fundador de *Amazon*. Entre sus objetivos se encuentran los vuelos orbitales y suborbitales, tanto para misiones oficiales de los EE.UU., como para vuelos privados. Su misión es ubicar a millones de personas en el espacio para que trabajen y vivan permanentemente allí, con el objetivo de preservar el planeta Tierra.

Los medios que planea utilizar la empresa para enviar turistas al espacio son vehículos de lanzamiento reutilizables (cohetes), capsulas de transporte y motores de cohetes que reducen el costo de acceso al espacio. Los vehículos emplean descensos controlados por propulsión luego de los lanzamientos para regresar a la Tierra.

Actualmente, la empresa cuenta con dos naves operativas, un carguero lunar, una nave capaz de realizar vuelos suborbitales y desarrolla otras con el objetivo de incrementar sus capacidades. Esas naves son:

En primer lugar, la nave llamada "New Shepard". Se trata de un cohete de una sola etapa reutilizable y suborbital, es decir, capaz de superar la línea de Kármán. El vehículo está diseñado para transportar astronautas, turistas y carga al espacio. La capsula cuenta con espacio para seis personas y supera la velocidad de Mach 3. Una vez despegue, permite a los turistas observar el planeta Tierra durante 11 minutos, para luego comenzar su regreso a la Tierra a través de un sistema de paracaídas.

Figura 9: New Shepard



Fuente: Blue Origin

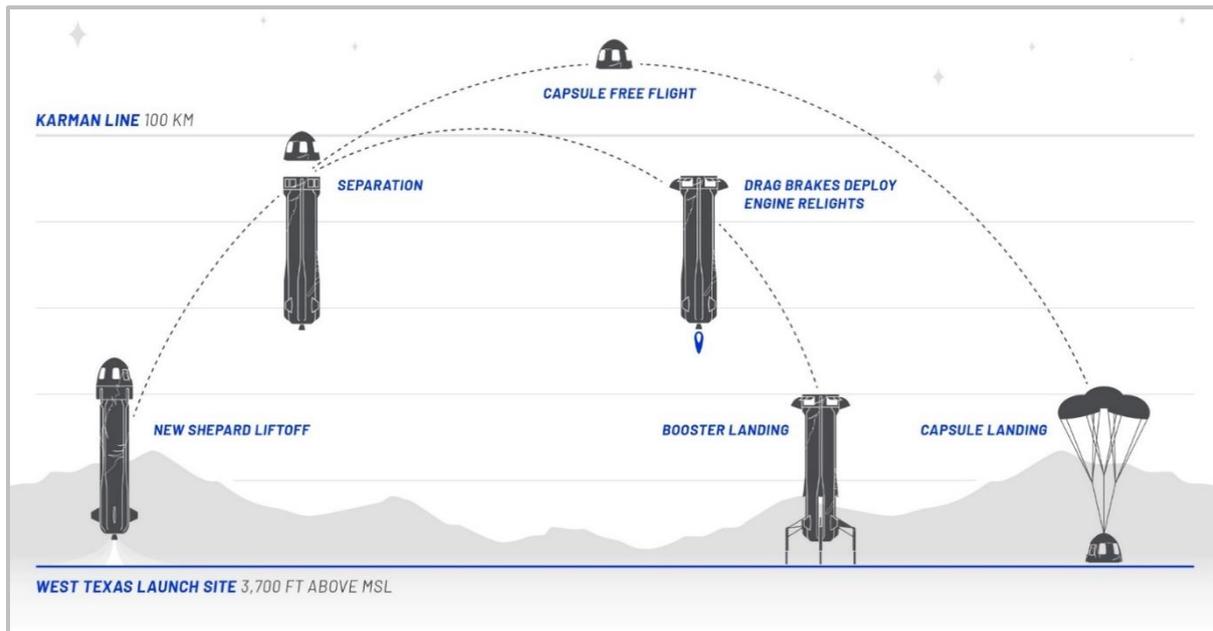
Altura: 18m

Lanzamientos: 12

Aterrizajes: 11

Reutilizado: 11 veces

Figura 10: Funcionamiento de la nave New Shepard



Fuente: Blue Origin

La nave despegua y se eleva de forma vertical hasta alcanzar la línea de Kármán, aquí comienza el proceso de separación donde se divide en dos. La capsula inicia el proceso de vuelo libre, permitiendo a sus pasajeros ver la curvatura de la Tierra y experimentar brevemente la ingravidez. Al mismo tiempo, el cohete realiza maniobras de aterrizaje reiniciando su motor de cohete, mientras que, la capsula de transporte utiliza un sistema de paracaídas para controlar su descenso hasta tocar suelo en el desierto de Texas, EE.UU.

En segundo lugar, se ubica la nave "New Glenn", una de las más grandes jamás construidas en la industria. Se trata de un cohete orbital reutilizable de tres etapas, capaz de alcanzar el espacio exterior.

Figura 11: New Glenn



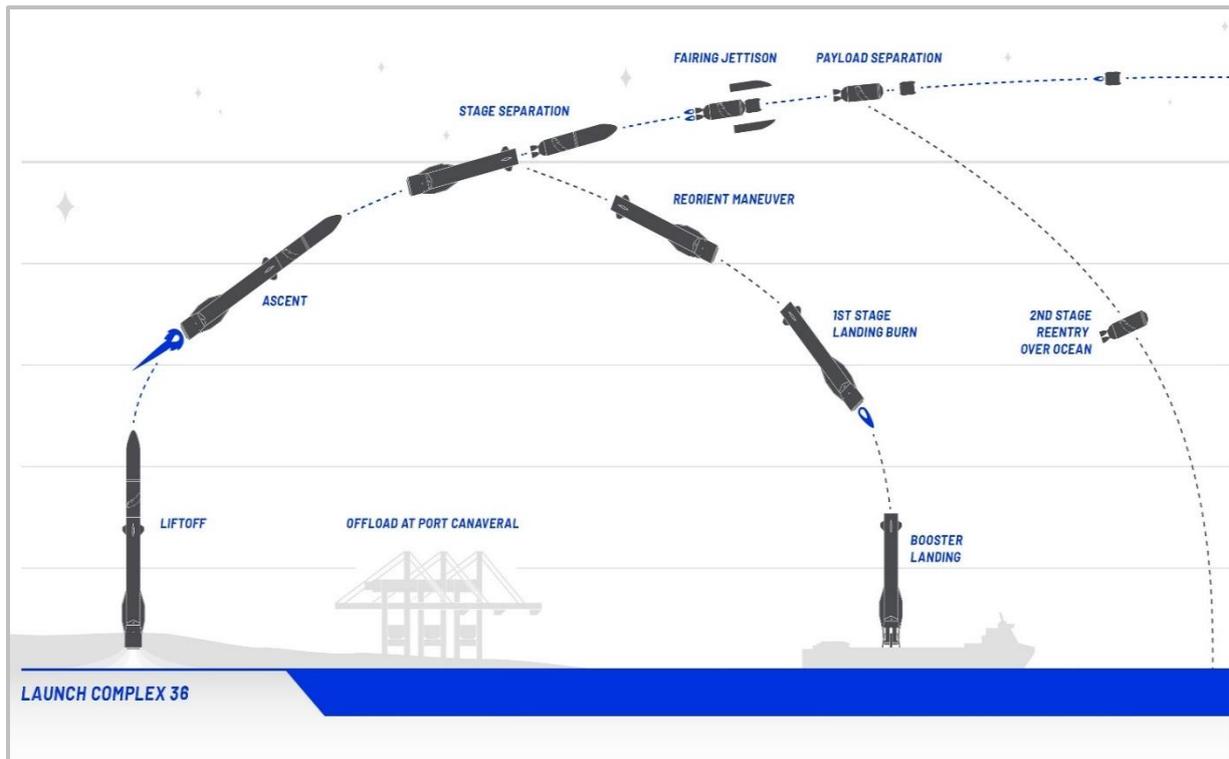
Fuente: Blue Origin

Altura: 98m

Diámetro: 7m

Carga útil a la órbita: 13.000 kg

Figura 12: Funcionamiento de la nave New Glenn



Fuente: Blue Origin

La figura muestra como la nave despegue y asciende hasta cierto punto, donde se produce la separación del cohete de la capsula que contiene la carga. Luego de separarse, la capsula (que contiene otro cohete) comienza su trayectoria hasta alcanzar el destino deseado. Una vez en órbita, la capsula se separa completamente de la nave y se dirige hacia su destino. Los dos cohetes empleados en el despegue y la primera separación de la nave son reorientados y dirigidos hacia un barco donde uno de ellos aterriza, el otro será recuperado del océano.

5.2.2 Virgin Galactic

Fundada en 2004, pertenece al grupo de empresas Virgin Group, cuyo fundador es Richard Branson (nacido en julio de 1950). La empresa ofrece vuelos comerciales suborbitales tripulados, lanzamientos suborbitales para misiones científicas y lanzamientos orbitales (superando la línea de Kármán) para satélites pequeños. En el futuro, *Virgin Galactic*, planea realizar tanto vuelos orbitales como suborbitales, aunque, a la fecha, solo produce naves con capacidades suborbitales.

Su sede se encuentra en Pasadena, California y el aeropuerto desde donde realizan los lanzamientos, cuyo nombre es "Spaceport America", se ubica en Nuevo México. Junto con otra empresa del grupo, *The Space Company*, se dedica a desarrollar y operar distintos sistemas de vehículos espaciales que sean capaces de "abrir" el espacio al mundo.

La compañía cuenta con una nave denominada VSS Unity, que, a su vez, está conformada por dos, la “Space Ship Two” y la “White Knight Two”.

Como se muestra en la imagen, la “Space Ship Two”, visible a los lados de la “White Knight Two” (ubicada en el centro), cuenta con dos pilotos y está sujeta a la otra nave. La “White Knight Two” es propulsada a reacción y transporta hasta seis pasajeros en su interior.

Figura 13: VSS Unity



Fuente: Wikipedia

Tripulación: 2 pilotos

Longitud y altura: 18.3 m y 5 m

Capacidad: 6 pasajeros

Distancia entre alas: 8.3 m

La “VSS Unity” despegue de manera horizontal y asciende hasta los 12 kilómetros de altitud, donde apaga los motores de la “Space Ship Two” y luego de unos segundos en caída libre, se separa e inicia su propulsión a través del motor a reacción de la “White Knight Two” (Sheetz, 2020). Al alcanzar los casi 100 kilómetros de altitud, la nave permanece durante un periodo de cinco minutos en la micro gravedad, permitiendo a sus pasajeros experimentar la ingravidez. Durante este periodo de tiempo, la nave realiza un retroceso lento en el límite del espacio, para luego reingresar a la atmósfera y planear su regreso hasta la pista de aterrizaje en Nuevo México. La compañía reutiliza la nave de transporte

“Space Ship Two”, sin embargo, reemplaza el motor de cohete híbrido “White Knight Two”, reconectándolo a la nave nodriza y preparándola para su siguiente vuelo.

5.3 Hoteles espaciales

A la fecha son pocas las empresas que anuncian futuros establecimientos en el espacio, sin embargo, aquellos que se animan, hacen referencia a “estaciones espaciales” o “instalaciones orbitales”. Tales estructuras, las cuales llamaremos “hoteles espaciales”, buscan satisfacer una demanda y “hacer que el espacio sea accesible para todos al seguir brindando el máximo valor a un costo más bajo”.

5.3.1 Orion Span

La empresa de tecnología espacial *Orion Span*, cuya sede se encuentra en Houston, Texas (EE.UU.), es una de las empresas estadounidense que compite por hospedar viajeros en el espacio. Según informó en el 2018, planea lanzar el primer hotel de lujo espacial de la historia. Su fundador y director ejecutivo de la compañía, Frank Bungler, asegura que “suena a locura hasta que es normal”. Dicha empresa planea albergar a sus primeros huéspedes en la Estación Aurora en el año 2024.

Las capsulas que componen al hotel, serán lanzadas desde la Tierra y tendrán como destino la órbita baja terrestre (a unos 320 kilómetros de la superficie de la Tierra). Vendrán equipadas para permanecer en ellas durante 14 días y quienes se hospeden (cuatro pasajeros y dos tripulantes), tendrán: dormitorios individuales; espacio para desplazarse y realizar ejercicio; largas ventanas para observar el planeta; “comida increíble” (así lo anuncian en su sitio web); y entretenimiento, para no aburrirse. Las actividades no serán como cualquier otra, incluyen carga y descarga de equipos y suministros, participar en estudios y experimentos científicos junto con astronautas y, por último, deberán trabajar en conjunto con otros huéspedes para mantener “a flote” la estación.

Figura 14: Prototipo de capsula hotelera de Orion Span



Fuente: Orion Span

A su vez, la estadía requiere de un entrenamiento previo que, desde la compañía, afirman tendrá una duración de tres meses (comparado con el histórico del sector de 24 meses). Para esto, la empresa desarrollo una aplicación, "Orion Span Astronaut Certification" (OSAC, por sus siglas en inglés), la cual se descarga en una computadora y se completan los pasos a el ritmo que cada cliente considere necesario. Una vez completada, los aspirantes a astronautas deben realizar un examen presencial en las instalaciones de la compañía. Tal examen, hace énfasis en conocer las capsulas, comprender el funcionamiento de los sistemas de las naves espaciales, aprender y repasar planes de contingencia, y prepararse para experimentar la ingravidez.

Figura 15: Sistema de acoplamiento de Orion Span



Fuente: Orion Span

Las capsulas de 13.3 metros de largo y 4.3 de alto, se unirán unas a otras una vez lanzadas mediante un sistema de acople vertical y horizontal.

La tarifa para realizar dicha experiencia es de USD \$9.5 millones y el viaje tiene una duración de 12 días. Para ingresar en la lista de espera, los pasajeros deben efectuar un depósito inicial de USD \$80 mil y el resto del pago se realiza en cuotas a medida que se acerca la fecha de lanzamiento. La compañía también acepta otras formas de pago, como las criptomonedas, y registró reservas para realizar “más de 5 viajes”.

Desde *Orion Span*, afirman que la empresa no pretende ser únicamente un hotel, sino que, se prevé que sea la primera de una serie de estaciones y destinos en el espacio. Así mismo, Bunger afirma que:

“Más adelante venderemos módulos dedicados como los primeros condominios en el espacio del mundo. Los futuros propietarios de Aurora pueden vivir, visitar o subarrendar su condominio espacial...Una vez que exista un destino no gubernamental en el espacio, creemos que creará un

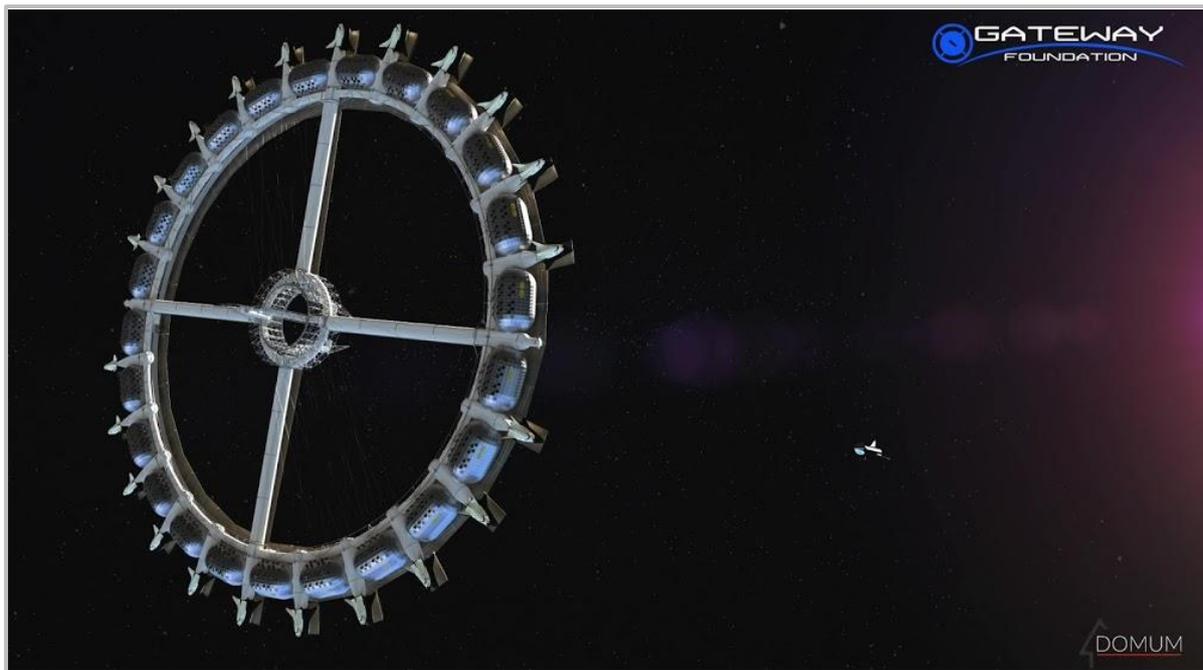
círculo virtuoso entre los tres ecosistemas espaciales comerciales de lanzamiento, nave espacial y destino”.

5.3.2 Gateway Foundation

A diferencia de *Orion Span*, esta empresa tiene otro tipo de estación planificada para hospedar a sus clientes.

“Voyager Class Station” es un hotel con forma de rueda gigante, y con 190 metros de diámetro, rotará sobre su propio eje, generando distintos niveles de gravedad artificial al aumentar o disminuir su velocidad de rotación. Este hecho permitirá a los huéspedes tener una estadía más confortable (en comparación con la ISS), donde no es posible tener sentido de la orientación. Contará con espacio para instalar 24 módulos de hospedaje individuales y tendrá capacidad para 400 personas. A su vez, la empresa pretende acomodar tanto a astronautas (de diferentes agencias espaciales) como a turistas y entusiastas del espacio.

Figura 16: Prototipo de hotel de Gateway Foundation



Fuente: Gateway Foundation

La estructura constará de dos anillos estructurales concéntricos fijados entre sí, al mismo tiempo, un conjunto de radios soportará un anillo habitacional formado por grandes módulos. Dicho anillo, estará compuesto por distintos módulos habitacionales, los cuales se configuran en base a las necesidades de los clientes.

5.4 Otros proveedores de servicios

5.4.1 Intermediarios comerciales

Junto con las compañías que desarrollan cohetes, VERs y hoteles espaciales, también se encuentran en el sector, empresas que actúan como intermediarios entre los operadores de servicio y los clientes.

Estas empresas se encargan de encontrar aquellos interesados en conocer el espacio y prepararlos para el lanzamiento y el periodo de tiempo que vayan a orbitar en el espacio o en la ISS. Dichos intermediarios venden servicios de vuelo orbital, pero no desarrollan, construyen o lanzan naves al espacio ultraterrestre. Algunos ejemplos de tales empresas son: *Space Adventures*, *Axiom Space* y *Virgin Galactic*.

Desde los años 2000, *Space Adventures* ha realizado vuelos orbitales con destino a la ISS usando VERs rusos. Cada vuelo tuvo un costo mínimo de USD \$20 millones por persona y detallé sus participantes y características en un capítulo anterior (ver 4.2.2.2 Antecedentes). A su vez, la empresa ha firmado un contrato junto con *SpaceX* para volar cuatro turistas al espacio en una misión de vuelo libre, donde el VER "Crew Dragon", no se acoplará a la ISS (como suele realizar en los vuelos orbitales), en su lugar, orbitará durante cinco días antes de regresar a la Tierra. La empresa tiene previsto que la misión se lance entre fines del año 2021 y mitad del 2022, dedicando las dos semanas previas al lanzamiento al entrenamiento de los pasajeros. Dicho vuelo puede sentar un precedente en la historia de los vuelos orbitales, ya que se trata del primer vuelo orbital que no tiene como destino a la ISS y que tampoco emplea un servicio de naves espaciales de alguna organización gubernamental, tales como, la NASA o *Roscosmos*.

Por su parte, *Axiom Space*, cuya sede se encuentra en Houston, Texas, fue otra de las compañías que firmó contrato con la empresa de Elon Musk. En este caso, se trata del traslado de cuatro pasajeros (siendo uno de ellos un comandante profesional de vehículos aeroespaciales) a la ISS. La misión tiene fecha de lanzamiento en octubre de 2021 y una duración de 10 días, con dos días de viaje y ocho a bordo de la estación. A diferencia de *Space Adventures*, la empresa tiene más participación en este vuelo, actuando como más que un intermediario, en la provisión de servicios, como el entrenamiento y gestión de la misión.

Virgin Galactic no planea construir naves espaciales que le permitan realizar vuelos orbitales, sin embargo, la empresa pretende convertirse en un proveedor de dicho servicio. Con tal objetivo en mente, firmó un contrato con la NASA que le habilita a comercializar vuelos orbitales y hasta el momento, ha informado 12 depósitos realizados por clientes. Si bien la compañía no estableció una tarifa final para los vuelos, espera que estas sean competitivas con otras ofertas del mercado.

6. Capítulo IV: Análisis de la economía espacial

6.1 Introducción

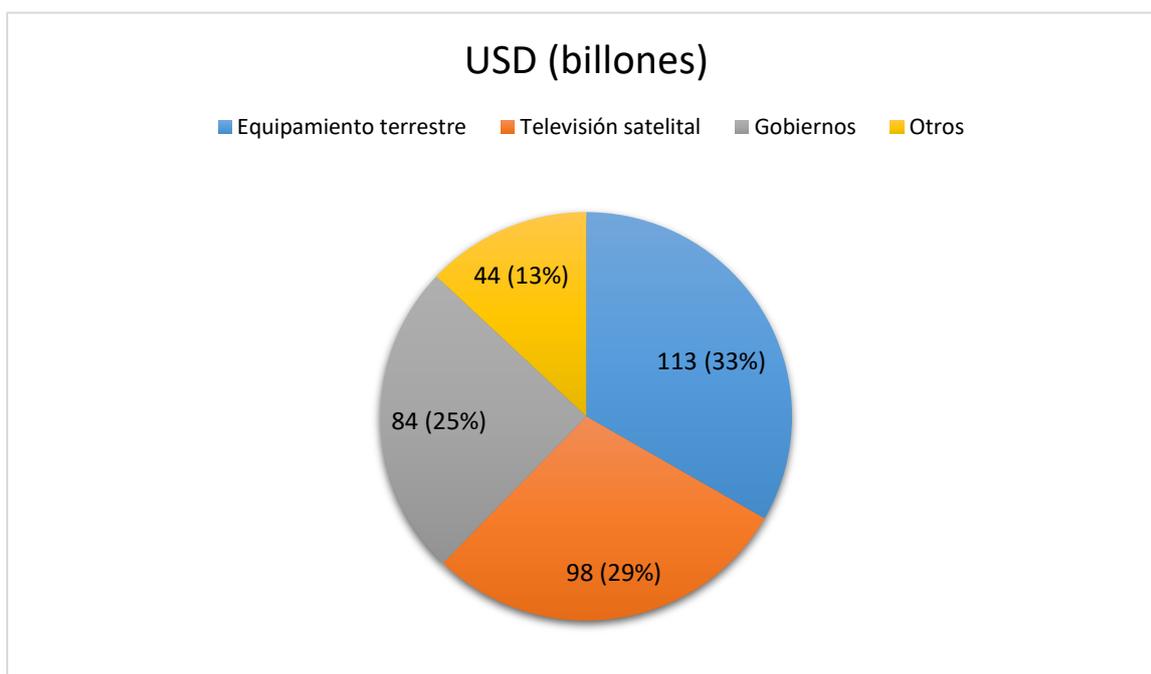
A comienzos del año 2019 la economía espacial estaba valorada en USD \$340 billones y las actividades que generaban ese valor eran, principalmente, el lanzamiento de cohetes y satélites, la comercialización y reserva de asientos en vuelos suborbitales y orbitales, la minería espacial y los procesos de manufactura en el espacio (Berrisford, 2018). Muchos de estos eventos tenían una fecha aproximada de ocurrencia, sin embargo, por razones técnicas y/o de preparación no podían concretarse en los plazos establecidos, como, por ejemplo, los lanzamientos de vuelos orbitales y suborbitales. A pesar de esto, un informe del banco “United Banks of Switzerland” (UBS, por sus siglas en inglés), realizado por el analista Berrisford (2018), menciona que “la economía espacial está llegando a un punto de inflexión y está lista para crecer de USD \$340 billones en la actualidad a casi USD \$1 trillón en las próximas dos décadas” (p. 1). Esto es posible gracias a la inversión sostenida que realizan varios billonarios en el campo de la tecnología y exploración espacial, según *Goldman Sachs*, USD \$13.5 billones fueron invertidos en “start-ups”⁶ con grandes posibilidades de crecimiento en el sector en las últimas 2 décadas. Le Goff & Moreau (2013) afirman lo siguiente:

El desarrollo del turismo espacial se desvinculó de la exploración espacial realizada por los gobiernos y pasó a manos de empresas emergentes privadas especializadas, como Virgin Galactic, XCOR Aerospace, Blue Origin, Astrium y Space Adventures... estas compañías impulsaron el desarrollo de naves y tecnología en busca de satisfacer las necesidades de los consumidores y persiguiendo un objetivo exclusivamente turístico.

Otros factores que favorecen la economía espacial son: el desarrollo de nuevas generaciones de cohetes y satélites livianos de bajo costo, la reducción de los costos por kilogramo en órbita, y la reciente capacidad de reutilizar los cohetes. Para explicarlo precisamente, el combustible aporta el mayor peso del cohete, mientras que, los costos más altos recaen en el “hardware” o soporte físico, esto significa que, al reutilizar los cohetes, las empresas pueden disminuir la mayor parte del costo, abaratando el precio de llevar turistas al espacio, y, por ende, ampliando la base de personas que pueden acceder a la compra de un asiento en dichas naves. Esto ha generado la aparición de nuevos inversionistas en el área, aumentando el número de industrias que ingresan al sector y el interés general en el espacio, tal como afirma el autor: “La creciente inversión del sector privado está diversificando el enfoque tradicional del espacio lejos del uso gubernamental o militar, y en áreas tan diversas como internet por satélite, turismo espacial, minería espacial, etc.” (Berrisford, 2019, p. 3 párr. 1).

En el siguiente gráfico, se puede observar la distribución de la economía espacial por sectores en el año 2016.

Gráfico 2: Ingresos por sector de la industria espacial



Fuente: Satellite Industry Association (2017)

6.2 Tecnologías de acceso a vuelos espaciales

Durante el transcurso del ciclo evolutivo de la tecnología espacial hubo distintas tendencias y formas en cuanto a cómo llevar personas y carga al espacio. En épocas de la guerra fría, en este campo de estudio predominaba el siguiente pensamiento: lograr las metas sin importar el costo monetario y/o ambiental. Esta mentalidad fue cambiando durante el paso de los años y luego de repetidas misiones fallidas y críticas a la NASA (los prototipos y lanzamientos se realizaban con dinero público recaudado a través de impuestos) por parte de la sociedad y los medios, se decidió permitir y fomentar la inversión privada en el sector.

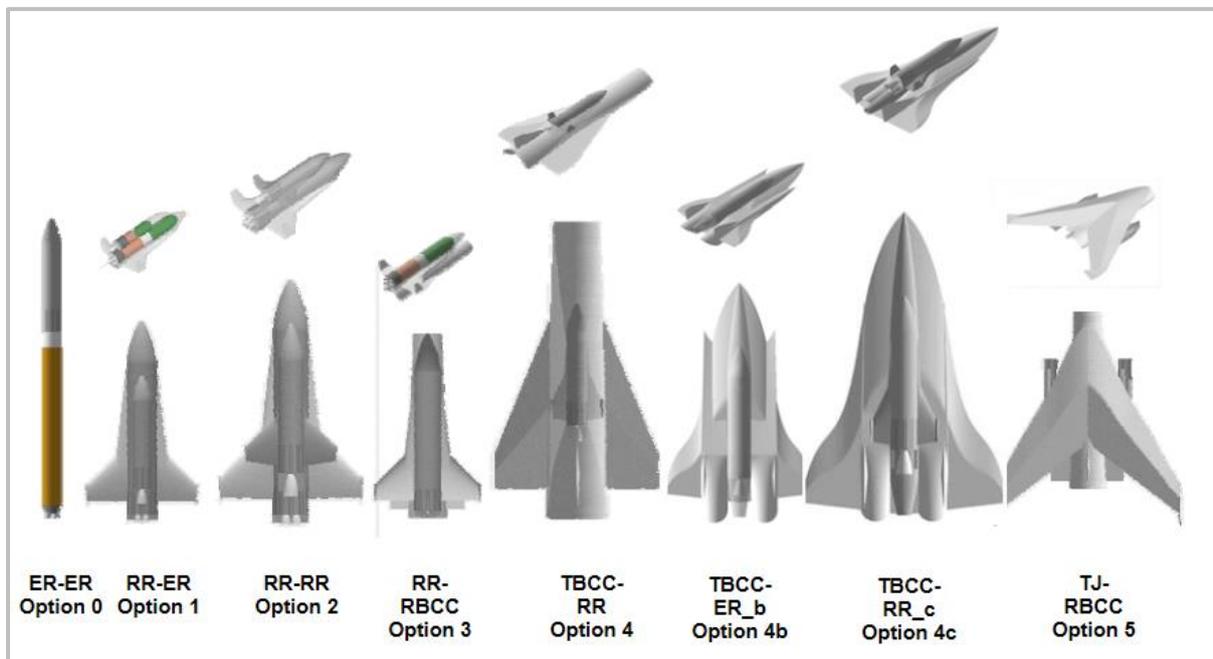
La solución a dicho problema surge años después, con la aparición de los cohetes reutilizables de dos o más etapas, cuyas características permiten reducir la posibilidad de incendio y la huella de residuos orbitales (CNN, 2020). Sin embargo, el desarrollo de tales vehículos no fue repentino y, a continuación, propongo examinar distintos prototipos que presentó la industria durante este proceso.

Con el objetivo de cumplir con los requerimientos, las metas de la NASA y de otras organizaciones espaciales alrededor del mundo, las compañías buscan desarrollar softwares y simuladores que demuestren una forma eficiente de llegar al espacio (Kothari y Webber, 2010). Estas formas, debían proporcionar ingresos y tener un bajo costo de aplicación para la empresa. De esta manera, la empresa *Astrox Corporation* identifica a través de “HySIDE” (un código de software especialmente diseñado para los requerimientos de la NASA), 16 potenciales vehículos que pueden

cumplir con la necesidad de acceder al espacio a un bajo costo por vuelo. De la simulación de estos 16 prototipos, los que más prometen son aquellos llamados dos etapas a orbita o “Two-Stage-to-Orbit” (TSTO, por sus siglas en ingles) en comparación con los de una etapa a orbita (SSTO, por sus siglas en inglés). Los prototipos cuentan con diferentes diseños y están hechos a base de cohetes reemplazables o reutilizables, turbinas y/o jets o una mezcla de estos llamados híbridos, al mismo tiempo, estos se basan en sistemas de despegue y aterrizaje horizontal –para sistemas de ciclos combinados basados en turbinas- o despegue vertical y aterrizaje horizontal (para prototipos que en ambas etapas están formados por cohetes, sean reutilizables o no).

A continuación, se muestra una imagen seguida de una tabla, que permiten ver como estaban contruidos los diferentes prototipos empleados en la simulación.

Figura 17: Boceto de los prototipos



Fuente: Astrox Corporation (2010)

En esta imagen podemos observar las distintas variantes de cohetes y turbinas para cada opción presente en la simulación. En la tabla n.º1 se detalla el destino de los vuelos de prueba, cómo está compuesta cada nave, que tipo de combustible utiliza, y las distintas etapas donde se produce la separación de una parte de la nave, dando inicio a la siguiente etapa.

Tabla 1: Construcción de los prototipos

Opción	Carga Útil	Etapa inferior		TO	LA	Etapa	Separación			Etapa superior		Destino	Designación	
#				Combustible		Regreso	Mach	Altitud	Q			Combustible	Aterrizaje	
								m						
0	20.000kg	Prescindible		RP2	VT HL	N/A	6.50	60960	5	Prescindible	RP2	N/A	185 km desde CEK	CP/CP
1		Reutilizable		RP2	VT HL	Impulso	6.50	53340	50	Prescindible	RP2	N/A		CR/CP
2		Reutilizable		RP2	VT HL	Impulso	6.50	53340	50	Reutilizable	RP2	Horizontal		CR/CR
3		Reutilizable		RP2	VT HL	Impulso	4.00	22860	700	CCBC	CH4	Horizontal		CR/CCBC
4		CCBT		JP8/CH4	HT HL	Impulso	9.50	27432	2000	Reutilizable	RP2	Horizontal		CCBT/CR
4b		CCBT		JP8/JP7	HT HL	Vuelo	6.00	28285	800	Prescindible	RP2	N/A		CCBT/CP
4c		CCBT		JP8/JP7	HT HL	Vuelo	6.00	28285	800	Reutilizable	RP2	Horizontal		CCBT/CR
5		Turborreactor		JP8	HT HL	Vuelo	4.00	16764	2000	CCBC	CH4	Horizontal		TR/CCBC

Fuente: Astrox Corporation (2010)

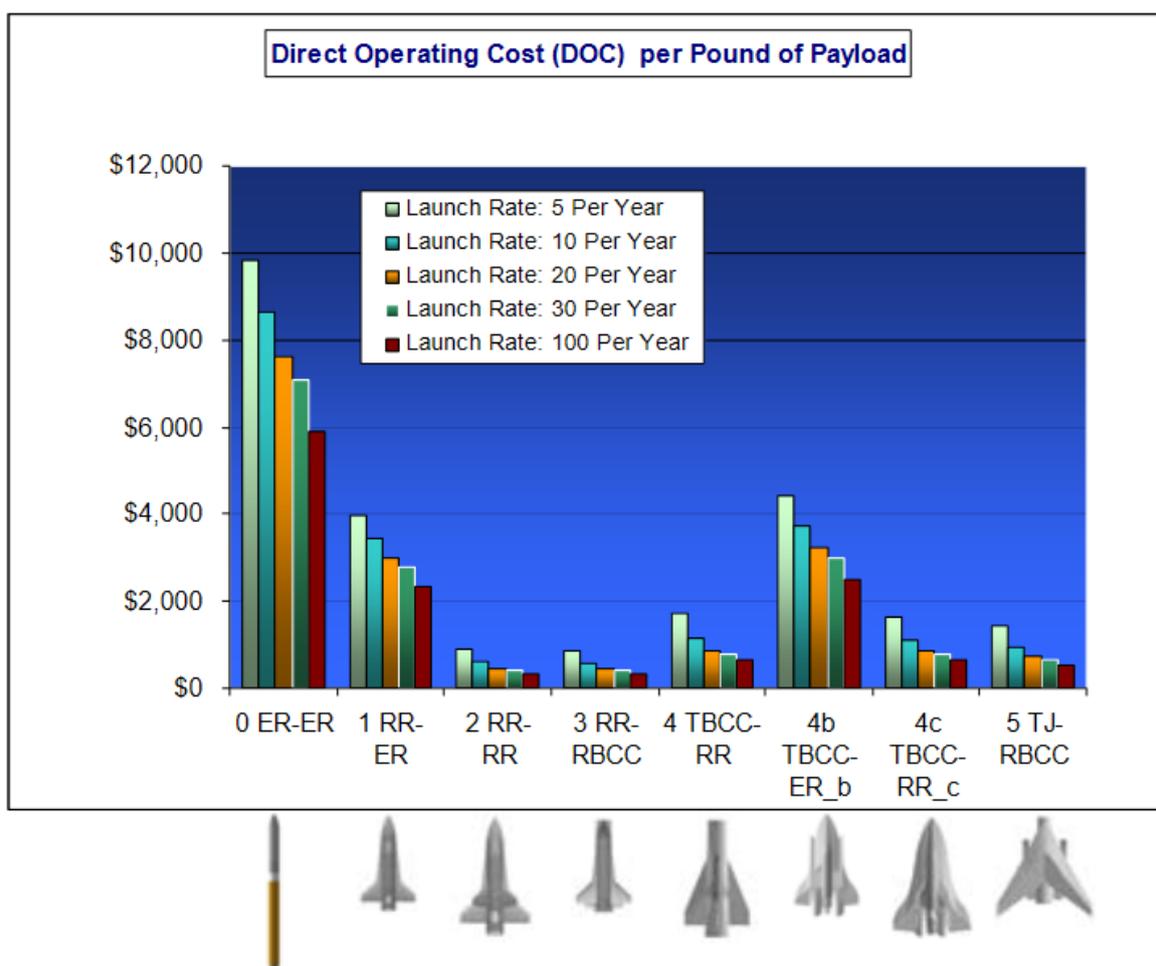
Nomenclatura

- TO = Takeoff – Despegue
- LA = Landing – Aterrizaje
- VT = Vertical Takeoff – Despegue Vertical
- HT = Horizontal Takeoff – Despegue Horizontal
- HL = Horizontal Landing – Aterrizaje Horizontal
- CP o ER (*) = Cohete Prescindible – Expendable Rocket
- CR o RR (*) = Cohete Reutilizable – Reusable Rocket
- CCBC o RBCC (*) = Ciclo combinado basado en cohete – Rocket based combined cycle
- CCBT o TBCC (*) = Ciclo combinado basado en turbina – Turbine based combined cycle
- TR o TJ (*) = Turborreactor – Turbojet
- CEK o KSC (*) = Centro Espacial Kennedy – Kennedy Space Centre

(*): Por sus siglas en inglés

Una vez determinada la construcción de los prototipos, *Astrox Corporation* realiza una serie de pruebas en busca de establecer qué nave sería la más apropiada para realizar dicho vuelo desde el CEK. De esta manera, analiza el peso de cada prototipo, el motor que utiliza, la cantidad de combustible necesaria para alcanzar el destino (185 kilómetros de altitud sobre la superficie de la Tierra) y, a su vez, tiene en cuenta la cantidad de naves que necesitaría con el paso del tiempo. Esto deriva en un gráfico que resume los costos que significaría para la empresa emplear cada nave, estableciendo un escenario de 5 a 100 lanzamientos por año.

Gráfico 3: Costos directos de operación por libra de carga

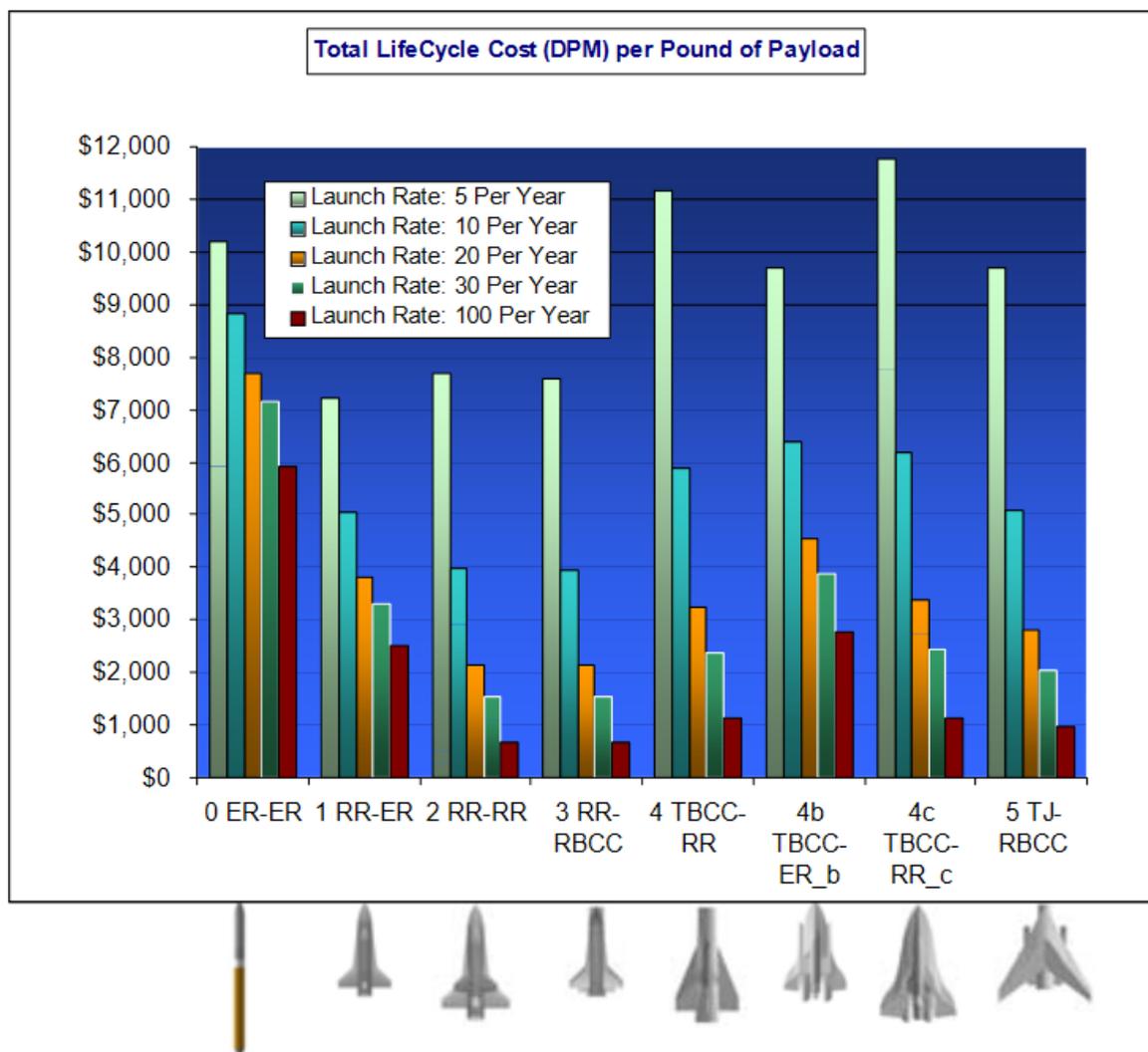


Fuente: Astrox Corporation (2010)

Como ilustra el gráfico, los costos directos de operación (DOC, por sus siglas en inglés) de las naves prescindibles o “expendable rockets” (ER, por sus siglas en inglés) son considerablemente más altos que aquellos de las naves que cuentan con cohetes reutilizables o “reusable rockets” (RR, por sus siglas en inglés). Las naves que cuentan con RR en ambas de sus etapas son las que menos costos de operación requieren, incluso a una baja tasa de lanzamientos por año. Por otra parte, los híbridos (compuestos en su etapa inicial por turbinas o sistemas basados en turbinas y en su etapa final por cohetes), cuentan con un nivel de costos medio.

El gráfico n.º4 muestra la diferencia de los costos totales de desarrollo, adquisición y mantenimiento (DPM, por sus siglas en inglés) entre los distintos prototipos de vehículos desarrollados.

Gráfico 4: Costos totales de desarrollo, adquisición y mantenimiento por libra de carga



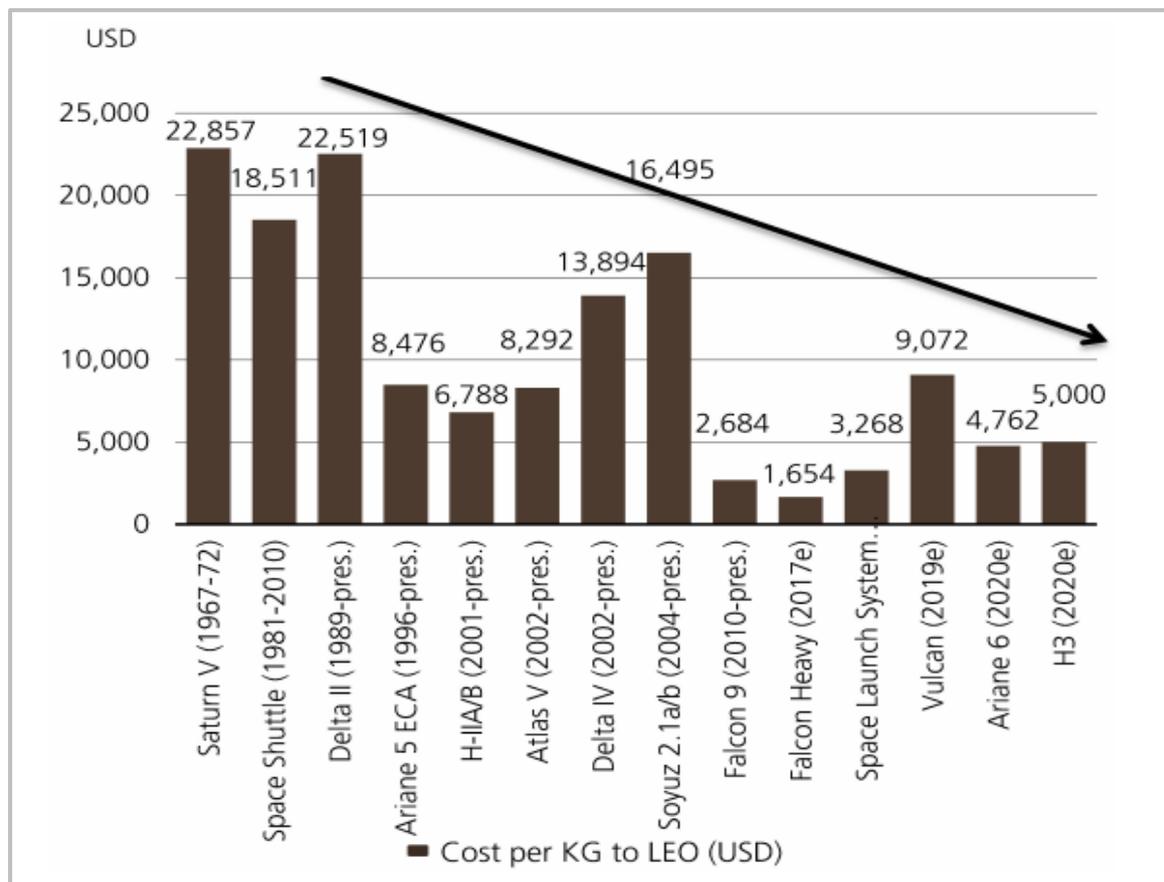
Fuente: Astrox Corporation (2010)

A medida que incrementa la tasa de lanzamientos por año, los costos DPM por libra de carga útil de cada vehículo disminuyen, sin embargo, los costos que demuestran una mayor reducción en su número son aquellos relacionados con las arquitecturas reutilizables, especialmente los cohetes RR. A diferencia del gráfico n.º3, la tasa de lanzamientos tiene una incidencia notable en los costos DPM, donde estos disminuyen progresivamente, aunque en menores proporciones. La relación entre el costo de DPM y el DOC por libra también es significativamente menor en todos los casos a medida que aumenta la tasa de vuelo.

De ambos gráficos se obtiene la conclusión de que los VERs desarrollados a partir de cohetes RR son los más apropiados para llevar adelante el vuelo propuesto por *AstroX Corporation*. De igual modo, esto tiene su correlato en la realidad, donde vemos lanzamientos por parte de distintas compañías que emplean este tipo de nave en todos sus lanzamientos (CNN, 2020).

Para el turismo espacial y su desarrollo comercial privado, el suceso más importante y determinante en el futuro próximo es el reúso de cohetes y naves que permitan reducir los costos de poner en el espacio a los turistas que deseen experimentar la ingravidez o, incluso, habitar la ISS.

Gráfico 5: Costos de lanzamiento por kg a la órbita baja terrestre



Fuente: UBS AG (2017)

Como se observa en el gráfico, los costos de lanzamiento por kg al espacio exterior se han reducido durante el paso de los años, desde USD \$23 mil / kg en la década del 70' hasta los USD \$5 mil / kg en tiempos modernos. El record de menor gasto por kg pertenece actualmente a la empresa *SpaceX*, con sus cohetes *Falcon 9* y *Falcon Heavy*, siendo esta una de las más favorecidas por contratos con la NASA. El hecho de reducir drásticamente el costo de lanzamiento, no es un suceso menor, ya que el dicho costo y su combustible pueden significar hasta un tercio del costo total de la nave.

6.3 Mercados y sub mercados de los vehículos espaciales reutilizables

La tecnología desarrollada para llevar a cabo vuelos espaciales, la reducción de los costos de lanzamiento y la reutilización de cohetes y naves, permite a la industria acceder a nuevos mercados emergentes en el ámbito de la economía espacial. Estos actores fueron identificados en un estudio realizado por la FAA (2012) y se agruparon por similitud de aplicaciones, propósito, actividades y clientes. La tabla n.º2 resume y define dichos mercados.

Tabla 2: Definición de mercados de los vehículos espaciales reutilizables

<p>Vuelos espaciales comerciales y tripulados <i>Experiencias de vuelos espaciales tripulados con fines turísticos o de formación</i></p> <p>Individuos Corporativos Premios y concursos Formación de personal en el espacio exterior</p>	<p>Investigación básica y aplicada <i>En una serie de disciplinas, aprovechando la micro gravedad y el acceso al entorno espacial</i></p> <p>Investigación biológica y física Ciencias de la Tierra Ciencias espaciales Ciencias de la salud humana</p>
<p>Prueba y demostración de tecnología aeroespacial <i>Ingeniería espacial para avanzar en la madurez de la tecnología o lograr la demostración, calificación o certificación espacial</i></p> <p>Demostraciones que requieren entorno espacial y/o de lanzamiento Prueba, calificación y análisis de comportamiento de hardware en entorno espacial</p>	<p>Medios de comunicación y relaciones públicas <i>Uso del espacio para promocionar productos, aumentar el reconocimiento de una marca o filmar contenido relacionado con el espacio</i></p> <p>Cine y televisión Publicidad y patrocinio en los medios Relaciones públicas y divulgación Novedades y recuerdos espaciales</p>
<p>Educación <i>Brindar oportunidades a las escuelas, colegios y universidades para incrementar el acceso y la conciencia acerca del espacio</i></p> <p>Escuela secundaria Misiones educativas universitarias</p>	<p>Despliegue de satélites <i>Uso de VERs para poner en órbita cargas pequeñas y/o satélites</i></p> <p>Lanzamiento de satélites de baja escala</p>
<p>Sensores remotos <i>Adquisición de imágenes de la Tierra y estudio de los sistemas terrestres para aplicaciones comerciales, civiles o militares</i></p> <p>Imágenes comerciales del planeta Tierra Imágenes civiles del planeta Tierra Vigilancia militar</p>	<p>Transporte punto a punto <i>Transporte de personas o carga entre distintas locaciones</i></p> <p>Rápida entrega de paquetes Rápido transporte de pasajeros Rápido transporte de tropas</p>

Fuente: The Tauri Group (2012)

Esta tabla refleja de manera general los mercados y sub mercados más importantes de los VERs. Sin embargo, resulta apropiado un análisis más profundo de cada sub mercado de estos segmentos, ya que varían notablemente el uno del otro.

Los vuelos espaciales comerciales y tripulados pueden definirse como el mercado de las experiencias turísticas o entrenamiento, para dicho mercado se identificaron cuatro sub mercados:

- Individuos: Actividades de vuelos espaciales descritos como turismo espacial.
- Corporativos: Vuelos suborbitales como incentivo y/o premio a clientes corporativos o empleados de alto nivel.
- Concursos y eventos: Entrega de plazas en vuelos espaciales como premio.
- Capacitación de personal: Vuelos suborbitales como entrenamiento en el espacio para vuelos orbitales.

El mercado de la investigación básica y aplicada aprovecha las condiciones extraordinarias del espacio y la micro gravedad para llevar adelante actividades que amplíen el conjunto de conocimientos.

- Investigación biológica y física: Uso de cargas útiles experimentales para investigar respuestas biológicas y físicas.
- Ciencias de la Tierra: Observaciones y mediciones de la Tierra y sus sistemas.
- Ciencia espacial: Observaciones y mediciones del entorno espacial.
- Ciencias de la salud humana: Investigación que estudia las respuestas fisiológicas y psicológicas humanas.

La prueba y demostración de tecnología aeroespacial a través de los VERs pretende avanzar en la madurez tecnológica, logrando la calificación y/o certificación espacial de sus equipos. Fueron identificados dos sub mercados para este objetivo:

- Demostraciones que requieren entorno espacial y/o de lanzamiento y calificación.
- Prueba y análisis de comportamiento de hardware en entorno espacial.

El mercado de los medios de comunicación y relaciones públicas (RR. PP.) utiliza las actividades de los VERs para promover productos, aumentar el conocimiento del público acerca de una marca o filmar contenido relacionado al espacio. Se identificaron cuatro sub mercados:

- Cine y televisión: filmación en VERs para entretenimiento con base en la temática espacial.
- Publicidad y patrocinio en los medios: Logos y anuncios colocados en hardware espacial, junto con publicidades filmadas en el espacio. (Este sub mercado incluye todos los asientos de pasajeros comprados por empresas asociadas con la publicidad o promoción de marca, con excepción de concursos y promociones, que compran asientos para terceros).

- Relaciones públicas y divulgación: Conciencia o reconocimiento de marca a través de la asociación con VERs.
- Novedades y recuerdos espaciales: Objetos que han volado de forma total o parcial en el espacio y recuerdos asociados con un evento o vehículo espacial en particular.

El mercado de la educación utiliza los VERs como oportunidades de aprendizaje y aumento de la conciencia del espacio para estudiantes de escuelas y universidades. Se hallaron dos sub mercados para dicho mercado:

- Educación primaria y secundaria: cargas útiles y actividades para escuelas y/o estudiantes.
- Misiones universitarias: cargas útiles desarrolladas por estudiantes universitarios. (Estas misiones no incluyen misiones desarrolladas por universidades que hayan sido pagadas por organizaciones gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro o de investigación comercial, ni misiones pagadas con fondos universitarios que tengan principalmente objetivos científicos; estas misiones están incluidas en el mercado de investigación básica y aplicada).

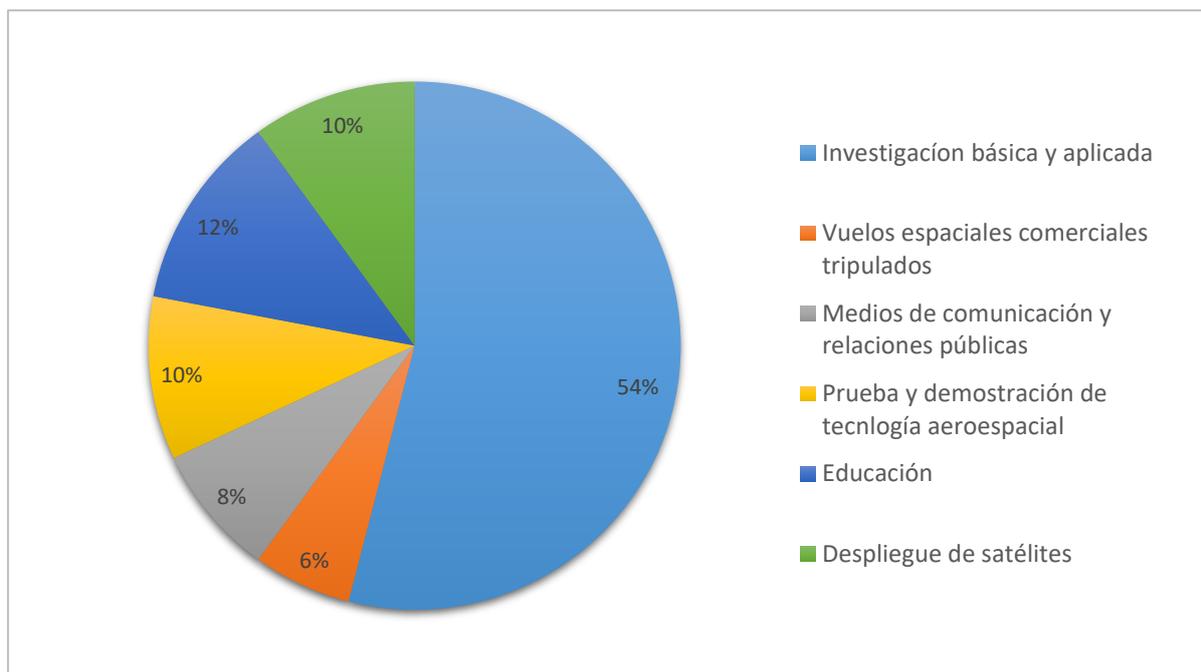
El despliegue de satélites es un mercado que emplea los VERs para enviar pequeñas cargas útiles o satélites a la órbita. Este mercado incluye todos los despliegues de larga duración en el espacio, independientemente de la aplicación prevista, por ejemplo: sensores remotos, educación, demostración de tecnología, investigación básica y aplicada, etc.

El mercado de los sensores remotos es la obtención de imágenes de la Tierra y el estudio de sus sistemas para su aplicación en distintas áreas: comerciales, civiles, gubernamentales o militares. (La recopilación de datos para la investigación se considera ciencias de la Tierra, por lo tanto, se incluye en el mercado de investigación básica y aplicada).

Por último, el transporte de punto a punto es un mercado que se define como transporte de carga o personas entre locaciones distantes, con tres sub mercados identificados: Envío rápido de paquetes, transporte rápido de pasajeros y/o tropas.

Es lógico decir que los mercados analizados anteriormente contemplan más diferencias que similitudes entre sí, no obstante, cada uno de ellos genera su aporte a la economía espacial e incrementa la demanda de VERs (The Tauri Group, 2012). Debido a esto, resulta importante valorar cualquier actividad que impulse el mercado de los vuelos espaciales, ya que, mientras las empresas realizan pruebas y vuelos comerciales de práctica (no tripulados), las áreas que no pertenecen al sector turístico promueven el desarrollo tecnológico y mantienen “ocupado” al sector, tal como ilustra el gráfico n.º6.

Gráfico 6: Demanda de clientes empresariales por área de mercado



Fuente: The Tauri Group (2012)

Nota: El gráfico n.º6 representa la demanda de clientes empresariales por área de mercado, por tal razón, dicho gráfico no contempla análisis de clientes particulares.

6.4 Cuantificación de la demanda y ciclo de vida del turismo espacial

En el año 1964, Gerhard Pistor, un periodista Austriaco, ingresó a una agencia de viajes ubicada en la ciudad de Viena y solicitó reservar el primer vuelo de *Pan American World Airways* con destino a la luna (Cole, 2015). El vuelo nunca se llevó a cabo, ya que la empresa presentó quiebra en el año 1991, pero lo importante a destacar aquí, es que 25 años después de que se reservara ese ticket, la empresa tenía más de 93 mil pasajeros en lista de espera con la intención de pisar la luna. En consecuencia, esto es una pequeña muestra de la demanda latente que existía en aquella época por los vuelos comerciales espaciales.

Actualmente, las empresas privadas que desarrollan vehículos para poner en órbita a viajeros curiosos no toman la decisión de lanzarse al mercado de manera aleatoria. Así, con el objetivo de establecer una demanda que sea cuantificable y con el paso de los años, se llevaron adelante una serie de encuestas y estudios de mercado, previo al inicio del desarrollo de sus actividades. Las encuestas se llevaron adelante entre los años 2007 y 2010 y, establecieron que, el mercado potencial de los vuelos suborbitales, es decir, personas dispuestas a pagar USD \$200 mil por ticket sería de, al menos, 50 mil individuos. A su vez, aquellos más interesados en realizar viajes de este tipo tenían

entre 20 y 45 años. En cuanto a la procedencia, los mercados más atractivos resultaron ser EE.UU., China, Japón y el oeste de Europa (salvo en algunas excepciones). El 20% de los estadounidenses con una riqueza neta entre 25 y 50 millones de dólares estaría interesado en comprar un boleto para un viaje suborbital. A modo de ejemplo, una de las empresas del sector, *Virgin Galactic*, contaba en el año 2012 con más de 700 reservas para viajes suborbitales. Cabe destacar que el mercado del turismo espacial es joven y estas encuestas fueron realizadas hace más de 10 años y antes de comenzar con la comercialización de los vuelos. A su vez, los vuelos suborbitales tienen un mercado mayor que los vuelos orbitales, debido a que los orbitales implican alcanzar una mayor altitud, elevando su precio de forma considerable, y (generalmente) deben contar con un lugar donde hospedarse.⁷ Actualmente, la ISS es la única instalación orbital que provee alojamiento a los turistas, con un valor de USD \$35 mil por noche (Infobae, 2020).

Según el sitio *SpaceTourism.com* el ciclo de vida del turismo espacial, como cualquier otro negocio, se desarrollará progresivamente y una vez inicie los primeros vuelos programados y tripulados que sean exitosos. En su etapa pionera, prosperará con vuelos de baja escala (suborbitales) que se caracterizarán por ser relativamente caros. Luego, una vez que la frecuencia de vuelos aumente, ingresará en su etapa madura, donde las tarifas disminuirán y el acceso de los ciudadanos se verá facilitado. Finalmente, se convertirá en un negocio de masas que apela a la economía de escalas, donde viajan más pasajeros por lanzamiento, lo cual genera una reducción de costos considerable (similar a la aviación comercial en la actualidad). Esta secuencia fue resumida en la Tabla n.º3.

El tipo de servicio, volumen de pasajeros y la tarifa de los vuelos ira transformándose a medida que cambia la etapa en la que se encuentra el producto, incluyendo los hoteles y las instalaciones orbitales, que en un primer lugar solo ofrecen una habitación con ventanas desde la cual se observa la Tierra y otros cuerpos celestes, pero no hay servicios ni entretenimientos adicionales y donde cada huésped debe mantener las condiciones de higiene dentro de su habitación.

En la siguiente tabla, se detalla gráficamente las distintas etapas que atravesará el turismo espacial durante su ciclo de vida.

Tabla 3: Fases del turismo espacial

Etapa	Producto turístico	Tarifa y volumen
<i>Pionera</i>	Se encuentra más cerca del turismo aventurero que del estilo hotel lujoso. Los viajes serán seguros pero rudimentarios.	Los clientes serán pocos, de cientos a miles por año; las tarifas serán altas, a partir de los USD \$95 mil.
<i>Madura</i>	Aumento de la demanda e incremento de las inversiones. Los lanzamientos se realizarán desde varias plataformas y con más frecuencia.	Los tickets para viajes orbitales costarán menos, con miles a cientos de miles de pasajeros anuales.
<i>Masas</i>	Los hoteles e instalaciones orbitales dejarán de ser módulos prefabricados y se desarrollarán estructuras para cientos de personas, con un aumento en las opciones de ocio y entretenimiento.	Las tarifas orbitales caerán a unos cientos de miles de dólares por viaje, con cientos de miles a millones de pasajeros por año.

Fuente: Journal of Tourism Futures (2015)

Por otro lado, para que el turismo espacial se desarrolle plenamente como una actividad comercial civil y no dependa de fondos y/o iniciativas gubernamentales, debe proveer un servicio que el público general desee adquirir. En este sentido, se hace referencia a la demanda popular, la cual según Collins & Autino (2010) es “la base de todo crecimiento económico” (p. 4 párr. 2).

Durante muchos años, los líderes de la industria espacial y los gobiernos, se encargaron de invertir en la creación de productos no comerciales que sirven únicamente a sus propósitos y a los intereses de sus respectivos países, tales como los satélites de vigilancia y las bases espaciales compartidas.

En cambio, en las empresas exitosas, la inversión es juzgada habilosamente con el objetivo de generar un producto o servicio que alcance a una demanda comercial activa (Collins & Autino, 2010). Si ese producto obtiene suficientes ganancias, luego dicha actividad continúa creciendo espontáneamente por décadas o incluso más, como la manufactura de vehículos terrestres, marítimos y aéreos.

6.4.1 Estudio de mercado

A fin de dar cuenta del mercado del tema de estudio, se propone indagar un estudio de mercado realizado por la empresa *Astrox Corporation*, que emplea como base una encuesta realizada por Futron/Zogby en el mes de octubre del año 2002. Esta encuesta fue realizada a 450 personas con una riqueza neta estimada superior al millón de dólares dentro de los EE.UU.

Inicialmente, la encuesta no lanzó resultados entusiastas para las empresas interesadas en el sector, en virtud de que contemplaba un precio para los viajes entre USD \$1 millón hasta los USD \$25 millones, y citaba una serie de requisitos que actualmente no son necesarios, como la necesidad de un régimen de preparación de seis meses. En cambio, la investigación de *Astrox Corporation*, utiliza principios modernos y requerimientos más allegados a la realidad. Los cambios más importantes son entrenamientos de dos semanas en suelo norteamericano (a diferencia de la encuesta original que proponía a la URSS como país anfitrión del entrenamiento) y una drástica reducción del costo, iniciando en USD \$100 mil para vuelos suborbitales y USD \$1 millón en el caso de orbitales.

El estudio tiene como objetivo calcular la demanda potencial futura para viajes orbitales y suborbitales, para esto toma una determinada muestra de multimillonarios sobre la muestra total, la cual fue seleccionada luego de realizar múltiples eVirtstudios y analizando estadísticas del gobierno de los EE.UU., con la intención de determinar la cantidad de millonarios y billonarios en ese país y alrededor del mundo. Cabe destacar que los datos acerca de la riqueza se toman por hogar y para esta investigación, *Astrox Corporation*, decidió calcular un millonario por hogar, aunque en la realidad este número puede ser mayor.

El siguiente paso consistió en saber qué porcentaje neto de su dinero están dispuestos a gastar los encuestados en dicho viaje, con este fin, se tomó en cuenta varias fuentes consultadas por la empresa (todas ellas entre los años 1998 y 2003) y llegaron a la conclusión de adoptar dos números para realizar su investigación. Estos números fueron el 1.5% y el 5% de la riqueza neta total de los millonarios, siendo el ultimo numero el límite máximo establecido para ser gastado. Si bien hubo turistas que han gastado un porcentaje mayor, como es el caso de Dennis Tito y Mark Shuttleworth (que quizá gastaron hasta un 10% de su riqueza neta), la empresa determino que si podían demostrar un caso viable de negocios al nivel del 1.5% entonces es evidente que existe un potencial mayor capaz de ser explotado.

Como se puede ver en la tabla n.º4, se establecieron distintos valores por ticket para un vuelo orbital, siendo estos: USD 500 mil, 1 millón y \$5 millones. A su vez, se calculó la riqueza total que necesitarían las personas para acceder a los vuelos, basándose en la suposición de que gastarían el 1.5% y/o el 5% de su riqueza neta. La realización de este ejercicio nos permite comprender que la variación de la demanda potencial mundial por precio del ticket no es lineal y se expande rápidamente a medida que nos acercamos al rango del millón de dólares por ticket. Debido a esto, se entiende que el tamaño del grupo es un factor más importante para pronosticar la demanda futura que el valor preciso

de las intenciones que declaran los turistas potenciales, como se obtiene en las encuestas realizadas por Futron/Zogby en el año 2002.

Tabla 4: Estimación del tamaño de la demanda global

Tarifa (USD)	Patrimonio neto necesario (USD)	Tamaño de la demanda global (pasajeros)	Proporción del patrimonio neto gastado
\$500 mil	\$33 millones	55.000	1.50%
	\$10 millones	900.000	5%
\$1 millón	\$66 millones	40.000	1.50%
	\$20 millones	100.000	5%
\$5 millones	\$333 millones	4.000	1.50%
	\$100 millones	10.000	5%

Fuente: Astrox Corporation (2010)

Una vez determinada la muestra mundial de millonarios que serían capaces de pagar la tarifa de los tickets, se pretende identificar aquellos que estarían dispuestos a realizar el viaje. Con este fin, se extrapolan los resultados obtenidos de la encuesta original de Futron/Zogby. A continuación, la tabla n.º5 muestra las respuestas acerca de este asunto.

Tabla 5: Porcentaje “definitivamente probable” de realizar un vuelo orbital

Precio (USD)	1 millón	5 millones	10 millones	15 millones	20 millones
Porcentaje	30%	20%	16%	12%	7%

Fuente: Encuesta Futron/Zogby (2002)

Antes de continuar con el desarrollo del estudio, es importante destacar las particularidades de la encuesta Futron/Zogby. En primer lugar, la encuesta se diseñó para que los resultados sean representativos de todos los millonarios. En segundo lugar, no hubo una preselección basada en un interés específico por el turismo espacial o por el espacio en sí. En tercer lugar, los 450 millonarios encuestados que conforman el universo de la muestra fueron elegidos de manera aleatoria y con la única condición de que ofrezcan una cobertura geográfica total del país norteamericano. Por último, las encuestas fueron realizadas telefónicamente, con una duración aproximada de 30 minutos cada una. Por estas razones, la diferencia entre las respuestas de la muestra y del total de la población de millonarios estadounidenses tienen un margen de error de +/- 4.7%.

Ahora bien, para asegurarse de que los encuestados comprendan completamente de que se trata el turismo espacial, en especial los vuelos orbitales y suborbitales, se les describió de manera detallada una misión orbital de dos formas distintas, la primera siendo:

“En un vuelo orbital, tendrías la oportunidad de experimentar lo que solo los astronautas y cosmonautas han experimentado. El viaje comenzaría con un lanzamiento a bordo de un cohete probado exhaustivamente. A continuación, se acoplaría a una estación espacial en órbita y tendría libertad para moverse por la instalación. Durante su estadía de dos semanas, experimentaría la ingravidez. Tendría la oportunidad de comer, dormir, hacer ejercicio y ver la Tierra desde el espacio”.

Consecuentemente, se les preguntaba a los encuestados “¿Que probabilidades hay de que participe en un vuelo espacial orbital?”. Luego, se les proveía más información en función de las recomendaciones de un ex astronauta del Space Shuttle.

“Los vuelos espaciales son una actividad intrínsecamente riesgosa. Actualmente, el vuelo solo está disponible en un vehículo ruso. Para realizar el viaje, tendría que someterse a un entrenamiento intensivo de cosmonautas en Rusia durante seis meses antes del lanzamiento. Durante el vuelo puede experimentar dolores de cabeza y lumbalgia. Mientras este en el espacio, es posible que experimente náuseas. Podría ver la Tierra a través de ventanas del tamaño de un ojo de buey. A su regreso a la Tierra y a la gravedad normal, es posible que experimente mareos durante unos días y dificultades para ponerse de pie”.

De manera subsiguiente, se les preguntaba “Sabiedo lo que sabe ahora, ¿Qué probabilidades hay de que participe en un vuelo espacial orbital?”, con justa razón, las personas interesadas indicaban una caída estrepitosa en los números (alrededor del 50%). La respuesta a esta pregunta se muestra en la tabla n.º5 y es la que se utiliza para desarrollar los pronósticos de demanda. Además, al momento de realizar la entrevista la tarifa para un vuelo orbital se calculaba en USD \$20 millones y, a ese precio, solo entre el 7-10% de los encuestados estarían dispuestos a pagar, siendo representados como “definitivamente probable” en las respuestas. En el resto de la muestra, los grupos que indicaron “altamente probable” y “algo probable”, que combinados suman 25% del total de la muestra, no se incluyeron al estudio de *Astrox Corporation*, con el propósito de mantener el enfoque deliberadamente conservador del pronóstico.

Para cada tipo de vuelo se detallaron distintos rangos de precios. En el caso de los vuelos orbitales, las tarifas fijadas fueron: USD \$25 millones, \$20 millones, \$15 millones, \$10 millones, \$5 millones y 1 millón. De igual forma, para los vuelos suborbitales se establecieron otros rangos de precios, siendo estos: USD \$250 mil, \$200 mil, \$150 mil, \$100 mil, \$50 mil y \$25 mil. De ambos, se hace posible determinar las intenciones de realizar turismo espacial orbital por parte de los encuestados, a una tarifa de USD \$500 mil por ticket, extrapolando los datos obtenidos de los vuelos

orbitales hacia abajo en precio y, al mismo tiempo, extrapolando las respuestas para los vuelos suborbitales hacia arriba, también en precio. Es válido destacar que, al igual que en los vuelos orbitales, los vuelos suborbitales contemplaron una explicación de dos pasos:

“En un vuelo espacial suborbital, experimentarías lo que solo los astronautas y cosmonautas han experimentado. Durante el vuelo de 15 minutos en un vehículo que cumple con las normas de seguridad del gobierno, viajara 50 millas (80 kilómetros) al espacio y experimentara la aceleración del lanzamiento de un cohete. También experimentarás unos minutos de ingravidez y tendrás la experiencia única de ver la Tierra desde el espacio”.

Tal como sucedía con el caso de los vuelos orbitales, los encuestados eran subsecuentemente provistos con datos e información “negativa” acerca de los vuelos y el turismo espacial en general, como se puede apreciar en el siguiente texto:

“Los vuelos espaciales son una actividad intrínsecamente riesgosa. El vehículo que proporciona estos vuelos se desarrollara de forma privada con un historial de vuelo limitado. Para realizar el viaje, tendría que someterse a un entrenamiento durante una semana antes del lanzamiento. Aunque experimentaría ingravidez, estaría atado a su asiento durante todo el viaje”.

A su vez, los datos que se utilizaron para realizar el estudio de las intenciones/probabilidades de viaje de los turistas, son los datos que se obtuvieron luego de brindar la segunda descripción de la experiencia, es decir, la “negativa”. Por lo tanto, podemos comprender que algunas de las respuestas de los encuestados fueron (probablemente) inducidas, basándonos en este aspecto negativo que sugieren las descripciones.

En la tabla n.º6 se observa la elasticidad-precio de la demanda con respecto a los vuelos suborbitales.

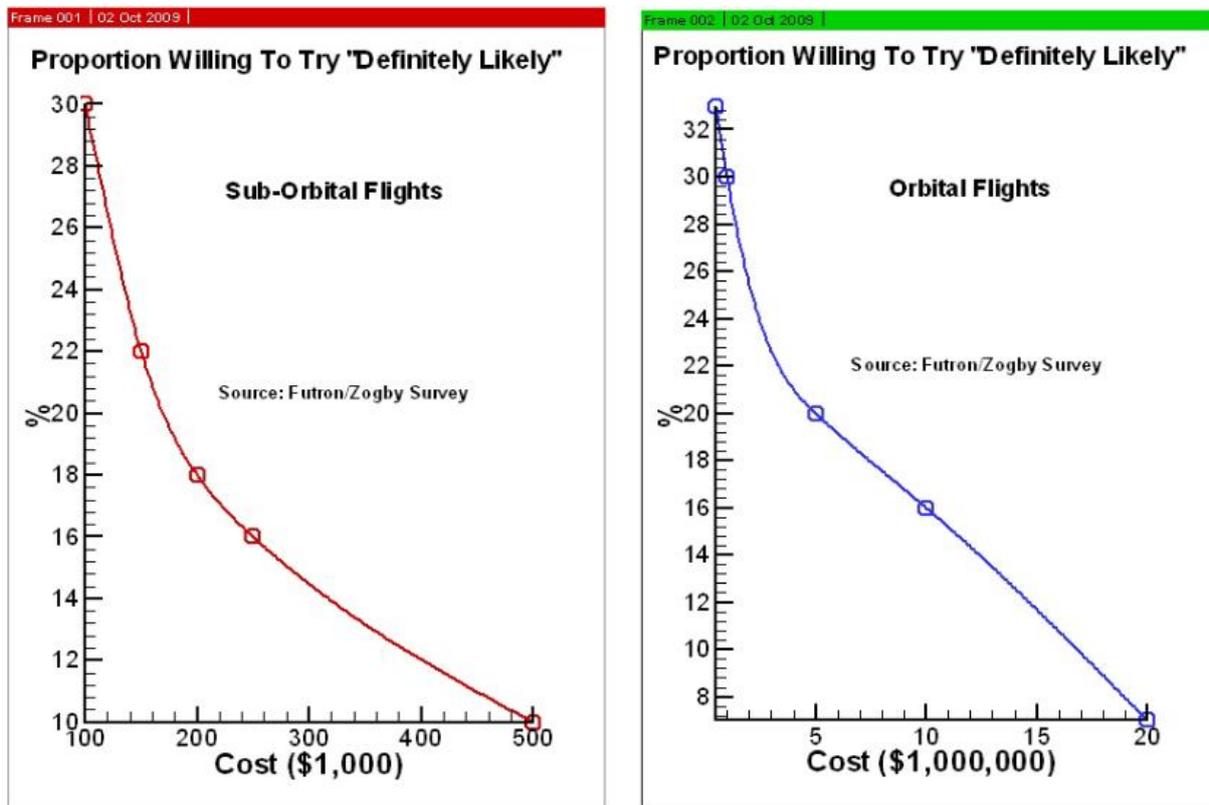
Tabla 6: Porcentaje “definitivamente probable” de realizar un vuelo suborbital

Precio (USD)	100 mil	150 mil	200 mil	250 mil	300 mil
Porcentaje	30%	22%	18%	16%	14%

Fuente: Encuesta Futron/Zogby (2002)

En el gráfico n.º7 se muestra como se realizó la extrapolación de los datos con la intención de llegar al nivel de precios de interés para *AstroX Corporation*.

Gráfico 7: Porcentaje “definitivamente probable” de realizar vuelos suborbitales y orbitales



Fuente: Futron/Zogby (2002)

En la izquierda se muestra la porción de la muestra que respondió “definitivamente probable” a la pregunta sobre el nivel de intención de realizar un vuelo suborbital, a su vez, se incluye una curva que contempla como varía el porcentaje a medida que aumenta el precio. Un 30% de los encuestados que están decididos a realizar el viaje lo harían por el costo de USD \$100 mil, sin embargo, al llegar al rango de los USD \$250 mil, esa cantidad se reduce casi a la mitad, a un 16%. Solo el 10% de aquellos definitivamente interesados en los vuelos suborbitales pagaría una suma de USD \$500 mil.

De igual manera, la gráfica a la derecha detalla lo mismo, con la única modificación que en este caso se trata de vuelos orbitales. Las tarifas están expresadas en millones de dólares (a diferencia de la primera gráfica que emplea miles de dólares) y permite comprender que el caso para ambos vuelos es similar, con un leve aumento del porcentaje inicial decidido a comprar un vuelo orbital. Cabe destacar que los investigadores establecieron que la cantidad de personas con la intención de comprar un vuelo orbital llegaría al 33% con una tarifa de USD \$500 mil, determinando que, a ese precio, un vuelo orbital es al menos tres veces más atractivo para los turistas espaciales que un vuelo suborbital.

6.4.1.1 Otros factores que influyen la demanda

El nivel de riqueza y el grado de interés declarado por los participantes de la encuesta son dos de los factores que influyen la demanda del turismo espacial orbital, no obstante, la empresa identificó otros factores que pueden ayudar a determinar de una forma más completa la demanda. Estos factores incluyen el nivel de salud, la disponibilidad de tiempo para el entrenamiento, las razones por las cuales se pretende ir al espacio, la elasticidad-precio de la demanda y el grado de aceptación de los vehículos a utilizar. A fin de que la investigación sea relevante y útil para la empresa, solo se hizo énfasis en algunos de estos factores, los cuales se estudiaron de acuerdo a datos públicos disponibles en el mercado.

A causa de que los millonarios tienden a distribuirse en los rangos etarios más altos de la población general y, a su vez, debido a que los vuelos orbitales requieren un cierto nivel de destreza física y goce de buena salud, *Astrox Corporation* considero necesario ajustar la población total de posibles viajeros removiendo aquellos que, por edad, nivel de salud, o una combinación de estos, no puedan llevar adelante dicho viaje. El ajuste de la distribución se ve reflejado en la tabla n.º7, al menos, para millonarios con origen estadounidense.

Tabla 7: Ajuste de la muestra de millonarios dispuestos a experimentar turismo espacial

Edad	Menor a 50	50 – 64	65 – 74	75 – 84	85 +
Porcentaje	34%	33%	17%	11%	5%

Fuente: Encuesta Futron/Zogby (2002)

Aunque no existen datos independientes de la salud y el estado físico de los millonarios, los encuestados debían realizar una auto-evaluación de su estado de salud. El 39% indicó que tiene un estado de salud “promedio”, a su vez, un 36% comentó estar “superior al promedio” y, por último, un 11% reportó estar “extremadamente en forma”.

De esta forma, se plantea desarrollar un filtro, basado en la combinación de edad y estado físico, como la siguiente etapa del proceso de investigación. Esto se hace posible gracias a la encuesta realizada por Futron/Zogby, que hace hincapié en recolectar datos sobre la salud de los encuestados.

Del análisis de los datos se hace evidente que varios de ellos no están preparados físicamente para llevar adelante un viaje de dicha envergadura, por lo tanto, la empresa dispone reducir la muestra estableciendo criterios más estrictos para aquellas personas que superen los 65 años de edad, con la excepción de aceptar a los que reporten su estado físico como “extremadamente en forma”. Por debajo de esta edad, se determinó que el filtro aceptara cualquier persona que se encuentre en los niveles “promedio o superior al promedio”. Al combinar estas reglas y aplicarlas a la muestra poblacional, da como resultado eliminar al 39% de la muestra debido a la aptitud física.

Sin embargo, se requiere modificar aún más los hallazgos iniciales. El primer ajuste toma en consideración el impacto del entrenamiento, haciendo énfasis en la locación y la duración; dado que, al momento de llevar a cabo la encuesta, los encuestados eran informados acerca de la realidad del turismo espacial orbital, el cual en ese momento implicaba lanzamientos rusos desde un sitio ubicado en Kazajistán y largos periodos de entrenamiento en instalaciones cerca de Moscú.

Una vez explicada dicha situación, se les preguntaba a los encuestados si cambiarían su decisión si, en lugar de ello, los lanzamientos y el periodo de preparación se realizarán en los EE.UU., teniendo como resultado un incremento significativo. Asimismo, hubo resultados similares en cuanto a la compra de los tickets, donde los encuestados contestaron estar más dispuestos a comprar vuelos de una empresa norteamericana que de una rusa. Como resultado, se aplicó un aumento general del interés del 24%, basado en datos relevantes de la encuesta Futron/Zogby.

Con respecto a las razones por las cuales realizar un vuelo orbital, el 32% de los encuestados expresó su deseo de “ser un pionero” en la industria turística espacial. En consecuencia, permite suponer que estos individuos optarían por ser los primeros en viajar al espacio y, tal vez, luego de mil vuelos esta dejaría de ser una razón importante por la cual emprender dicho viaje. Otras de las razones mencionadas ampliamente, incluyen “sueño de toda la vida” y “ver la Tierra desde el espacio”. Es importante destacar, que el “efecto pionero” modificaría la cuota de mercado de *AstroX Corporation*, pero no afectaría (en principio) a la demanda total y/o al tamaño del mercado, puesto que los interesados aún tienen intenciones de realizar el viaje.

Finalmente, una encuesta llamada “The Adventurer’s Survey” o “la encuesta de los aventureros”, llevada a cabo por Webber, D. y Reifert, J. (2006) a aproximadamente mil personas, indica que hay otro factor que puede impactar la cuota de mercado de las empresas. La encuesta fue realizada de manera online, a través de un cuestionario en el sitio web de la compañía *Incredible Adventures*, donde se investigó la reacción de los clientes a los distintos tipos de arquitectura de los vehículos espaciales (ver *Figura 17: Boceto de los prototipos*). En cuanto a la fase de ascenso, los encuestados declararon el doble de interés (un 29%) en un despegue completamente vertical u horizontal a diferencia de un despegue en una nave suspendida debajo de otra nave nodriza (por ejemplo, la “Space Ship Two” de *Virgin Galactic*) con 14%. Para la etapa de descenso, el mismo estudio concluyó que existe una preferencia altamente significativa por un aterrizaje horizontal en seco (53%), versus las demás alternativas de aterrizaje vertical (tan solo un 9%) las cuales eran ilustradas como aterrizajes de capsulas por paracaídas. A diferencia de la encuesta Futron/Zogby, los encuestados no eran elegidos de forma aleatoria, sino que, en cambio, eran aventureros. No obstante, los resultados arrojan datos claros en cuanto a la preferencia en los métodos de aterrizaje y despegue (al menos de este grupo de encuestados), lo cual puede favorecer a la empresa que desarrolle vehículos con dicha arquitectura.

Con respecto a la preferencia del puerto espacial de lanzamiento (que adquiriría un rol importante en los vuelos suborbitales debido a la corta duración del viaje), el 48% de los encuestados dijo estar dispuesto a trasladarse a donde sea necesario para realizar el vuelo. A su vez, el 52% restante, expresó preferencia por viajar desde su propio país.

6.4.1.2 Pronostico de la demanda

Una vez identificados y estudiados los factores que pueden modificar la demanda, *Astrox Corporation* tiene el objetivo de calcular los posibles niveles de saturación del mercado, es decir, cuantos pasajeros volaran por año, teniendo en cuenta los diferentes precios que se adjudicaron a cada vuelo. Además de los datos obtenidos en este estudio, también se emplearán datos mundiales basados en demografía, asequibilidad, salud y nivel de interés.

Para este paso, se atribuyen distintos niveles de precios para los vuelos, siendo estos: USD \$5 millones, \$1 millón y \$500 mil. A su vez, se establecen dos niveles de asequibilidad: 1.5% y 5% de la riqueza neta de los millonarios, tal como se muestra en la tabla n.º8.

Tabla 8: Pronóstico de saturación del mercado a distintos niveles de tarifas

Variables a pronosticar	Tarifa por ticket (USD)			Proporción del patrimonio neto
	\$500 mil	\$1 millón	\$5 millones	
(1) Universo global	55.000	40.000	4.000	1.50%
	900.000	100.000	10.000	5%
(2) Estado de salud (x61%)	33.560	24.400	2.400	1.50%
	549.000	61.000	6.100	5%
(3) Intención de compra	33%	30%	20%	1.50%
	33%	30%	20%	5%
(4) Clientes potenciales	11.071	7.320	480	1.50%
	181.170	18.300	1.220	5%
(5) Lanzamiento en EE.UU. (+24%)	13.728	9.076	607	1.50%
	224.650	22.692	1.512	5%

Fuente: *Astrox Corporation* (2010)

Nota: Valores de las variables n.º1, 2, 4 y 5 expresados en cantidad de personas.

Para cada combinación de tarifa y asequibilidad (porcentaje de riqueza neta gastada por ticket), hay un nivel de saturación de mercado distinto. Por ejemplo, a una tarifa de USD \$5 millones y un nivel de 5% de asequibilidad, encontramos 10 mil personas en el universo global. Luego, se produce la reducción de aquellos que, por cuestiones de salud, no pueden realizar el viaje y este número disminuye a 6.100. Al mismo tiempo, la encuesta de Futron/Zogby indica que la intención “definitivamente probable” para la compra de un vuelo a este precio es del 20%, lo que reduce la muestra a 1.220. A razón de que el entrenamiento y el lanzamiento se realiza desde los EE.UU., la muestra incrementa a 1.512, como se demostró anteriormente, este factor aumenta las intenciones de compra de los encuestados. De esta forma, el nivel de saturación de mercado a la tarifa dada y al nivel de asequibilidad establecido es de 1.500 personas por año. Este número incrementa a medida que reducimos la tarifa y modificamos el nivel de asequibilidad.

Como cualquier nueva industria, el turismo espacial necesita tiempo para desarrollarse. Este es un fenómeno de marketing que sucede a menudo. Inicialmente, los clientes más aventureros se lanzan a probar la nueva experiencia y las empresas trabajan para brindar un servicio de calidad, solucionar los problemas logísticos que se puedan presentar y desarrollan sus ofertas de marketing. Luego, aquellos clientes vanguardistas se convierten en “aliados” de las empresas, comienzan a hablar y a recomendar la experiencia. En este punto, la cantidad de interesados aumenta y el negocio entra en un proceso de expansión. A pesar de esto, el proceso no es exponencial, por lo tanto, la curva llega a su punto de inflexión y comienza a bajar. Eventualmente, la curva se aplana a medida que llega al mercado objetivo de pasajeros por año. Este fenómeno se da por el hecho de que, a cualquier nivel de precios, se vuelve cada vez más difícil encontrar personas que estén dispuestas a gastar tal cantidad de dinero en el servicio.

Este proceso de difusión del mercado a cualquier tarifa dada, permite desarrollar la ecuación Fisher-Pry, donde, para obtener los valores de cada año, solo se necesita conocer el año de inicio, los niveles de saturación de mercado y la cantidad de años necesaria para alcanzar la saturación. La tabla n.º9 muestra los valores de tres casos hipotéticos que buscan saber el tiempo del negocio en alcanzar la madurez.

Tabla 9: Proyección de penetración máxima del mercado a través de los años

Tiempo a la madurez del mercado	Penetración proyectada del total de mercado					Valor máximo
	2010	2015	2020	2025	2030	
40 años	1%	8%	40%	83%	97%	100%
30 años	8%	40%	83%	97%	100%	100%
20 años	40%	83%	97%	100%	100%	100%

Fuente: Astrox Corporation (2010)

Una vez realizado el pronóstico, la empresa tiene la intención de conocer los ingresos que obtendría por año, para dicho objetivo, aplica la proyección de tiempo a la madurez del mercado de 40 años, como se muestra en la tabla n.º9.

La tabla n.º10 muestra el pronóstico de ganancias del turismo espacial orbital en un periodo de 40 años, contemplando el mercado a nivel global. La fecha de inicio para el pronóstico es 2001, por lo tanto, no se alcanza el pico de la demanda hasta el año 2031.

Tabla 10: Proyección de ganancias a 40 años

Tarifa (USD)	Proporción del patrimonio neto	Pico de demanda (pasajeros)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
			1%	2%	3%	4%	6%	8%	40%	83%	97%
\$500 mil	1.50%	13.728	137	274	411	549	823	1.098	5.491	11.394	13.316
		Ganancia (millones)	\$68	\$137	\$205	\$274	\$411	\$549	\$2.745	\$5.697	\$6.658
	5%	224.650	2.246	4.493	6.739	8.986	13.479	17.792	89.860	186.459	217.910
		Ganancia (millones)	\$1.123	\$2.246	\$3.369	\$4.493	\$6.739	\$8.986	\$44.930	\$93.229	\$108.955
\$1 millón	1.50%	9.076	90	181	272	363	544	726	3.630	7.533	8.803
		Ganancia (millones)	\$90	\$181	\$272	\$363	\$544	\$726	\$3.630	\$7.533	\$8.803
	5%	22.692	226	453	680	907	1.361	1.815	9.076	18.834	22.011
		Ganancia (millones)	\$226	\$453	\$680	\$907	\$1.361	\$1.815	\$9.076	\$18.834	\$22.011
\$5 millones	1.50%	607	6	12	18	24	36	48	242	503	588
		Ganancia (millones)	\$30	\$60	\$90	\$120	\$180	\$240	\$1.210	\$2.515	\$2.940
	5%	1.512	15	30	45	60	90	121	604	1.255	1.466
		Ganancia (millones)	\$75	\$150	\$225	\$300	\$450	\$605	\$3.020	\$6.275	\$7.330

Fuente: Astrox Corporation (2010)

Nota: Para la realización de dicho pronóstico, se decidió que, factores como la ubicación de los puertos espaciales (lugar de lanzamiento de los VERs), diseño de los vehículos (una etapa o dos etapas a órbita) y la preferencia de los pasajeros en cuanto a estos, no supondrían efecto alguno a la demanda global pronosticada.

6.4.1.3 Consideraciones

Durante el desarrollo del estudio, *Astrox Corporation* dio prioridad a los elementos más conservadores de la encuesta original Futron/Zogby, es decir, al momento de tomar decisiones sobre qué datos emplear, siempre utilizo el valor más bajo de ellos. A su vez, la encuesta solo permitió responder a los millonarios, cuya riqueza debía alcanzar los USD \$33 millones (con un gasto del 1.5% neto) para ingresar en el universo capaz de realizar un vuelo orbital. Incluso, solo tomo en consideración aquellos encuestados que respondieron “definitivamente probable” en relación a sus intenciones de realizar dichos viajes (orbitales y suborbitales), ignorando la gran cantidad de interesados que respondieron “altamente probable” y “algo probable”. A aquellos que respondieron “definitivamente probable” se les aplicó un filtro, donde fueron eliminados como posibles clientes en base a cuestiones de edad y salud. Optaron por utilizar una curva de crecimiento hasta la madurez de 40 años, siendo esta la más conservadora de todas. Buscó estimar la demanda futura de un negocio que, al momento de realizarse el estudio, casi no existía (año 2009). De esta forma, intentó cuantificar las conductas humanas y más allá de que es un principio utilizado regularmente en el marketing, la conducta humana no es fácil de predecir y no tiene resultados tan obvios como la ingeniería o las matemáticas. Adicionalmente, emplea como base una encuesta del año 2001, la cual hace énfasis en proveer información positiva y negativa acerca de los vuelos, antes de recibir respuestas de los encuestados. Estas respuestas, de realizarse en la actualidad, serían distintas, aunque no sabemos si habría más interesados en vuelos espaciales o menos. La encuesta de los aventureros, demostró que el 69% de los encuestados creía que un millón de dólares como precio para un vuelo orbital es justo, habiendo solo un 8% que opina de igual forma para un precio de USD \$20 millones. Vale la pena aclarar la definición entre límite de la Tierra y un vuelo suborbital. En la encuesta original se menciona que la nave debe llegar a las 50 millas (80 kilómetros) para ser considerado un vuelo suborbital, sin embargo, esto fue modificado años después y el límite se estableció a las 62 millas (100 kilómetros) de altitud.

Como conclusión tenemos que, si bien la encuesta original y el estudio de mercado se realizaron a conciencia, y con la intención de obtener resultados reales y aplicables en una empresa, la realidad no siempre responde a los pronósticos y lo que era factible hace 10 años, aún no lo es. Las estimaciones que realizó la empresa, en cuanto a ganancias y cantidad de pasajeros que pondría en órbita en el 2020, no se cumplieron en la realidad. Incluso, las empresas que actualmente lideran el sector continúan realizando pruebas para que sus naves sean seguras en viajes comerciales y otras trabajan en conjunto con agencias espaciales nacionales. Por lo tanto, para alcanzar los pronósticos de *Astrox Corporation* no faltan interesados, en cambio, se necesitan años de desarrollo y planificación de un sector que todavía no despegó completamente, aunque promete ser el futuro del turismo y la hotelería.

6.5 Contribución económica del turismo espacial y generación de empleo

El progreso continuo de la civilización está directamente relacionado con el crecimiento económico y el acceso a los recursos, cuando estos son suficientes aumenta el nivel de confort, educación, salud y empleo para los miembros de una sociedad (Collins & Autino, 2010). Ahora bien, ¿Qué tiene el turismo espacial para ofrecer y de qué forma puede contribuir a las distintas sociedades alrededor del mundo?

El turismo es una actividad que por sí misma genera una gran cantidad de empleo, ya sea de forma directa y/o indirecta. A su vez, el turismo espacial, con la aparición de nuevas empresas que compiten en el sector y la inyección de capitales privados (gracias a la eliminación de medidas gubernamentales que impedían la inversión privada) puede convertirse en otro segmento importante generador de empleos, tanto nuevos como ya existentes.

Al momento de pensar en las carreras y especialistas que necesita la industria espacial, lo primero que se viene a la mente es astronautas, pilotos, ingenieros, matemáticos, expertos en propulsión y cohetes, entre otros. Normalmente, uno estaría de acuerdo con tales conclusiones, sin embargo, en un sector que ha sufrido tantos cambios en las últimas décadas y con una economía valorada en USD \$340 billones, las oportunidades parecen realmente infinitas. Para comprender más al respecto, propongo analizar una serie de cuestiones que ayudan a entender porque es importante incorporar especialistas de otras disciplinas, ampliando el espectro de habilidades y conocimientos en este campo.

Tabla 11: Nuevas realidades de la industria espacial

<p>Comienzo de la era espacial comercial</p> <p><i>Inicio de los vuelos espaciales comerciales y tripulados, planificados, desarrollados y llevados adelante por entidades privadas, con la supervisión del estado y organismos gubernamentales.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigación y desarrollo de nuevos VERs, capaces de alcanzar mayor altitud y permanecer más tiempo orbitando el espacio ▪ Programación de software para acoplarse y desacoplarse de forma automática de distintas instalaciones orbitales ▪ Nuevos módulos habitacionales expandibles y adaptables a cualquier tipo de necesidad (alojamiento, investigación, salud) 	
<p>Universidades e instituciones de investigación</p> <p><i>Desarrollo de innovaciones de próxima generación, impulsando el futuro de la exploración y los viajes espaciales.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño y construcción de nano satélites (CubeSat) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Perfeccionamiento del diseño, estructura, propulsión, energía y control de altitud, entre otros 	<p>Derecho espacial</p> <p><i>Elaboración de prácticas dedicadas al marco regulatorio espacial, tanto a nivel nacional como internacional.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nueva materia de estudio del derecho, creación de estudios jurídicos dedicados al derecho espacial ▪ Mejora y creación de aspectos legales con el apoyo de otras disciplinas, como el marketing, branding y el desarrollo empresarial
<p>Apertura del sector espacial</p> <p><i>Fin del monopolio público en el sector y comienzo de la financiación privada por parte del mercado.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en la economía y en los modelos de financiamiento de la industria ▪ Entidades privada dirigen proyectos que el gobierno alguna vez inicio 	<p>Avances en ciencia y tecnología</p> <p><i>Cambios en los diseños experimentales y abordaje de cuestiones más complejas, relacionadas con los datos y la colonización.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de comunicaciones ópticas, en lugar de radiofrecuencia <ul style="list-style-type: none"> ▪ Radares ópticos y sintéticos ▪ Diseño de satélites inteligentes reutilizables

Fuente: Elaboración propia

Estas cuestiones, junto con el avance tecnológico de los sistemas robóticos con clasificación humana para explorar, están dando lugar a una nueva serie de categorías y oportunidades

profesionales en el campo del turismo y la exploración espacial (Conn, 2019). Por ejemplo, la asociación entre la NASA y la empresa *Bigelow Aerospace*, cuyo fundador y director ejecutivo es Bob Bigelow (un multimillonario y empresario estadounidense, propietario de la cadena hotelera “Budget Suites of America”), utilizó un hábitat expandible diseñado por Bigelow en la ISS. Para esto, se adjuntó el hábitat a uno de los costados de la estación como banco de pruebas para futuras expansiones de la instalación orbital. Tales hábitats permiten la creación de nuevos ambientes que pueden ser destinados a distintos usos, como los laboratorios de micro gravedad (operados por entidades privadas o gubernamentales), instalaciones médicas y habitaciones destinadas al alojamiento de huéspedes. A su vez, la NASA financió parcialmente los costos de integración del hábitat.

Como se mencionó anteriormente, estos empleos están relacionados (en su mayoría) con áreas y tareas específicas que requieren un alto nivel de especialización, esto significa que no cualquier persona tendrá acceso a un empleo en esta industria, sin embargo, más allá de los empleos directos relacionados con la manufactura de naves espaciales, infraestructura de soporte, equipos (de comunicación, información, navegación) y sitios de lanzamiento, también nos encontramos con un espacio para aquellos que se dedican a la industria turística. El hecho de reservar vuelos (como sucede en la actualidad) y en un futuro “bookear” una estadía en un hotel espacial, indica que las agencias de viajes y los operadores de turismo estarán presentes en esta industria. A su vez, muchas empresas del sector ofrecen un “periodo de adaptación y preparación”, que (generalmente) tiene una duración de tres días. Durante este periodo, los futuros astronautas son transportados a hoteles de lujo situados en las inmediaciones de los sitios de lanzamiento, donde reciben un trato de verdaderos huéspedes de elite. Este trato, junto con el desarrollo y realización de la experiencia en sí, requerirá de equipos de trabajo bien coordinados y capacitados. Tales equipos probablemente necesitarán ser liderados por personal experimentado en la industria hotelera.

Los hoteles que orbiten sobre la Tierra necesitarán de empresas que provean distintos servicios para facilitar su operación, estos servicios son contratados (a la fecha) por hoteles terrestres, sin embargo, dada la ubicación de los hoteles orbitales, su abastecimiento resulta sumamente complicado. Algunos de los servicios abastecidos pueden ser: suministro de aire, suministro de agua potable, electricidad generada a partir del sol, sistema de eliminación de residuos y mantenimiento en general. Esto amplía el espectro generador de trabajo que puede significar el turismo espacial y sus viajes comerciales.

Por último, el desarrollo de equipamiento y vehículos para realizar dichas actividades requerirá de innovación y colaboración entre la aviación civil y las empresas espaciales comerciales, lo cual profundizará el círculo virtuoso de la economía espacial, tal como lo pronostican los investigadores de la industria. Como consecuencia de esto, se dará lugar al crecimiento de la economía espacial, el cual podría crecer a una escala similar a la industria terrestre (Berrisford, 2018).

6.6 Renovación de interés en el espacio exterior

Fomentar la exploración del espacio, experimentar la ingravidez y lo que es ser un astronauta además de familiarizarse con los procedimientos espaciales son razones más que válidas para realizar vuelos al espacio, ahora bien, con el aumento de tanto individuos como empresas que desean llevar adelante algún tipo de actividad en el espacio exterior, ya sea esta con fines de lucro o no, aumenta también el número de interesados (posibles inversores e investigadores) en el espacio. El turismo espacial, por sí mismo, puede renovar interés por la exploración e investigación espacial y, al mismo tiempo, incrementar la cantidad de inversores y el apoyo financiero. Consecuentemente, una ampliación en la cantidad de fondos disponibles lleva a más investigación e innovaciones en la materia. A medida que los vuelos espaciales se realicen con mayor frecuencia y regularidad se generará mayor confianza en el público. A pesar de ello, el objetivo a destacar aquí es el interés declarado de las empresas que participan en el sector de mejorar la tecnología, lo cual significa una reducción en los costos de operación y, por lo tanto, una ampliación de la cantidad de turistas que son capaces de acceder a los viajes, a su vez, se espera que el número de turistas espaciales aumente progresivamente con el paso de los años.

7. Capítulo V: Chatarra espacial, contaminación y riesgos a la salud

Como toda actividad turística el turismo espacial tiene sus ventajas y desventajas, anteriormente se ha destacado que ofrece en el campo de la investigación, el desarrollo y la innovación. Sin embargo, al tratarse de una actividad reciente y poco explorada, el turismo espacial presenta riesgos para aquellos que desean realizarlo y expandir sus horizontes, principalmente, riesgos a la salud.

7.1 Riesgos a la salud humana

Dado que el espacio es, aún en la actualidad, un lugar impredecible e incierto para los humanos, y que las tecnologías necesarias para alcanzarlo, todavía no se desarrollaron completamente, se destacan aquellos riesgos de los que existe conocimiento y cuáles pueden ser sus efectos y/o consecuencias en el cuerpo humano.

1. Radiación cósmica

En la superficie terrestre, los humanos están protegidos por el campo magnético del planeta, sin embargo, durante los viajes espaciales los astronautas y viajeros curiosos pueden estar expuestos a recibir radiación cósmica, incluyendo fragmentos de átomo que son capaces de penetrar el tejido humano, dañar las células y destruir el ADN, esto (en los casos más graves) puede generar mutaciones celulares y cáncer. Hasta el momento, aquellas personas que han estado expuestas a este tipo de radiación desarrollaron cataratas en sus ojos, debido a la debilidad del tejido que compone al ojo. A su vez, si los rayos impactan en la cabeza de los astronautas, el daño potencial que reciben las células cerebrales puede ser irreversible, provocando demencia, pérdida de la razón, déficit en la memoria, ansiedad y depresión. Es importante destacar que este tipo de daño no ha sido registrado en astronautas hasta el momento.

Una de las formas que emplea la NASA y otras compañías para evitar rayos cósmicos es la instalación de paneles especiales que protegen a la tripulación de estos elementos. El engrosamiento de las paredes y el uso de materiales como el aluminio busca reducir la exposición que pueden tener los astronautas a la radiación.

2. Micro gravedad o ingravidez

Cuando los astronautas o turistas de la ISS orbitan la Tierra a una altitud superior a los 400 kilómetros sus cuerpos flotan, esto, añadido a la exposición prolongada a un ambiente con micro gravedad provoca consecuencias en el cuerpo humano. Estas consecuencias están relacionadas (en su mayoría) a la densidad ósea y el sistema cardiovascular, pero, a su vez, se desata una serie de efectos que describiré a continuación.

- La falta de gravedad debilita los músculos y provoca atrofas, aumenta el riesgo de tendinitis y la acumulación de grasas.
- Sin la compresión de la gravedad, las vértebras de la columna se separan, ocasionando un crecimiento de hasta cinco cm de altura. En ciertos casos, esto genera dolor lumbar y de espalda.
- En el largo plazo, la micro gravedad genera que el cuerpo pierda calcio, fosforo y se debilitan los huesos, aumentando el riesgo de osteoporosis. Esta pérdida suele ser de entre 1 y 2% por mes, en un periodo de 6 meses generalmente equivale al 10% de la densidad ósea.
- El sistema cardiovascular está preparado para bombear sangre contra la fuerza de la gravedad, cuando eliminamos este factor de la ecuación, lo que sucede es que la sangre asciende hacia el pecho y la cabeza y no hacia los pies. Por esta razón, los astronautas y turistas suelen tener hinchazón en la cara y aumento de la presión arterial.
- Los riñones se ven afectados de igual manera, ya que aumenta el ritmo natural de filtrado de sustancias y el calcio perdido por los huesos es capaz de provocar cálculos.

3. Hongos espaciales

En 2016 investigadores descubrieron que el hongo *Aspergillus fumigatus*, la causa más común de infecciones en los humanos, crece exactamente igual en la ISS como en la Tierra (Aristegui Noticias, 2017).

Es importante mencionar que el listado anterior es exhaustivo, no taxativo, ya que las posibilidades de ocurrencia en el espacio ultraterrestre (tomar como referencia la ISS, a unos 400 kilómetros sobre la superficie terrestre) son extremadamente altas. De igual manera, tampoco se conoce si estas son todas las consecuencias que pueden resultar de un viaje espacial, puesto que no es posible saber si existe algún otro tipo de riesgo a la salud humana que aún no se ha detectado.

A modo de ejemplo de los peligros que se han detallado anteriormente, propongo analizar el caso de un astronauta de la NASA, Chris Hadfield (nacido en agosto de 1959), quien vivió durante meses en la ISS. Hadfield comenta que, al regresar de su misión, corría riesgo de romperse la cadera, debido a la pérdida de densidad ósea (BBC News Mundo, 2014). A su vez, hizo referencia a los riesgos que representan los meteoritos y la radiación cósmica, "cada tanto puedes escuchar el sonido de un meteorito que rebota. Escuchas un golpe cuando algo se choca contra la estación y eso te recuerda dónde estás". Con respecto a la radiación, manifiesta recibir una dosis más alta que aquellos que habitan la Tierra, recordando que, cuando ocurre una tormenta solar o el sol incrementa su actividad, buscan refugio en una parte de la estación que se encuentra especialmente preparada para ello.

Finalmente, el astronauta dijo que aumentó su masa muscular, perdió grasa y mantuvo su densidad ósea, salvo en una región de la cadera y en el extremo superior del fémur.

7.2 Contaminación antrópica

Si bien los cohetes que se utilizan en la actualidad resultan más eficientes que sus predecesores, aún se necesita una gran cantidad de energía y combustibles para lanzarlos al espacio y cumplir sus objetivos (González, 2019). Esto se hace evidente en un estudio de la revista *Smithsonian Magazine*, donde se llevó adelante una medición para determinar cuántas toneladas métricas de carbono produce un cohete "Falcon 9" de la empresa *SpaceX*. Cada cohete lanzó unas 150 toneladas métricas de CO₂ a la atmósfera en su ascenso al espacio, esto quiere decir que, si la compañía de Elon Musk logra su objetivo de realizar un lanzamiento cada dos semanas, ese número llegaría a más de 4 mil toneladas métricas anuales.

Por otra parte, una investigación llevada a cabo por la Universidad de Colorado en Boulder, Estados Unidos, indicó que los tubos de escape de los cohetes y sus emisiones podrían contribuir a la contaminación y al cambio climático de manera exponencial en caso de que el turismo espacial orbital y suborbital se conviertan en una realidad accesible para más y más turistas. La investigación no solo detalla los niveles de CO₂ que podrían lanzarse a la atmósfera, sino que también menciona un nuevo e incluso mayor contaminante, el hollín. Este contaminante es emitido por los cohetes y para calcular el daño que puede causar, se empleó una hipótesis de mil vuelos suborbitales por año. Una vez alcanzan los 40 kilómetros de altitud, las partículas de hollín pueden permanecer allí por años y su presencia provocaría un calentamiento atmosférico superior al que produce el CO₂. Por otro lado, el sistema climático es especialmente sensible a este tipo de partículas y la atmósfera entera se ajustaría a su presencia, con un complejo patrón global de cambio (Martínez, 2010). Dicho esto, cabe destacar lo establecido por otro autor:

Las emisiones de gases por parte de las actividades de vehículos espaciales resultan insignificantes en la actualidad en comparación con el resto de fuentes de gases nocivos que existen en el planeta. Para poner esta información en perspectiva, resulta importante comparar la industria espacial con respecto a otras industrias que también generan impacto sobre el medioambiente. De acuerdo a lo expuesto en Kiselev et al. (2012), Voigt et al. (2013) y Goehlich (2014) expresado en porcentajes genéricos, la lista de las industrias más contaminantes está encabezada por la producción industrial con 60% de la contaminación total, seguida de la industria automotriz con un 40%. El nivel de contaminación de la industria espacial comprende el 0,1% de las emisiones de la industria aérea y el 0,01 % de la polución total. (González Ghirimoldi, 2019, p. 44, párr. 3)

7.3 Basura espacial

Con respecto a la basura espacial, la mayoría de los cohetes que se utilizan en vuelos espaciales se denominan RR, por lo tanto, los cohetes llegan al límite superior de la atmósfera, liberan su carga (o la capsula con la tripulación) y luego vuelven a sus plataformas de lanzamiento en la Tierra. Al comprender y poner en práctica este sistema (más allá que aún no es 100% exitoso) se puede dilucidar que el nivel de basura o chatarra espacial no debería aumentar como consecuencia del turismo espacial, debido a que no se lanza elementos que están destinados a orbitar el espacio durante años y que pueden producir desprendimientos con el paso del tiempo, como los satélites.

8. Capítulo VI: Tecnología disponible para hoteles en la República Argentina

8.1 Demanda insatisfecha

Aquellas personas con interés en viajar y conocer el espacio, pero que no cuentan con los recursos suficientes para ello, conforman el segmento de demanda insatisfecha. A este segmento tan particular, se le puede ofrecer otro tipo de productos más asequibles, como un hotel con temática espacial. Inicialmente, me gustaría transmitir algunas ideas de lo que el turismo espacial podría significar si lo adaptamos a los hoteles. Para esto, cabe destacar que sería necesario una importante inversión inicial, debido a que, para brindar una experiencia sensorial espacial en un hotel, se requieren medios tecnológicos que así lo permitan. El empleo de realidad virtual (RV) y proyectores permitirían a un administrador de hotel la posibilidad de generar una similitud con el espacio exterior dentro de sus instalaciones. Por ejemplo, modificar una sala del hotel y convertirla en una sala de RV, donde el huésped pueda experimentar esta tecnología y, al mismo tiempo, conocer distintos lugares de nuestro sistema solar. A su vez, el diseño arquitectónico del edificio y la decoración de sus interiores, pueden favorecer a la experiencia espacial. Un hotel con forma de cohete, habitaciones temáticas de distintos cuerpos del sistema solar, un pasillo que asimila un paseo por la vía Láctea, un lobby de hotel que asemeja una nave espacial o una visita a la superficie lunar mediante gafas de RV, todas estas son experiencias posibles de reproducir en un hotel que cuente con los recursos para ello y así lo decida.

El desarrollo de la tecnología permite, dentro de una sala preparada para ello, generar distintos tipos de sensaciones y experiencias que sean realmente memorables para el huésped, esto aumenta las posibilidades de que este vuelva y nos recomiende. Ahora bien, para realizar dicho tipo de inversiones y que los hoteleros crean conveniente llevarla adelante, debemos contar con el factor más importante de todos, un mercado y un segmento definido al cual vender este servicio. Para poner en perspectiva este segmento, necesitamos cifras de personas que realmente estén interesadas en viajar y conocer el espacio. Sobre ese número de personas que desean aventurarse más allá de los confines del planeta Tierra, reconocemos una cantidad que no cuenta con los recursos para realizar viajes orbitales o suborbitales, de hecho, la mayoría no cuenta con la capacidad de realizar dichos viajes. En este segmento deben trabajar los hoteles que deseen desarrollar un mercado para tal nicho.

Hasta el momento, los hoteles que han decidido trabajar con la temática espacial lo hicieron a través de la decoración de sus pasillos y/o habitaciones.⁸ A pesar de ello, ninguno trabaja con algún tipo de tecnología que permita enriquecer la experiencia sensorial del huésped. Si bien contar con este tipo de tecnologías requiere una inversión mayor en cuanto a equipamiento y conocimiento, un hotel temático que ofrezca la posibilidad de viajar al espacio en la Tierra, sin lugar a dudas, tiene mayores

probabilidades de atraer clientes que no pueden comprar asientos en las naves espaciales de *SpaceX*, *Virgin Galactic* o *Blue Origin*.

8.2 Realidad virtual y proyectores

Como puede observarse, el desarrollo de esta tecnología ofrece la oportunidad de crear y recrear cualquier tipo de ambiente, ya sea terrestre o del universo, real o artificial. Este desarrollo, implica que no debemos estar físicamente presentes en el lugar para visitarlo o convertirnos en turistas, en cambio, con una sola imagen (tomada desde cualquier nave o robot) tenemos la posibilidad de crear un destino. Con este fin y en búsqueda de nuevos destinos turísticos, en el transcurso del año 2016, el Centro Espacial Kennedy (KSC, por sus siglas en inglés), ubicado en el estado de Florida, EE.UU., comenzó a ofrecer a sus visitantes tours exclusivos por la superficie de Marte. No obstante, en vez de vender un ticket de asiento y subir a sus clientes a una de sus naves y llevarlos al espacio, transformaron el espacio de exhibición del KSC en un paisaje de la superficie del planeta Marte. Los clientes notaban la falta del polvo rojizo característico del suelo marciano y no había una caída repentina de la temperatura o la presión atmosférica al ingresar en la sala. En lugar de eso, se le colocaba gafas de RV a cada uno de los visitantes. Estas gafas permitían ingresar a un “mundo paralelo” o RV donde a través de la simulación 3D, se hace posible caminar sobre la superficie marciana. Las imágenes de Marte habían sido obtenidas previamente de la misión del Laboratorio de Ciencias de Marte o *Mars Science Laboratory* (MSL, por sus siglas en inglés), la cual utilizó los sistemas de sensores y cámaras con los que está equipado el “Curiosity Rover”, para tomar imágenes de Marte y su superficie terrestre. Con el objetivo de lograr una representación realista del planeta, se adaptó el software empleado en dicho vehículo, llamado “OnSight”, el cual fue codesarrollado por la empresa *Microsoft* y el Laboratorio de Propulsión Jet de la NASA (JPL, por sus siglas en inglés), como parte de sus esfuerzos en asistir a la nave en temas como análisis del terreno y decisión en toma de caminos. Los visitantes seguían los pasos del “Curiosity” por la superficie del planeta rojo y eran guiados mediante una proyección holográfica de los astronautas Buzz Aldrin y Erisa Hines del JPL. Los destinos elegidos en este planeta fueron sitios de relevancia científica, donde se realizaron descubrimientos, posibilitando a los visitantes el fenómeno turístico de “estar ahí”.

Dicho programa, llamado “Destination: Mars” (2016) y el soporte de las Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (NTIC), permitió a los participantes compartir una interacción inmersiva entre el paisaje de otro planeta y la misión de la NASA (Damjanov & Crouch, 2019). En ningún momento los participantes salieron del centro de exhibición del KSC, sin embargo, todos ellos tuvieron la posibilidad de viajar fuera de la Tierra, conocer la superficie de otro planeta y “ser parte” de una misión extraterrestre. Para concluir este ejemplo, deseo aclarar que el programa “Destination: Mars” fue el puntapié inicial para una serie de réplicas de esta herramienta por parte de otros organismos estatales y entidades privadas, y fue ampliamente utilizado en los años siguientes como

una opción más de turismo y empleo de la RV. Al poco tiempo, esta nueva realidad turística adquirió su propio nombre, denominado turismo virtual, el cual veremos a continuación.

8.3 Turismo virtual espacial

El turismo virtual espacial es una experiencia de viaje que ocurre en un ambiente sintético, recreado con el objetivo de simular la presencia de una persona en un lugar determinado, con la posibilidad de interactuar con objetos virtuales a su alrededor, satisfaciendo la expectativa del turista de estar en un sitio “no rutinario”. Se origina a través de la exploración espacial, a partir de imágenes e información procesada en distintas misiones espaciales. Ofrece tours digitales por distintos lugares del mundo y en cuerpos celestes próximos al planeta Tierra. Los tours emplean herramientas de diversa índole y tecnologías virtuales, como pueden ser: gafas, auriculares, guantes de datos y pantallas. Esto permite generar ambientes simulados en los cuales es posible ver, moverse e interactuar con objetos y artefactos virtuales. A su vez, estas tecnologías son accesibles de manera remota y a través de cualquier dispositivo con conexión a internet, es decir, desde ordenadores, laptops, tabletas y celulares inteligentes.

Mientras que viajar al espacio significa involucrarse en una burbuja tecnológica (tanto nave como traje espacial) que permita al turista tanto ver la Tierra desde una nueva perspectiva, como experimentar los efectos del espacio y, al mismo tiempo, protegerlo de este, el turismo virtual crea un ambiente seguro que pretende imitar al espacio. Para dicho objetivo, emplea una realidad preparada y previamente coreografiada, ofreciendo una experiencia multisensorial a través de distintas herramientas y tecnologías. Además, tiene la capacidad de aumentar las experiencias de un sitio turístico en particular, uno al cual podemos ir, ver y tocar, y otro al cual no tenemos acceso, ya sea por cuestiones de ubicación, dinero, riesgos a la salud, etc. Las opciones posibles a la hora de desarrollar escenarios presentan pocos límites, aunque se cree que la RV es una experiencia visual, existen distintos tipos de tecnologías que aumentan los sentidos que “entran en juego” en sus escenarios. Los joysticks analógicos, los controles hápticos, las empuñadoras vibratorias, los botones y pulsadores generan la sensación de que las manos virtuales son realmente tus manos. A su vez, los sensores de movimiento, reflejan el movimiento de la vida real y lo transmiten a la realidad simulada, ampliando la autenticidad de la experiencia

Con esta perspectiva en mente, el turismo virtual permite explorar el universo sin tener que salir del planeta Tierra, factor que puede ser decisivo para esta tecnología, su expansión entre las masas y su adopción como una herramienta turística que pueda satisfacer el deseo de viajar fuera del planeta a un precio asequible. Hasta el momento, los turistas que han sido capaces de realizar actividades turísticas lejos de los confines del planeta Tierra, han visitado (en su mayoría) la ISS, siendo esta el destino turístico más caro conocido por el hombre.

Impulsado por la RV y su costo relativamente bajo (en comparación con un viaje orbital), el turismo virtual, presenta la posibilidad de expandir el alcance del turismo espacial e incrementar el interés en este, ya que más personas tendrían acceso, aunque lo harían desde la Tierra. A su vez, la RV busca generar una experiencia única en cada uno de sus tours y llevar al turista lo más cerca posible de lo que acontece en la realidad. Sin embargo, esta tecnología tiene sus desventajas, principalmente, debido a que el sentido que más se conecta con esta experiencia es la vista, sin la capacidad de replicar la sensación de ingravidez, los cambios atmosféricos o la física. Los tours virtuales también se encuentran cuestionados por la cantidad de hardware y software que requieren para estar disponibles, lo que argumentan distintos especialistas, es que modifica cuestiones como la percepción, la imitación, las distancias y la realidad. Por otro lado, también es cierto mencionar que estos viajes no serían posible sin el desarrollo de esta tecnología, permitiendo a los interesados expandir su conocimiento del espacio, a su vez, es considerado “viajar al espacio” sin correr los riesgos que esto realmente implica, como ya he explicado en el capítulo IV.

A pesar de que la conciencia turística es motivada por el deseo de experiencias auténticas (MacCannell, 2013), la RV ofrece una experiencia similar a un bajo costo, al mismo tiempo, cuestiona que son las “experiencias reales” y presenta una oportunidad a muchas personas que están interesadas en conocer el espacio y no podrán hacerlo sin la RV, al menos, por el momento.

9. Conclusiones

Se realizó un trabajo de investigación sobre el turismo espacial y sus implicancias, empleando información pública obtenida en la web, con el objetivo de analizar que se ha dicho y hecho, hasta el momento, en este campo. Se enumeraron acontecimientos históricos, describiendo los vehículos que se utilizan y se indagó acerca de los actores que participan en el sector, tanto privados como públicos. A su vez, se analizó un estudio de mercado privado con la intención de proveer evidencia de que existe una demanda latente en el sector.

Como parte final y conclusión del trabajo, se detallan una serie de ítems que resumen las ideas más importantes:

- El turismo espacial nace de la necesidad humana innata por explorar, así como en tiempos pasados, las distintas civilizaciones alrededor del mundo buscaban alcanzar y descubrir nuevos horizontes, el humano, en la actualidad, busca descubrir aquello que todavía no conoce y para tal deseo busca su satisfacción en el espacio.
- El turismo espacial puede satisfacer una demanda específica de personas adineradas, y, dicha demanda, puede fortalecer la posición de las empresas en el sector, provocando un aumento de interés de distintas industrias e inversores en dicho campo.
- Abrir el espacio a capitales privados significa que el desarrollo del turismo espacial y su conocimiento dejará de ser un objeto de estudio financiado exclusivamente por los gobiernos. Por ejemplo, a la fecha, la NASA es financiada solo por el gobierno de los EE.UU., esto significa que, si la economía del país se debilita, los fondos pueden ser distribuidos de otra forma y la porción de dinero que recibe dicho organismo puede reducirse. Ahora bien, si las compañías privadas disponen del dinero y desean desarrollar actividades de turismo espacial, pueden hacerlo, independientemente de si los gobiernos ven beneficio en ello o no.
- Los trabajos que se crean en esta industria no existían hace 15 años, esto demuestra que la competencia en el sector es favorable para el mercado laboral. Mientras más empresas compitan en llevar ciudadanos al espacio, más empleo y beneficio económico se generará.
- El turismo espacial también presenta riesgos para aquellos que buscan experimentar la ingravidez u observar el planeta Tierra desde el espacio. La radiación, las fuerzas g, los rayos cósmicos y los periodos prolongados de ingravidez presentan riesgos a la salud de los turistas.

- Las distancias a recorrer en el turismo espacial son enormes, esto puede tener un efecto negativo en su expansión. En este sentido, se hace referencia a una misión de la NASA, en la cual enviaron dos vehículos, Voyager 1 y 2, a recorrer el vasto espacio. Los vehículos fueron lanzados en el año 1970 y alcanzaron el espacio interestelar (más allá del planeta Neptuno) en el año 2012. A razón de esta misión tomamos conocimiento que realizar dicho viaje tardo 40 años, solo de ida.
- Los seguros de vida en el turismo espacial permanecen como un interrogante. Si bien todas las empresas en el sector establecen que es necesario contar con uno, los montos de dinero que se aplican a estos terminan permaneciendo difíciles de calcular. Varios de estos, incluyen conceptos como: “daño moral” (el miedo a que las compañías tomen más riesgos al saber que su accionar está cubierto), “riesgo adverso” (la preocupación que ciertos riesgos serán menospreciados, menoscabados y/o desentendidos) y “perdida catastrófica” (cuando una compañía aseguradora alude que el desastre es muy alto, no puede hacerse cargo de este y es forzada a la quiebra). Si bien todo esto presenta un riesgo para la industria, los gobiernos, junto con organismos internacionales, están tratando de regular y resolver los vacíos legales que se encuentran en el sector, a través del Tratado del Espacio Exterior.
- El turismo espacial es una industria regularmente calificada como “juego de ricos y para ricos”, debido a que, como se ha visto anteriormente, la suma de dinero que se requiere para acceder a un vuelo es extremadamente alta. A su vez, las empresas que quieran competir en el mercado deberán contar con una fuerte inversión inicial, y tener en cuenta que los ingresos (probablemente) tarden en llegar. Esto permite analizar que la industria tiene una barrera de ingreso alta y una barrera de salida aún mayor, ya que no existe un mercado de reventa para naves espaciales. Sin embargo, las patentes de desarrollos tecnológicos podrían venderse a “start-ups” o empresas emergentes del sector aeroespacial. En virtud de esto, son pocos los interesados en competir en tales condiciones, de hecho, los únicos que han decidido arriesgar su capital han sido categorizados como “visionarios”.
- El turismo virtual ha sido impulsado como parte de los avances tecnológicos de la RV, puesto que, los tours virtuales resultaron ser la forma más popular de aplicar dicha tecnología. La industria del turismo continuará incorporando estas tecnologías para promocionar sus productos, inspirar clientes y mejorar sus experiencias en distintos destinos. No obstante, esta herramienta no solo se aprovecha para atraer consumidores a puntos turísticos específicos, como pueden ser museos, galerías, hoteles y paisajes, sino que, también se utiliza como una forma de turismo en sí, especialmente para sitios que de otra forma serían difíciles de acceder, ya sea por su costo, ubicación, peligrosidad o

imposibilidad de ingreso. Por causa de esto, el turismo virtual tuvo y seguirá teniendo un gran impacto en el turismo espacial, dada su naturaleza hostil, el espacio es un ambiente peligroso para el ser humano. A su vez, el espacio exterior, es financiera y logísticamente inaccesible para la mayoría de las personas, dado que los costos de su acceso continúan siendo sumamente elevados.

10. Notas

¹ Previo al vuelo orbital de Dennis Tito (2001), hubo otros participantes de dichas actividades, el japonés Toyoshiro Akiyama (1990) y la británica Helen Sharman (1991) no realizaron un pago a cambio de tal servicio. Debido a esto, el estadounidense Dennis Tito, es considerado el primer turista espacial comercial de la historia.

González Ghirimoldi, H. & Di Bernadi, A. (2018). *El turismo espacial como nuevo medio de transporte de pasajeros*. 5° Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica – CAIA 2018. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73055/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1&isAllowed=y

² El 12 de abril de 1961, el ruso Yuri Gagarin fue el primer hombre en orbitar la Tierra, inaugurando un nuevo capítulo de la aventura humana en el espacio ultraterrestre.

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Día internacional de los vuelos espaciales tripulados, 12 de abril*. <https://www.un.org/es/observances/human-spaceflight-day>

³ Los vuelos del “Space Ship One”, junto con los vuelos de prueba del proyecto estadounidense *Mercury* son las únicas excepciones de vuelos espaciales por debajo de esta órbita. A su vez, los vuelos del programa *Apolo* son los únicos vuelos tripulados que han superado la órbita baja terrestre.

Órbita baja terrestre. (s. f.). 3D Astronomy - 3D Space. Recuperado 29 de mayo de 2021, de <https://b2b.partcommunity.com/community/knowledge/es/detail/7255/Low+Earth+orbit>

⁴ Dentro del ámbito europeo, la locución anglosajona *soft law*, se utiliza para describir diversos tipos de instrumentos cuasi legales, como, por ejemplo, los códigos de conducta cuya función es la de asesorar, sin generar una obligación jurídica.

Carazo, A. (2015). *El impacto medioambiental del turismo espacial: Una perspectiva jurídica*. [Tesis de grado, Universidad de Jaén]. <http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/4509/1/FinalTFG.pdf>

⁵ La lista incluye solo a las empresas más relevantes al objetivo de estudio.

⁶ Empresa emergente con una elevada capacidad de crecimiento, generalmente fundada por uno o más emprendedores sobre una base tecnológica o innovadora. El termino aplica mientras el proyecto este es su etapa inicial, y una vez que haya escalado, adquirirá otro nombre.

⁷ La empresa *SpaceX* ofrece actualmente un vuelo orbital en su nave “Crew Dragon”, donde no es condición excluyente hospedarse en el espacio, en su lugar, el vuelo consiste en orbitar la Tierra a dos veces la distancia de la ISS (a unos 400 kilómetros sobre la superficie terrestre). Dicho vuelo tiene una duración de 90 minutos, puede transportar a cuatro pasajeros, y su costo se calcula en millones de dólares.

Infobae. (28 de febrero de 2020). *Así se podrá viajar por el espacio en esta década (si tienes suficiente dinero)*. <https://www.infobae.com/america/mundo/2020/02/28/asi-se-podra-viajar-por-el-espacio-en-esta-decada-si-tienes-suficiente-dinero/>

⁸ Los hoteles Subspace (Zagreb, Croacia), Moon Station Hotel (Tokio, Japón) y el Hostel Optimi Rooms (Bilbao, España).

11. Referencias bibliográficas

11.1 Páginas web

Aristegui Noticias. (11 de marzo de 2017). *Los 5 peligros de viajar al espacio, según "Science"*. <https://aristeguinoicias.com/1103/kiosko/los-5-peligros-de-viajar-al-espacio-segun-science/>

BBC News Mundo. (25 de noviembre de 2014). *Los peligros invisibles de viajar al espacio*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/11/141125_peligros_viajar_espacio_lp

CNN Español. (13 de noviembre de 2020). *Así funcionan los cohetes de SpaceX que se pueden volver a usar*. CNN. <https://cnnespanol.cnn.com/2020/11/13/los-cohetes-de-spacex-estan-disenados-para-que-puedan-volverse-a-usar-asi-funcionan/>

Debongo. (15 de mayo de 2019). *Advantages and disadvantages of future space tourism*. <https://www.debongo.com/advantages-and-disadvantages-of-future-space-tourism/>

González Ghirimoldi, H. & Di Bernadi, A. (2018). El turismo espacial como nuevo medio de transporte de pasajeros. 5° Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica – CAIA 2018. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73055/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hansen, J., Reynolds, D., & Beutlich, J. (2020). *What are the advantages and disadvantages of space tourism?* eNotes. <https://www.enotes.com/homework-help/what-advantages-disadvantages-space-tourism-575489>

Hollingham, R. (11 de abril de 2014). *Seis razones por las que es importante el turismo espacial*. BBC News. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/04/140410_vert_fut_ciencia_turismo_espacial_np

Infobae. (28 de febrero de 2020). *Así se podrá viajar por el espacio en esta década (si tienes suficiente dinero)*. <https://www.infobae.com/america/mundo/2020/02/28/asi-se-podra-viajar-por-el-espacio-en-esta-decada-si-tienes-suficiente-dinero/>

León, F. M. (25 de abril de 2019). *El límite superior de la atmósfera: la Línea de Kármán*. Tiempo | Meteored. <https://www.tiempo.com/ram/el-limite-superior-de-la-atmosfera-la-linea-de-karman.html>

Matignon, L. G. (5 de marzo de 2019). *Space tourism legal aspects - Space legal issues on space law*. Space Legal Issues. <https://www.spacelegalissues.com/space-law-space-tourism-legal-aspects/>

Órbita baja terrestre. (s. f.). 3D Astronomy - 3D Space. Recuperado 29 de mayo de 2021, de <https://b2b.partcommunity.com/community/knowledge/es/detail/7255/Low+Earth+orbit>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Día internacional de los vuelos espaciales tripulados, 12 de abril*. <https://www.un.org/es/observances/human-spaceflight-day>

Pace, S., Baker, D., & Grady, M. (28 de enero de 2015). *What will our space ambitions actually look like a decade from now? Three experts tell Richard Hollingham*. BBC Future. <https://www.bbc.com/future/article/20150128-space-2020-what-happens-next>

Real Academia Española. (s. f.). Espacio ultraterrestre. *Diccionario panhispánico del español jurídico - Real Academia Española*. Recuperado el 1 de junio de 2021, de <https://dpej.rae.es/lema/espacio-ultraterrestre>

Real Academia Española. (s. f.). Órbita geoestacionaria. *Diccionario panhispánico del español jurídico - Real Academia Española*. Recuperado el 1 de junio de 2021, de <https://dpej.rae.es/lema/%C3%B3rbita-geoestacionaria>

Sheetz, M. (26 de septiembre de 2020). *How SpaceX, Virgin Galactic, Blue Origin and others compete in the growing space tourism market*. CNBC. <https://www.cnbc.com/2020/09/26/space-tourism-how-spacex-virgin-galactic-blue-origin-axiom-compete.html>

Zacks Equity Research. (27 de diciembre de 2019). *Space tourism set to become a craze in 2020: Stocks in focus*. Nasdaq. <https://www.nasdaq.com/articles/space-tourism-set-to-become-a-craze-in-2020%3A-stocks-in-focus-2019-12-27>

11.2 Periódicos y revistas

Bellucci, M. (9 de agosto de 2020). Cinco gigantes del espacio alistan sus naves para iniciar la era del turismo espacial. *Clarín*. https://www.clarin.com/sociedad/gigantes-espacio-alistan-naves-iniciar-turismo-espacial_0_lq8oGaVIP.html

Conn, L. (14 de noviembre de 2019). Industry insight: Space jobs of the future. *The Space Report Online*. <https://www.thespacereport.org/uncategorized/industry-insight-space-jobs-of-the-future/>

Ferro, L. (28 abril de 2011). Dennis Tito: El primer turista del espacio. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/hemeroteca/20110428/54145959324/dennis-tito-el-primer-turista-del-espacio.html>

González, P. (23 de julio de 2019). Malas noticias: El turismo espacial puede destruir nuestro planeta. *GQ México*. <https://www.gq.com.mx/estilo-de-vida/articulo/turismo-espacial-podria-destruir-planeta>

Lugones, P. (30 de mayo de 2020). Un hito histórico: para los expertos hoy comenzó la carrera del turismo espacial privado. *Clarín*. https://www.clarin.com/sociedad/hito-historico-expertos-hoy-comenzo-carrera-turismo-espacial-privado_0_dkrRimqsN.html

Martínez, Y. (28 de octubre de 2010). El turismo espacial podría contaminar e influir en el cambio climático. *20 minutos*.
<https://www.20minutos.es/noticia/857481/0/turismo/espacial/medioambiente/?autoref=true>

Peterson, B. (4 de marzo de 2020). Space tourism set to take off in 2020, says Virgin Galactic CEO. *Travel Market Report*. <https://www.travelmarketreport.com/articles/Space-Tourism-Set-to-Take-Off-in-2020-Says-Virgin-Galactic-CEO>

11.3 Revistas científicas

Cole, S. (2015). Space tourism: Prospects, positioning, and planning. *Journal of Tourism Futures*, 1(2), 131–140. <https://doi.org/10.1108/jtf-12-2014-0014>

Collins, P. y Autino, A. (2010). What the growth of a space tourism industry could contribute to employment, economic growth, environmental protection, education, culture and world peace. *Acta Astronautica*, 66(11–12), 1553–1562. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.09.012>

Damjanov, K. y Crouch, D. (2019). Virtual reality and space tourism. *Space Tourism, Tourism Social Science Series*, Vol. 25. Emerald Publishing Limited, Bingley. 117-137. <https://doi.org/10.1108/S1571-504320190000025007>

Kothari, A. & Webber, D. (2010). Potential demand for orbital space tourism opportunities made available via reusable rocket and hypersonic architectures. *American Institute of Aeronautics and Astronautics*. Astrox Corporation. 1–15. <https://doi.org/10.2514/6.2010-8600>

11.4 Informes

The Tauri Group. (2012). *Suborbital reusable vehicles: A 10-Year forecast of market demand*. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/suborbital_reusable_vehicles_report_full.pdf

Berrisford, C. (30 de noviembre de 2018). *Longer term investments*. Chief Investment Office Americas, Wealth Management, UBS. <https://www.ubs.com/content/dam/WealthManagementAmericas/documents/space-p.pdf>

11.5 Tesis

Carazo, A. (2015). *El impacto medioambiental del turismo espacial: Una perspectiva jurídica*. [Tesis de grado, Universidad de Jaén]. <http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/4509/1/FinalTFG.pdf>

González Ghirimoldi, H. (2019). *Turismo espacial y sus potenciales impactos sobre el ambiente terrestre*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Plata]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/87984/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1&isAllowed=y