



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Universitat Politècnica de València
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería
Aeroespacial
2020-2021

Trabajo Fin de Grado

Turismo espacial: Aspectos jurídicos

Autor:

Hugo Ania Suárez

Tutora:

Francisca Ramón Fernández

Resumen

En este trabajo se pretende presentar el concepto moderno que es el turismo espacial, la importancia de realizarla con brevedad debido al auge que está sufriendo, además de recalcar la importancia de su carácter internacional y en pro de la humanidad.

Para comprender que es el turismo espacial, se tratarán los límites que lo diferencian de las actividades aeronáuticas. Se conocerán los pioneros en la materia y las condiciones que los llevaron al espacio así como la idea inicial de posibilidad de explotación.

Conociendo lo que implican estos viajes, se dará información actual sobre las empresas que operan en el sector, las aeronaves de las que disponen y las opciones que ofrecen a los consumidores. De la misma forma se explicarán los riesgos que supone un viaje al espacio así como las responsabilidades que recaen en la empresa o nación que realice la actividad.

Entrando en materia legislativa, se incidirá en la importancia para realizar una legislación, antes que el auge del sector origine conflictos entre las partes, así como recalcar la importancia que la normativa sea lo más común a todas las naciones con inquietudes espaciales.

Debido a exploración espacial, el medio ambiente del espacio está siendo alterado por la humanidad como ya ha pasado con el clima terrestre. Se desarrollarán los impactos perjudiciales que pueden llegar a causarse debido a la contaminación espacial y como legislativamente debe reducirse.

Para terminar y corroborar la intención de las naciones o empresas privadas en el estudio de nuevas posibilidades en la materia, se comentarán las posibilidades que el futuro ofrece en cuanto a turismo espacial.

Palabras clave

Turismo espacial, legislación, espacio

Abstract

The purpose of this work is to present the modern concept of space tourism, the importance of doing it briefly because of the boom it is experiencing, in addition to stressing the importance of its international character and for humanity.

In order to understand what space tourism is, the limits that differentiate it from aeronautical activities will be discussed. The pioneers in the field and the conditions that led them to space as well as the initial idea of the possibility of exploitation will be known.

Knowing what these trips involve, current information about the companies operating in the sector will be given to the costumers and they also will be informed about all the aircrafts they can choose and their options.

In the same way, the costumers will know the risks involved in a trip to space and the responsibilities that fall to the company or nation that carries out the activity.

Entering into legislative field, the importance of carrying out legislation prior to a greater boom in the sector will be emphasized in order to avoid conflicts between the parties, and to make the regulations the most common to all the nations with space concerns.

Due to space exploration, the space environment is being altered by humanity as it has already happened with the Earth's climate. The detrimental impacts that can be caused due to space pollution will be developed and how legislatively it should be reduced.

To sum up and corroborate the intention of nations or private companies in the study of new possibilities in the matter, the possibilities that the future offers in terms of space tourism will be discussed.

Key words

Space tourism, legislative, space

Resum

En este treball es pretén presentar el concepte modern que és el turisme espacial, la importància de realitzar-ho amb brevetat degut a l'auge que està patint, a més de recalcar la importància del seu caràcter internacional i per tant, per a la humanitat.

Per a comprendre que és el turisme espacial, es tracten els límits que ho diferencien de les activitats aeronàutiques. Es coneixeran els pioners en la matèria i les condicions que els van portar a l'espai així com la idea inicial de possibilitat d'exploració.

Coneixent el que impliquen aquests viatges, es donarà informació actual sobre les empreses que operen en el sector, les aeronaus de què disposen i les opcions que ofereixen als consumidors. De la mateixa manera s'explicaran els riscos que suposa un viatge a l'espai així com les responsabilitats que recauen en l'empresa o nació que realitza l'activitat.

Entrant en matèria legislativa, s'incidirà en la importància per a realitzar una legislació prèvia a major auge del sector per tal d'evitar conflictes entre les parts, així com recalcar la importància de que la normativa siga el més comú a totes les nacions amb inquietuds espacials.

A causa de l'exploració espacial, el medi ambient de l'espai està sent alterat per la humanitat com ja ha passat amb el clima terrestre. Es desenvoluparan els impactes perjudicials que poden arribar a causar-se degut a la contaminació espacial i com legislativament han de reduir-se.

Per a concloure i corroborar la intenció de les nacions o empreses privades en l'estudi de noves possibilitats en la matèria, es comentaran les possibilitats que el futur ofereix en quant a turisme espacial.

Paraules clau

Turisme espacial, legislació, espai

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	
NOMENCLATURA	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS	3
JUSTIFICACIÓN	4
METODOLOGÍA.....	5
1. DEFINICIÓN DEL TURISMO ESPACIAL.....	6
1.1. Espacio como medio de explotación	6
1.2. Definición y evolución del turismo.....	9
1.3. El primer turista espacial y sus predecesores hasta hoy.....	10
1.4. Los inicios del turismo espacial	12
2. LA EMPRESA Y EL TURISTA ESPACIAL.....	14
2.1. Empresas actuales y sus posibilidades.....	14
2.2. Sistemas de transporte (Aeronaves).....	19
2.3. Costes.....	20
2.4. La formación y entrenamiento del turista espacial	21
2.5. Límites, deberes y derechos del turista espacial	23
2.6. Responsabilidades de la nación o empresa implicada	25
3. LEGISLACIÓN APLICABLE AL TURISMO ESPACIAL	27
3.1. Necesidad de una legislación aplicable al espacio.	27
3.2. La importancia de una legislación nacional e internacional	30
3.3. Legislación aplicable al turismo espacial en la actualidad	32
4. CONSECUENCIAS DEL TURISMO ESPACIAL.....	36
4.1. Desechos espaciales	36
4.2. Impacto en el espacio, planetas, satélites y la tierra	38
4.3. Sobreexplotación del espacio.....	40
4.4. Soluciones y legislación	42
5. EL FUTURO DEL TURISMO ESPACIAL.....	46
5.1. Proyectos y mejora en el turismo espacial	46
5.2. Tiempos de viaje y costes para el futuro turismo espacial	48
LISTADO DE IMÁGENES.....	50
CONCLUSIONES	52
PRESUPUESTO	54
REFERENCIA LEGISLATIVA.....	61

NOMENCLATURA

- ADR: Eliminación Activa de Desechos Espaciales
- AGNU: Asamblea General de las Naciones Unidas
- CEO: Director Ejecutivo
- COPUOS: Comité para Usos Pacíficos del Espacio Exterior de Naciones Unidas
- COSPAR: Comisión de Investigación Espacial
- EAU: Emiratos Árabes Unidos
- ESA: Agencia Espacial Europea
- EE.UU.: Estados Unidos de América
- GEO: Órbita Geoestacionaria
- GLONASS: Sistema de Navegación Global por Satélite
- GNC: Tecnologías de Desorbitado, Guiado, Navegación y Control
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global
- IADC: Comité de Coordinación Inter-Agencias para los Desechos Espaciales
- IGA: Acuerdo Intergubernamental
- ISS: Estación Espacial Internacional
- LEO: Órbita Terrestre Baja
- NASA: Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio
- SSN: Red de Vigilancia Espacial
- TO: Turismo Orbital
- TS: Turismo Suborbital
- UNCOPUOS: Comité de las Naciones Unidas para los Usos Pacíficos del Espacio
- URS: Unión Soviética

INTRODUCCIÓN

El instinto de evolución, de conocer lo desconocido, de explorar, de aprender, la respuesta a la pregunta “¿Qué hay más allá?”. Son rasgos que han permitido a la humanidad crecer, desarrollarse y aprender infinidad de lecciones del mundo que le rodea, los exploradores partían con nuevos rumbos en pro de hallar nuevas y desconocidas tierras, los navegantes surcaban aguas desconocidas descubriendo nuevas rutas. Pero el hombre siempre ha tenido la mirada en el cielo, cuando la evolución tecnológica permitió volar a través del aire se abrió un nuevo mundo de posibilidades para la sociedad.

Lejos de conformarse, el ser humano sigue apuntando hacia arriba, hacia lo desconocido, ahora ya solo queda el inmenso e intrigante espacio. 12 de abril de 1961, fecha en la que la tecnología y el ser humano alcanzó la capacidad de realizar el primer vuelo espacial con el cosmonauta ruso Yuri Gagarin, se abre un nuevo mundo de posibilidades. Actualmente, la exploración espacial sigue un constante y arduo trabajo, logros como la llegada a la luna con la tripulación del Apolo 11, la investigación de planetas como Marte donde se ha confirmado de la existencia de agua en forma líquida, la observación de otras galaxias o la reciente y primera fotografía de un agujero negro son hechos que hasta hace 100 años pertenecían a la imaginación en obras literarias (Verne, 1865).

Las experiencias ligadas a la exploración espacial siempre han estado a cargo de expertos y entrenados profesionales de agencias gubernamentales, haciendo que el espacio fuera solo alcanzable para una pequeña élite. Esto está cambiando, empresas privadas quieren poner al alcance de cualquier persona la experiencia de convertirse en turistas espaciales, sin embargo, que exista esta posibilidad también requiere de normalización y regulación por parte de los gobiernos y empresas con tal fin.

En este trabajo se tratarán los diferentes aspectos que definen y engloban el sector del turismo aeroespacial. En el primer capítulo se definirán conceptos importantes para poder diferenciarlo respecto al turismo convencional y que se ha logrado hasta día de hoy en el sector. El segundo capítulo está dedicado a conocer las empresas que trabajan en el sector, las dificultades que supone el entorno espacial y lo que conlleva para el turista, así como la tecnología y medios que se necesitan para efectuar las diferentes opciones que ofrece el turismo espacial.

Conociendo la actividad y los métodos para dichas actividades además de sus dificultades, en el tercero, de carácter más legislativo, se incidirá en la importancia de elaborar una nueva normativa nacional e internacional con la intención de evitar conflictos entre equipos implicados, así como la necesidad de preservar las condiciones del espacio, planetas, satélites y mantener los principios elegidos en el Tratado del Espacio: “Libertad, Igualdad y Cooperación”

Para finalizar en el cuarto y quinto capítulo, se tratará sobre el impacto que el ser humano realiza en el espacio a causa de las misiones espaciales pasadas y qué consecuencias puede producir. Por último se comentarán los diferentes planes de futuro para el turismo espacial.

OBJETIVOS

Con este estudio se pretende recoger los aspectos más importantes sobre la legislación del espacio, así como la normativa que deben seguir las nuevas empresas emergentes relacionadas con el turismo o explotación espacial. Se estudiarán los siguientes aspectos:

Objetivos principales:

- Definir el turismo espacial y como puede llegar a impactar en el espacio.
- Obtener la calificación a la que está sometida un turista espacial y las restricciones o deberes que ello conlleva tanto para el mismo como para la empresa organizadora.
- Formación necesaria y riesgos que implican un viaje al espacio para una tripulación no profesional.
- Conocer la legislación actual territorial y global, tanto en el espacio, como sobre los cuerpos celestes y a los márgenes territoriales de cada nación.
- Profundizar en los aspectos jurídicos que intervienen en el turismo espacial, como pueden ser los aspectos legales del espacio, las interacciones con los cuerpos celestes, las aeronaves o estaciones espaciales así como el propio turista.
- Consecuencias del turismo espacial y futuras misiones propuestas.

Objetivos secundarios:

- Diferenciar los términos tierra, cielo y espacio para tratar los aspectos técnicos por separado.
- Conocer la evolución del turismo espacial desde sus inicios y que ofrecen las empresas actualmente a sus clientes.
- Estudiar las aeronaves utilizadas, las misiones y actividades que cada una puede realizar.
- Conocer los costes aproximados de las misiones y utilizarlo como medición de la expansión del turismo espacial.

JUSTIFICACIÓN

La evolución tecnológica sufrida a lo largo de los años está permitiendo un avance pausado pero continuo en la exploración espacial. Cada vez las aeronaves son más grandes y más eficientes, la capacidad de llevar a astronautas al espacio se está viendo mejorada, incluso existen planes para realizar viajes a otro planeta como Marte. No cabe duda que esto se va a seguir viendo más adelante mejorando las posibilidades de un aumento de misiones espaciales desde naciones diferentes.

El trabajo prevé orientar en situaciones que puedan ocasionar conflicto entre naciones o corporaciones implicadas en turismo y viaje espacial. Problemas territoriales, de jurisdicción o de propiedad pueden surgir a la hora de explorar el espacio. La previsión de realizar normativas nacionales y comunes a todo el planeta tierra facilitaría la evolución de la correcta funcionalidad de un turismo o viaje espacial futuro.

Para realizar dicha normativa se debe fijar en las circunstancias que componen toda la actividad, desde la empresa u organización que realiza la actividad, hasta el personal y la forma de actuar con los avances logrados. La coordinación entre organismo repercutirá en la progresión favorable del viaje espacial, se deben realizar dichas actividades pensando siempre en el bien común de la humanidad como el Tratado del Espacio propone.

Se tratarán de exponer los problemas causados por la exploración espacial, como pueden ser la acumulación de desechos espaciales o la colonización de otros planetas o satélites. Por último, se hablará del futuro del turismo espacial, que se pretende realizar y las nuevas tecnologías en construcción que permitirán a la humanidad adentrarse más en el terreno desconocido que es el espacio.

La falta de normativa legislativa en el campo de la exploración espacial es probable que influya negativamente a la hora de su desarrollo, con la visión puesta en el futuro, es imprescindible que los organismos internacionales procuren una norma que satisfaga tanto al sector privado como al bien común de toda la humanidad y no sea un nicho de explotación de empresas con intereses propios, con el trabajo se pretende dar un atisbo de posibilidades legales para el turismo espacial y las actividades en el espacio.

METODOLOGÍA

Se comienza buscando información que permita diferenciar las actividades de turismo y turismo espacial, se discuten y argumentan los principales factores que implica el crecimiento del turismo. Breve historia de lo ocurrido en la materia del turismo espacial hasta la actualidad.

Se reúnen datos sobre las empresas con características espaciales y que ya realizan o realizarán actividades relacionadas con el turismo espacial. Se analizan los métodos y posibilidades que ofrecen así como las responsabilidades como empresa que deben cumplir. Una vez conocidas las posibilidades, se recapitulan las posibles amenazas que el medio espacial puede causar a los pasajeros y como deben actuar en estas misiones.

Recabando la información legislativa redactada hasta la fecha en materia espacial y acuerdos internacionales. Se pretende implantar una normativa común e internacional sobre el turismo espacial y las actividades espaciales, siempre con el fin de que cualquier misión se realice por el beneficio de toda la humanidad.

Observando la situación actual del planeta en materia de contaminación y analizando la tendencia al alza del sector espacial, se pretende concienciar y normativizar de los peligros que supone alterar el medio ambiente terrestre. Se explican los organismos reguladores ya activos y los métodos que se plantearán para evitar la sobreexplotación del espacio.

Revisando información sobre las tendencias espaciales y proyectos futuros, se comentan las nuevas ideas y misiones que se estudia realizar en el futuro del turismo espacial.

1. DEFINICIÓN DEL TURISMO ESPACIAL

Las miradas están puestas en el espacio desde mucho antes de poder alcanzarlo, el deseo de explorar es innato en el ser humano y a medida que la tecnología evoluciona, lo hace la capacidad del hombre. Sin embargo, un tema importante a resolver con cada nuevo hallazgo es su finalidad y la manera de tratarlo, la exploración del espacio no es diferente. La legislación aplicable en la definición de límites del espacio con la tierra, finalidad de las exploraciones, investigaciones, colonizaciones y cualquier actividad realizada debe ser una prioridad para una buena cooperación entre todas las entidades influyentes en el sector. Sabiendo la importancia que recae en la normalización, el 10 de octubre de 1967 entra en vigor el Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los estados en la explotación y utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, también llamado Tratado sobre el Espacio Exterior, impone como primer artículo:

”La explotación y utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, deberán hacerse en provecho y en interés de todos los países, sea cual fuere su grado de desarrollo económico y científico, e incumben a toda la humanidad.” (Artículo I)

1.1. Espacio como medio de explotación

Conociendo la dirección en que debe seguir la evolución sobre el conocimiento y explotación del espacio es importante discernir donde se aplica el cambio entre legislatura terrestre y la espacial. No es una tarea fácil poner de acuerdo a todos los estados para establecer la distinción entre Espacio Aéreo y el Espacio Exterior, además del problema que una aeronave lanzada hacia una puesta en órbita puede rebasar líneas fronterizas aéreas y ocupar terreno de otra nación soberana. No existe una normativa única para la regulación sobre la delimitación del espacio aéreo o espacial, por lo que se utiliza una normativa u otra en función de la misión, siempre abogando por un buen funcionamiento y un cumplimiento de las normativas del Derecho Espacial. Es un tema inconcluso y que puede llevar a problemas burocráticos al no ser común y única para todos los estados, algunos ejemplos de normativas estudiadas por académicos en el tratado de soberanía son:

- Criterio zonal: pretende la delimitación del espacio aéreo sometido a la soberanía del Estado subyacente. Sin embargo, no es del todo funcional, ya que una soberanía interesada podría recurrir alegando como situación en Espacio Ultraterrestre donde se rige el principio de libertad debido a que la altura no está fijada tampoco (Merchán,1990).

- Criterio físico: donde encontramos diferentes formas de uso
 - Límite superior de la atmósfera, la elección de esta zona es por ser el medio inmediato a la superficie terrestre. Una forma de utilizar la normativa es usar la altura a la que las aeronaves clásicas sean capaces de controlar la sustentación derivada de la acción del aire, sin embargo, sigue sometida a factores como la densidad, temperatura o composición del aire que no permiten un límite exacto.
 - Otra opción sería que el límite superior del espacio aéreo debiera ser hasta el punto donde hubiera aire. Por decirlo de otra manera, sería la última capa de aire que acompañara a la tierra en su rotación, aproximadamente a los 90 kilómetros.
 - Tomar como límite la atmósfera meteorológica, entre 80 y 85 kilómetros, más lejos de esta distancia, los efectos del clima no influyen.
 - Límite biológico referido a la máxima altura a la que la vida del ser humano es posible, rápidamente desestimada, ya que existen puntos en el globo con una altura a la que el cuerpo humano no está preparado, como por ejemplo el monte Everest.
 - Límite biológico referido a la máxima altura a la que la vida del ser humano es posible, rechazada ya que existen puntos en el globo con una altura a la que el cuerpo humano no está preparado, como por ejemplo el monte Everest.

La dificultad de este criterio es concretar un límite físico absoluto a la superficie de la tierra, cubre un margen pero no con exactitud (De Antonio, 1991).

- Base mecánica plantea las siguientes soluciones:
 - Considerar un límite válido la altura máxima a la que una aeronave puede operar. Zona donde la densidad de la atmósfera impida la navegación. Donde la aerodinámica deja de ser relevante y cobran importancia las fuerzas centrífugas, alrededor de los 80 km de distancia con la Tierra. El problema de este método radica en que sigue siendo difícil acotar un límite exacto, ya que las aeronaves evolucionan y con ello su techo de vuelo que por tanto es imposible de fijar (Cortes y Kure, 2013).

- Sopesar como límite el perigeo del satélite más próximo a la Tierra. Opción bastante aceptada, debido a que a lo largo de la historia, y pese que existen un elevado número de satélites con diferentes órbitas y todas ellas atraviesen regiones soberanas de distintos países, no existen reclamaciones o problemas con las soberanías de los estados ajenos. Esta solución es una aproximación bastante fiable pero sigue sin ser exacta, colocando la cota de altura alrededor de los 120 kilómetros (Cortes y Kure, 2013).
- Tesis de las fronteras de las capas múltiples. Supone la división aérea en tres capas. La primera es la capa donde ocurre la soberanía territorial del estado pertinente, seguidamente aparece la capa que cubre los espacios aerodinámicos y, por último, la zona donde empieza el espacio. Los problemas de acotación exacta y la evolución de las aeronaves persisten con este método (Cortes y Kure, 2013).
- Criterio de control, la idea es que la soberanía de cada país se extiende hasta donde su capacidad armamentística de defensa alcance. Propuesta por la salvación de los intereses y sus territorios pero rápidamente descartada por la inseguridad que produce además de promover una industria militar y que conlleva a una desigualdad entre naciones debido a sus recursos (De Antonio, 1991).
- Criterio funcional: Pretende solventar el problema sin delimitación de cotas aéreas o espaciales debido a la dificultad de obtenerlas tanto con datos físicos como técnicos. No se puede reducir los derechos espaciales a una distancia sin interponerse en la propia soberanía, la defensa de una nación o el régimen de libertad en el espacio. Los regímenes deben poder controlar una actividad si ello conlleva un riesgo o peligro para sus intereses, por lo que el criterio funcional no se basa en los límites de jurisdicción o físicos, sino en la actividad que se esté desarrollando, buscando la mejor forma de permitirla (De Antonio, 1991).

Como se observa en las normalizaciones propuestas, casi todas tienen el fallo de no delimitar con exactitud la cota, por lo que pueden ser igual de válidas como pueden ser refutadas y contrastadas con otras normativas. Como ya se ha dicho, es un tema importante, ya que una incongruencia democrática y legal en cualquier asunto sucedido en el campo de la exploración espacial puede llevar a conflictos entre naciones u organizaciones no gubernamentales. Debe ser importante encontrar una legislación común con la que todos los representantes estén de acuerdo, sin embargo y teniendo en cuenta la finalidad, el criterio más importante es el de funcionalidad y siempre abogar por la exploración espacial como un bien para toda la humanidad.

1.2. Definición y evolución del turismo

No siempre el turismo ha estado en pleno auge como está ocurriendo actualmente, la capacidad de desplazamiento mediante las modernas formas de locomoción, la infraestructura necesaria para alojar a los turistas, las actividades que se ofrece y la mayoría de las comodidades a las que actualmente el turismo nos ha acostumbrado. Tanto que hasta hace medio siglo, no se creía que el turismo fuera a crear un impacto importante en la economía mundial (Flores y De la O, 2012).

El turismo se puede definir como *“el conjunto de las relaciones y fenómenos producidos por el desplazamiento y permanencia de personas fuera de su lugar de domicilio, en tanto que dichos desplazamientos y permanencias no estén motivados por una actividad lucrativa.”* (Agüí, 2015, 20). Se puede explicar el comportamiento turístico mundial dependiendo de diversos factores descritos a continuación:

- El precio de los bienes y servicios, importante elemento a tener en cuenta, ya que se busca una forma de viajar lo más barata posible. Con lo cual, las empresas relacionadas en las actividades turísticas deben abaratar sus costes y así permitir la bajada de precios para el turista.
- El nivel de renta, las opciones de turismo están marcadas por la cantidad de recursos que disponga el turista. El crecimiento del turismo se percibió al acabar la segunda Guerra Mundial, ya que los niveles de renta pudieron crecer entre la población (Flores y De la O, 2012).
- Los cambios de consumo y la moda, el turismo en auge a principios de los 60 fue el de sol y playa. Sin embargo la sociedad ha variado en la importancia de aspectos cotidianos de la vida creando nuevos tipos de turismo. Una preocupación por el medio ambiente crea un turismo enfocado a la naturaleza y recursos naturales, el culto al cuerpo y el bienestar personal provoca un turismo de balnearios y destinos especializados en salud, la concienciación social crea un turismo justo o solidario. La sociedad evoluciona continuamente y con ello sus gustos, la elección de viajes no es una excepción y también se ve influenciada.
- La influencia de las comunicaciones y la publicidad, la sugestión provocada por medios de comunicación ocasiona la elección de tipo de turismo. Si existe una concienciación mediática con el medio ambiente el turismo ecológico aumenta, al igual que si la campaña es de turismo rural, los pequeños pueblos se verán con un aumento de

viajeros. Las campañas de publicidad también están a la orden de la moda de la época (Flores y De la O, 2012).

- El tiempo disponible, indispensable para la realización de cualquier viaje. El turista necesita tiempo de ocio para poder disfrutar, uno de los principales factores que permitieron el crecimiento del turismo que fue debido a la implantación de las vacaciones remuneradas a los trabajadores (Agüí, 2015).
- Características sociodemográficas de la demanda, como pueden ser el aumento de esperanza de vida, el nivel económico, infraestructura de transportes o el turismo de la tercera edad. Factores que permiten al viajero hacer más fácil sus desplazamientos, estancias y disfrute del tiempo de ocio.
- Factores de riesgo, al contrario que las características anteriores, en estos factores se habla de situaciones que dificultan o impiden el turismo, como por ejemplo es el terrorismo, conflictos bélicos o enfermedades. Un ejemplo claro fue la caída de turismo en Estados Unidos después del atentado del 11 de septiembre (Agüí, 2015).
- Factores macroeconómicos, producto surgido de las diferentes formas de llevar una nación. Un incremento en el nivel de vida de las personas o el crecimiento de tiempo libre afectará con seguridad a la cantidad de turismo tanto nacional como internacional. Se habla de la situación socioeconómica general de la nación, la cual influye tanto como para la recepción de turistas extranjeros, como la capacidad de la población para realizar viajes (Agüí, 2015).

El conocimiento de estas variables permite a los expertos analizar el turismo, por lo que también es posible evolucionar y mejorar, ya sea con mejoras en infraestructuras o con avances tecnológicos que permitan nuevas experiencias. El turismo espacial aún emergente, está igualmente ligado a estos factores, por lo que actualmente son los países más desarrollados los que se han permitido el inicio de esta nueva modalidad.

1.3. El primer turista espacial y sus predecesores hasta hoy

Un pequeño grupo de astronautas han tenido el privilegio de alcanzar el sueño de muchos y que, por el contrario, muy pocos están al alcance de lograr. Todas estas personas son especialistas en su materia, además de ser sometidos a rigurosas pruebas tanto mentales como físicas. Pruebas especialmente diseñadas para evaluar las condiciones de las personas, las cuales van a someterse a fuerzas no comunes para el cuerpo humano, y conocer si podrán ejercer la labor para la que han sido contratadas en las condiciones del espacio.

Dentro de este pequeño grupo, 7 son turistas espaciales. Es decir, viajaron al espacio por placer, por añadir una experiencia a sus vidas y visitar un nuevo lugar. Cabe recalcar esto último, ya que aun con el impedimento de la inversión económica y el entrenamiento a superar, es posible viajar al espacio, algo impensable hacía 40 años cuando se realizó el primer viaje espacial (Serrano y Ramón, 2013).

- Dennis Tito, magnate norteamericano y exingeniero de la National Aeronautics and Space Administration (NASA), después de superar la negativa a la misión por parte de la misma, pagar 22,2 millones de euros, pudo hacer realidad su sueño el 30 de abril de 2001, pasó una semana en la Estación Espacial Internacional, considerándolo como el primer turista espacial de la historia. Pese a las duras condiciones y su débil estado al regreso de la expedición, Tito afirmó haber estado en el paraíso, lo que supuso un mayor interés en este nuevo tipo de turismo (González y Di Bernardi, 2018).
- Mark Shuttleworth tras más de un año de entrenamiento y preparación médica fue segundo turista espacial en visitar la International Space Station (ISS), se embarcó en la misión de mantenimiento Marco Polo. A la llegada a la ISS, Shuttleworth realizó 5 experimentos para analizar como las condiciones del espacio influían en la fisiología, la cristalización y las células madre. La misión despegó el 25 de abril del 2002 y regresó el 5 de mayo, el coste por realizar esta aventura fue de 22,2 millones de euros.
- Gregory Olsen, doctor por la Universidad de Virginia, se convirtió en el tercer turista espacial de la historia en octubre de 2005. Cofundador y presidente de Sensors Unlimited, empresa desarrolladora de cámaras sensibles a infrarrojos usadas por la NASA. Tras trabajar y entrenar durante varios años con la Agencia Espacial Rusa, el 3 de octubre atracó en la ISS donde realizó experimentos en teledetección y astronomía, el mismo estimó su viaje en 22,2 millones de euros (Serrano y Ramón, 2013).
- Anousheh Ansari, ingeniera iraní, se formó como respaldo para un vuelo de la Soyuz a la ISS, pero la inhabilitación médica de un miembro de la tripulación de la misión TMA-9 hizo que Ansari pasara a ser miembro principal y la cuarta turista espacial de la historia. El despegue tuvo lugar el 18 de septiembre de 2006, durante sus 8 días de estancia la ingeniera realizó 4 experimentos en nombre de la European Space Agency (ESA), aparte de escribir en un blog las sensaciones, dificultades y experiencias trascurridas en su aventura para que el mundo entero supiera en realidad lo que supone un viaje espacial. El precio de la expedición no se desveló por cláusulas del

contrato (González y Di Bernardi, 2018).

- Charles Simonyi, arquitecto de software fue el quinto turista y el primero que utilizó una agencia de turismo espacial llamada Space adventures. Realizó dos viajes con la misma empresa en 2007 y 2009, el coste de la misión ronda los 22,2 millones de euros.
- Richard Garriott, desarrollador de videojuegos, ya expresó su interés en visitar el espacio en 1983, pretendía ser el primer turista espacial pero por motivos económicos tuvo que rechazar el puesto y fue entregado a Dennis Tito. Sin embargo en 2008 se convirtió en un astronauta privado autofinanciado que visitó la ISS, con un pago cercano a los 30 millones de dólares.
- Guy Laliberté, empresario canadiense, cofundador y director ejecutivo del Cirque du Soleil. Realizó su visita a la ISS el 30 de septiembre de 2009 a bordo de Soyuz TMA-16 y regresó el 11 de octubre del mismo año (Serrano y Ramón, 2013).

Ninguno de los primeros turistas espaciales estaba conforme con esa definición de turista, pues implicaba únicamente que habían realizado el viaje espacial por placer y abonando una alta cantidad de dinero. Aún siendo así, la mayoría realizaron experimentos para poder otorgar a su experiencia un carácter más lúdico o de investigación.

Después de conocer a los pioneros del turismo espacial se puede apreciar cómo es una experiencia que puede interesar a una parte de la población. Sin embargo las limitaciones debidas, sobre todo al coste de estos viajes, impide que la demanda sea elevada o aumente rápidamente. El 18 de mayo de 1996, la Fundación X-Prize abrió la competición para la creación de vuelos espaciales turísticos, y desde entonces la aparición de empresas (SpaceX, Virgin Galactic, Space adventures,...) han permitido la mejora y evolución de este tipo de viajes, que seguro continuará en aumento en el futuro (González y Di Bernardi, 2018).

1.4. Los inicios del turismo espacial

Tal y como se ha planteado en el apartado anterior, actualmente ya existen turistas espaciales, por el momento y debido a los costes, solo unos pocos han sido capaces de realizar tales aventuras. Pero las empresas llevan tiempo sabiendo que esta nueva experiencia puede ser una gran oportunidad de negocio cuando, en un futuro, la realización de los viajes no suponga un gasto excesivo y las infraestructuras permitan una movilización importante de personas. Por lo que es importante empezar a realizar estudios y diseños que puedan acercar el turismo espacial a las personas del día a día.

El 18 de mayo de 1996, la fundación X-Prize lanza el concurso llamado Ansari X-Prize, el premio es de 10 millones de dólares para quien consiga diseñar un vuelo con una distancia igual o superior a los 100 kilómetros transportando a 3 personas, además de usar un artefacto reutilizable al 90% y que pudiera repetir la misión dos veces en tan solo 15 días (Cárdenas y Gómez, 2015).

Veintiséis equipos de siete nacionalidades diferentes entraron a concurso y el 4 de octubre de 2004 la nave SpaceShipOne, vista en la imagen 1.1, de Mojave Aerospace Adventures, financiada por la empresa Scaled Composites fue quien logró completar el reto con dicha aeronave y el piloto Brian Binney.



Imagen 1.1 - SpaceShipOne <https://www.chadslattery.com/Aviation-Nation/10>, consultado el 26 de agosto de 2020

En 2004 Bigelow Aerospace, propuso otro concurso ofreciendo 50 millones de dólares al diseño de un vehículo capaz de llevar a 5 o más pasajeros a una distancia de 400 kilómetros de la Tierra y lograra repetir la misión de 60 días. No obtuvo el mismo éxito por lo que se canceló en 2010 (Cárdenas y Gómez, 2015).

Estos premios incentivaron a que más empresas centraran un esfuerzo en la mejora de sistemas de transporte al espacio, además de desarrollar nueva tecnología más barata, duradera e incluso reutilizable como se está viendo en el caso de SpaceX con su cápsula Dragón y su lanzadera capaz de aterrizar y volver a ser usada en un nuevo despegue, (Carbajo,2013). Todos estos avances se enfocan a una reducción de costes de realización y una mayor capacidad de transporte de pasajeros, permitiendo que el turismo espacial, en un futuro, no sea solo cuestión del poder adquisitivo.

2. LA EMPRESA Y EL TURISTA ESPACIAL

La creación del concurso Ansari X-Prize del que ya se ha hablado con anterioridad, punto 1.4, incentivó el estudio y avance tecnológico en materia del transporte espacial, haciendo así que las empresas estudiaran la posibilidad de transportar tanto suministros como turistas espaciales, para más tarde crear empresas con dichas especializaciones y así poder hacer negocio con la demanda. Hasta hoy en día existen diferentes empresas privadas que ofrecen variedad de experiencias para poder disfrutar de una estancia en el espacio o disfrutar del mismo durante un pequeño periodo de tiempo.

En esta sección se expondrán algunas de las empresas que operan en el campo del transporte espacial, se tratarán los medios de transporte así como las misiones que realizan, la importancia de situar legalmente al cliente además de su formación y las responsabilidades legales de la empresa.

2.1. Empresas actuales y sus posibilidades

Se comenzará hablando de unas de las empresas pioneras en el turismo espacial, Blue Origin, fundada por Jeff Bezos también creador de Amazon, proporciona una variedad de servicios gracias a sus distintas aeronaves, permitiendo acceder a misiones turísticas o experimentación científica en condiciones espaciales.

Actualmente ya existe un mercado de turismo espacial, en su página web oficial ofrece la reserva de un vuelo suborbital, mostrado en la imagen 2.1, de 11 minutos con el que contemplar la tierra desde la frontera con la atmósfera, las fases de la misión se aprecian en la imagen 2.1 y se realiza con la aeronave New Shepard, la cual ya está preparada para el lanzamiento de cargas útiles y pronto podrá transportar a pasajeros (Blue Origin, 2013).

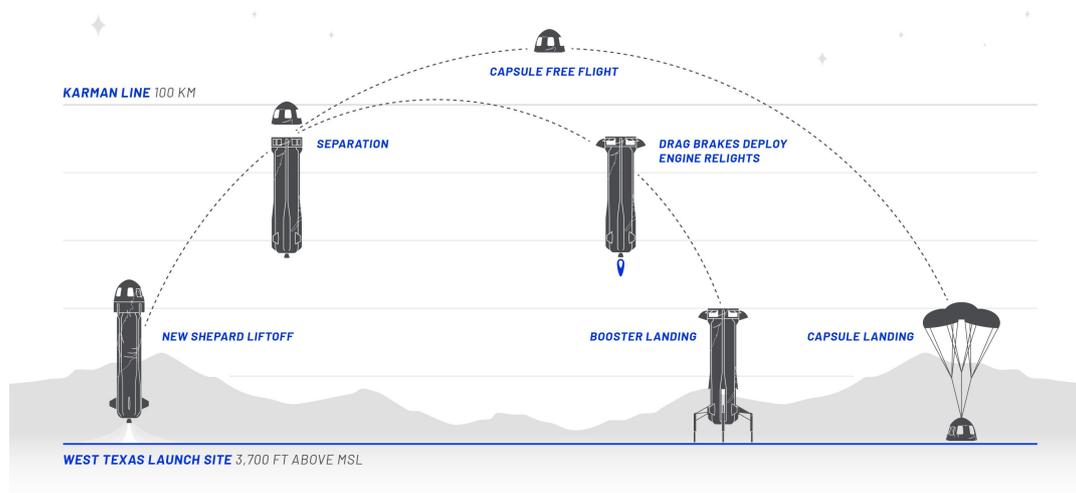


Imagen 2.1 - vuelo suborbital, <https://www.blueorigin.com/new-shepard/>, consultado el 26 de agosto de 2020

Las otras misiones que puede ofrecer se realizan con las naves espaciales New Glenn y Blue Moon, siendo la primera para realizar tareas similares a la New Shepard pero atravesando la atmósfera llegando al espacio y la segunda como medio de apoyo y transporte de materiales necesarios en las futuras colonias lunares. Primera empresa en conseguir una reutilización de una primera fase de despegue, como muestra la figura 2.1, cuando la aeronave alcanza casi los 100 kilómetros de altura, la fase propulsora se desprende y aterriza sin tripulación para su acondicionamiento y posterior reutilización. Dicho logro supone un gran avance para el sector, ya que permite un gran descenso en los costes así como una mayor capacidad en la cadencia de misiones (Blue Origin, 2013).

SpaceX, empresa estadounidense creada en 2002 por el multimillonario y máximo accionista Elon Musk. Con más de 6000 empleados, compañía privada capaz de recuperar una nave espacial desde la Órbita Baja de la Tierra (LEO) con la aeronave Dragón en 2010 (SpaceX, 2020).

La constante innovación por parte de la empresa permite que el 13 de diciembre del 2013 una nueva aeronave alcance la órbita geosíncrona, el Falcon 9. Durante este tiempo la empresa del sudafricano estudió la posibilidad de la reutilización de una de las fases de despegue, no fue hasta el 2015 cuando se pudo realizar dicha misión, por lo que Space X recuperó de manera automática una primera fase de propulsión no tripulada para su reutilización, sumándose a Blue Origin.

Su segunda aeronave, Falcon Heavy es el cohete más poderoso hasta la fecha, preparada para realizar misiones de transporte o aprovisionamiento además de ofrecer apoyo a unas futuras colonias en la Luna o Marte. La información sobre empresa está abierta al público en su página web donde asegura más de 100 misiones, realiza trabajos para la NASA como vuelos para astronautas o puesta a punto de satélites en órbita, la capacidad de encargos que puede realizar hace que SpaceX sea una compañía con intención de expandir el turismo espacial (SpaceX, 2020).

Por otro lado, Richard Charles Nicholas Branson, imagen 2.2, creador del Virgin Group, destacan tres empresas especializadas en la era espacial. Virgin Galactic con la intención de ser la primera línea espacial de la tierra, su propósito es permitir experimentar la base de la exploración espacial a turistas y adelantar el avance científico en las condiciones del espacio mediante la SpaceShipTwo, primera aeronave espacial de transporte de pasajeros construida por una empresa privada. Toda la información sobre misiones e innovaciones queda reflejada en su web oficial, además de poder reservar plazas para las experiencias espaciales una vez se creen nuevas misiones, ya que actualmente todas las plazas están completas (Virgin Galactic, 2020).



Imagen 1.2 – Richard Branson,
<https://www.semana.com/gente/articulo/la-mala-hora-de-richard-branson-dueno-de-virgin/408337-3>,
consultado el 26 de agosto de 2020

Virgin Orbit, del mismo grupo, se encarga del transporte y puesta en órbita de satélites, mientras que The Spaceship Company gestiona la investigación, mejora y diseño de las aeronaves así como de los sistemas de propulsión utilizados por la compañía.

”Estamos a la vanguardia de una nueva industria decidida a ser pionera en las naves espaciales del siglo XXI, que abrirá espacio para todos y cambiará el mundo para siempre“.

Llega la hora de innovar y diferenciarse de las empresas de la competencia, intentando ofrecer un servicio de igual calidad, con un menor coste y produciendo cero emisiones nocivas para el medio ambiente. Esta fue la idea de José Mariano López-Urdiales fundador y actual Chief Executive Officer (CEO) de la empresa Zero 2 Infinity, especializada en lanzamiento de tripulación, cargas útiles o satélites mediante el sistema de elevación por globos de gran altitud que alcanzan la órbita terrestre baja (Zero 2 Infinity, 2020).

En su página oficial, se describen las formas en que la empresa intenta acercar el espacio a las personas, como primera misión aparece Bloostar aeronave con doble método de ascensión para sistemas de satélites medianos y pequeños. El despegue y los primeros 80 km se hacen mediante el globo de gran altitud, una vez alcanzada dicha distancia se activan las tres etapas de propulsión secuenciales hasta situar la carga en órbita, todo el material utilizado es recuperado y rehabilitado para futuras misiones. Las otras dos opciones de las que dispone son Elevate y Bloostar, para ambas se utilizan únicamente el globo de gran altitud, la primera misión está diseñada para realizar investigaciones en gravedad cero, material fotográfico, comunicaciones y cualquier elemento que el cliente quiera mientras esté dentro de sus límites (Zero 2 Infinity, 2020).

Por último la misión Bloostar es la más relacionada con el turismo espacial, esta experiencia proporciona una estancia en una aeronave preparada para relajarse y disfrutar cómodamente, se eleva durante hora y media hasta los 36 kilómetros de altura, seguido de 4 horas para apreciar la belleza del espacio y la

Tierra, a través de las ventanas de su estancia, por último el globo desciende durante una hora hasta aterrizar y ser recuperado.

Se acabará esta sección nombrando la empresa que más comprometida en cuanto a turismo espacial, Space Adventures creada por ingenieros aeroespaciales y expertos en turismo de aventura. Como en la propia web anuncian, su misión es acercar experiencias espaciales al mayor número de personas posible y para ello tienen diferentes misiones a elegir.

La empresa no realiza únicamente actividades más allá de la superficie terrestre, para acercar la era espacial a cuantas más personas existen experiencias que se realizan en el propio centro como por ejemplo, un “*Tour de lanzamiento*” que consiste en una visita guiada a través de las instalaciones y un asiento privilegiado para el lanzamiento de uno de sus Soyuz-FG además de poder conocer los preparativos previos a la ignición. Otra opción es la de realizar el entrenamiento que cualquier astronauta debe superar antes de estar preparado, para ello trasladan al cliente a Star City, a las afueras de Moscú, donde las instalaciones permiten la práctica de varias misiones realizadas durante un trayecto espacial, como son el pilotaje de la Soyuz, la técnica y seguridad al realizar un paseo espacial o experimentar las fuerzas G de un despegue en la sala Centrifuga (Space Adventures, 2020).

Space Adventures tiene cuatro tipos de misiones para sus clientes, la más conocida y extendida hasta ahora es el vuelo de gravedad cero, para ello hay que embarcarse en un Boeing 727-200 modificado y llamado G-FORCE ONE, el cual permite recrear una sensación de ingravidez a través de su movimiento parabólico mostrado en la imagen 2.3, también se puede recrear el descenso de gravedad en la Luna y en Marte, un sexto y un tercio respectivamente, así conocer o habituarse a lo que es caminar por dichas superficies (Pletser y Kumei, 2015).

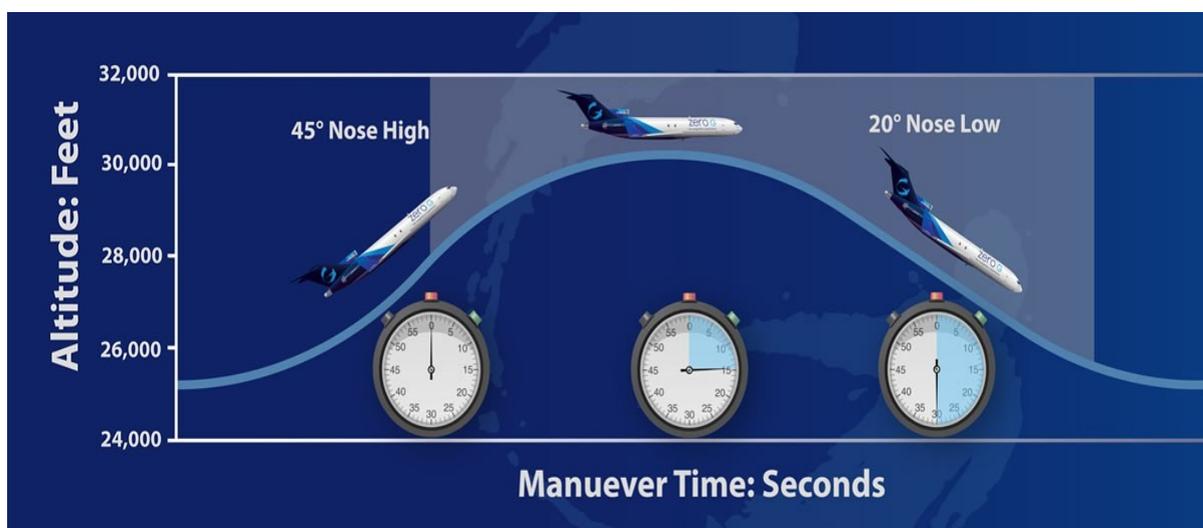


Imagen 2.3 – Maniobra ingravidez del G-Force, <https://spaceadventures.com/experiences/zero-gravity-flight/>, consultado el 14 de enero de 2020

Por último se mencionarán las misiones que se pueden realizar en el espacio, la primera es una visita a la ISS y una estancia en la misma durante 10 días en los que se aprenderá cómo funciona la vida en la estación, realizar experimentos con la tripulación o simplemente admirar las vistas al espacio o la Tierra. Si se elige esta modalidad, es posible realizar un paseo espacial acompañado de un astronauta profesional y sentir la experiencia de estar rodeado por el Espacio Exterior, como se aprecia en la imagen 2.4 (Space Adventures, 2020).

“Nada se compara con estar solo en el Universo; a ese momento de abrir la escotilla y tirarte afuera al Universo. Es como doblar una esquina y ver la puesta de sol más magnífica de tu vida, de un horizonte a otro, donde parece que todo el cielo está en llamas y hay todos esos colores, y los rayos del sol parecen una gran pintura sobre tu cabeza. Solo desea abrir los ojos y tratar de mirar la imagen, y tratar de absorberla. Es así todo el tiempo.

Pero luego te das cuenta de que, aunque es enorme y capaz [la Estación Espacial Internacional], es solo una mota entre todo lo que está a tu izquierda y todos los colores y texturas de nuestro planeta que se derraman a tu derecha. Y usted es esta pequeña mirilla de un microcosmos entre esas dos cosas, tanto física como históricamente. Y eres muy consciente de eso todo el tiempo. Estoy un poco efusivo, pero así es como se siente una caminata espacial. Vale infinitamente todos los miles de pasos necesarios para llegar allí. Es una gran cosa, lo recomiendo muchísimo”. (Space Adventures, 2020).



Imagen 2.4 – Paseo espacial, <https://spaceadventures.com/experiencias/spacewalk>, consultado el 14 enero de 2020)

La última misión de la que se dispone es una misión Circunlunar, como se explica en el libro (Cernan y Davis, 1999) desde que en 1972 los astronautas Gene Cernan y Harrison Schmitt despegaran de la superficie lunar nadie ha estado tan próximo a la Luna. Space Adventures quiere cambiar eso, y para ello ha preparado una experiencia que parte desde la ISS, embarca en el módulo lunar y durante seis días se acercará a unos cientos de kilómetros de la superficie lunar para contemplar el lado visible de esta así como de la tierra elevándose a lo lejos sobre el satélite (Space Adventures, 2020).

2.2. Sistemas de transporte (Aeronaves)

Ahora que se conocen algunas de las empresas más relevantes en el sector del turismo espacial, como trabajan y que vehículos utilizan dependiendo de la misión. Se pasará a estudiar la definición legislativa de una aeronave espacial, ya que como elemento indispensable, debe ser localizado en cuanto a normativa específica se refiere.

Existen dos tipos de objetos lanzados al Espacio Ultraterrestre:

- Objetos espaciales no funcionales, básicamente este grupo está formado por desechos de actividad espacial como pueden ser las fases de despegue de un transbordador espacial o satélites los cuales han terminado su vida útil. Estos objetos son los que forman en su mayoría la contaminación del espacio.
- Objetos espaciales funcionales, en el grupo se engloban las aeronaves espaciales, satélites en uso, sondas espaciales o partes de la estación espacial.

Los objetos no funcionales son un tema importante del que se hablará con posterioridad en el trabajo. Ahora se tratará de obtener una definición de aeronave espacial para poder conocer que conceptos se le atribuyen y donde situarla ante un marco jurídico (Ramón, 2017).

El artículo XI de la Ley de Navegación Aérea de 21 de julio de 1960 establece:

“Se entiende por aeronave toda construcción apta para el transporte de personas y cosas capaz de moverse en la atmósfera merced a las relaciones del aire, sea o no más ligera que este y tenga o no órganos moto-propulsores”

Gracias a esta definición se puede concluir que una aeronave se diseña y prepara para practicar su función en el aire, por lo que se diferencia de vehículos terrestres, acuáticos o del espacio. Dicho esto, no se puede incluir a las aeronaves espaciales en dicha definición, ya que su medio de operación no está incluido, pero es un inicio en el cual se debe enfatizar y ampliar.

Para intentar aproximar más el campo de las naves espaciales se crea el Convenio sobre Registros de objetos lanzados al Espacio Ultraterrestre de 1974, al cual España se une. El 24 de febrero de 1995 se crea el Registro de Objetos Espaciales lanzados al espacio Ultraterrestre con la siguiente normativa:

- “El objeto espacial no debe ser identificado con la aeronave”
- “La matriculación de ambos sigue en cauces distintos”

- “Deberán inscribirse en el Registro Español los objetos espaciales que hayan sido lanzados o cuyo lanzamiento haya sido promovido por el Estado Español, o que hayan sido lanzados desde España o desde instalaciones Españolas”

Con esta normativa se pretende realizar un control más exhaustivo de la actividad espacial. Sin embargo se puede ver la diferencia que se hace entre aeronave y aeronave espacial, ya que esta segunda no es necesario que esté identificada al contrario que la aeronave. Esto equivale a diferenciar entre carga útil y aeronave en misiones espaciales en las que estas proporcionan la propulsión para que un satélite o cápsula entre en el espacio. La nave espacial no requiere la misma matriculación, esto sigue dejando a medias la definición, control y prevención de riesgos para las aeronaves espaciales (Serrano y Ramón, 2013).

2.3. Costes

Se puede decir que la exploración espacial es una idea relativamente moderna gracias a las nuevas tecnologías creadas en el último siglo, desde la invención de la aeronave hasta la nave espacial. Estas innovaciones han permitido al ser humano adentrarse en una investigación en que antes solo podía ser observador, actualmente se puede enviar a un hombre o mujer al espacio con relativa facilidad. Los esfuerzos y estudios de muchas personas se han focalizado en hacer esto posible, sin embargo, todo conlleva un coste.

Se sabe que en 2012 la financiación espacial alcanzó la cifra de 220 millones de euros, Morán (2014), un gran coste en investigación y espacio que a su vez contribuye en un alto crecimiento de sectores relacionados, lo que quiere decir que supone una inversión productiva tanto para el campo espacial como para otros. Sin embargo, no solo la investigación es costosa, las aeronaves y materiales utilizados en el espacio son de la mejor calidad y con las mejores prestaciones posibles para reducir al mínimo las posibilidades de cualquier fallo.

Por lo que las experiencias con el turismo espacial quedan en manos de personas con alta capacidad económica, sin embargo la tecnología aeroespacial sigue en constante investigación y mejora, lo que permite que poco a poco los costes se vayan reduciendo. El ejemplo más claro para reducir costes ya se ha tratado, la capacidad para recuperar automáticamente fases de despegue para su reutilización supone un gran avance en cuanto a costes, la evolución de los medios de transporte en la tierra ha permitido un turismo a gran escala como actualmente se conoce, no es extraño pensar que pueda ocurrir lo mismo con el turismo espacial en un futuro no muy lejano.

Llevando el tema de costes y precios al sector privado de las empresas que decidan introducirse en el sector del turismo espacial, es importante que se fijen unos estándares en la relación entre el precio y la demanda de la actividad. Realizando un estudio exhaustivo, se saca la conclusión que al ser una nueva tendencia no se pueden pretender altos márgenes de beneficio desde el inicio, el sistema de precios debe evolucionar con unas ideas básicas (Abitzsch, 1996):

1. El balance positivo de beneficios debe ocurrir antes de los 10 primeros años para poder pagar los gastos.
2. Los costes iniciales son altos, por lo que las primeras actividades deben tener un precio que permita asumir los gastos y así reducir la deuda.
3. El siguiente paso, y con un balance positivo en las cuentas, se deberá aumentar la demanda y para ello se reducirá el precio.
4. No siendo el beneficio máximo el mayor interés de la empresa, la evolución del precio debe fluctuar según los costes y márgenes de beneficio.

Estas consideraciones pueden ser las idóneas para el inicio de la comercialización del turismo espacial por parte del sector privado. El elevado coste inicial se pretende recuperar mediante el “*desnatado de precio*” que debería ayudar en la explotación del mercado (Abitzsch, 1996).

2.4. La formación y entrenamiento del turista espacial

Se parte del concepto de la exploración espacial, donde gobiernos de diferentes naciones impulsan proyectos espaciales de alta carga económica a favor de nuevos descubrimientos en el campo del espacio y sus aplicaciones. Es por esto que las tripulaciones de las misiones espaciales son científicos expertos en sus respectivos campos que trabajan en pro de la ciencia y la investigación, cada uno tiene su función independientemente del tipo de misión que sea, aquí es donde radica la principal diferencia con un turista espacial.

La actividad espacial desde su primera fase en el despegue ya supone un constante fuerza tanto físico como mental para los astronautas, el espacio es un medio hostil en el que diversos factores pueden alterar la salud humana como pueden ser la microgravedad, la radiación o incluso el propio estrés. Los astronautas profesionales pasan varios meses de entrenamiento para aclimatarse a las adversas condiciones del espacio, el turista espacial debe pasar por la misma formación, ya que se va a enfrentar a las mismas condiciones y la salud podría verse afectada. Además del entrenamiento y, retomando la premisa de ser turistas espaciales y no astronautas profesionales, cada misión debe estar

supervisada por astronautas experimentados elegidos por cada empresa con la intención de que la experiencia sea siempre lo más segura posible para toda la tripulación (Mira, 2018).

A diferencia de las condiciones de la Tierra, el espacio es un medio peligroso para el cuerpo humano. Es este uno de los motivos por los que se realiza el entrenamiento, también para conocer la metodología de la misión los astronautas son entrenados físicamente para afrontar las desventajas que conlleva una estancia en el espacio, por lo que un turista espacial debe ser provisto de las mismas capacidades. A continuación se abordan algunos problemas de salud sufridos por astronautas debido a un viaje o estancia en el espacio:

- Microgravedad, la gravedad, a grandes rasgos, es un fenómeno asociado a la masa de los objetos, cuanto más masa mayor es su gravedad y su radio de acción. Al alejarse una nave de la tierra, el efecto de la gravedad terrestre disminuye por lo que los astronautas de la ISS estando a 400 kilómetros de altura, únicamente apreciarán una pequeña porción de gravedad. La microgravedad permite a los astronautas flotar y moverse con más facilidad dentro de la estación espacial, sin embargo es causa de grandes efectos en el cuerpo humano. Aun cuando se ha demostrado que la gravedad es innecesaria para los procesos fisiológicos, si puede provocar un descenso de masa o atrofia importante en los grupos musculares para misiones prolongadas. Otros síntomas son la desorientación o inflamación de partes del cuerpo, debido a la falta de gravedad la fisionomía puede empezar a variar, como por ejemplo un cambio de altura debido a la falta de presión en la columna vertebral. Sin embargo también puede llegar a causar desmayos, ya que los fluidos y tejidos cambian su volumen alterando sus procesos normales. La minimización de estos efectos se está estudiando, existen posibilidades de crear una gravedad artificial mediante la aceleración centrífuga de la propia estación espacial, aún no perfeccionado los astronautas realizan ejercicio físico para mitigar el descenso óseo y muscular (Taborda, 2013).
- Alimentación, ya importante para el cuerpo humano, las condiciones extremas del espacio hacen más relevante llevar una dieta que permita mantener a los astronautas saciados y bien nutridos. El fenómeno de la microgravedad ya mencionado también influye en la alimentación, debido a la falta de gravedad existe una pérdida de masa ósea la cual es absorbida por los riñones provocando cálculos renales. Otro efecto es que alarga mucho la digestión, llegando a durar hasta 12 horas provocando una malnutrición y una pérdida de peso considerable. Debido a las afecciones que se sufren, los nutricionistas deben tener en cuenta tanto el género, edad o condición física del astronauta y realizar una dieta equilibrada

personal que permita cumplir las funciones. La falta de espacio en la ISS es un tema muy importante, ya que no existen neveras para mantener la comida refrigerada, así que en su mayoría, la comida está deshidratada y empaquetada, a la hora de ser servida se prepara en un horno humedeciéndola de nuevo (Taborda, 2013).

- Radiación, cuerpos altamente cargados desprendiendo altas cantidades de energía a millones de kilómetros de distancia por todo el espacio. Las partículas de estas energías se adhieren a las naves espaciales provocando interferencias y mal funcionamiento de componentes. Por el momento se desconoce lo que este fenómeno produce al cuerpo humano, los astronautas están más expuestos al no tener la protección del campo gravitatorio terrestre, debido a esto, los controles han de ser más exhaustivos para monitorizar y controlar cualquier cambio o dolencia que pudiera estar producida por la radiación (Taborda, 2013).
- Factores psicológicos, existen muchos factores por los cuales una persona puede verse incapacitada psicológicamente y no se debe olvidar que viajar al espacio es una aventura que puede conllevar muchos de ellos. Los astronautas en formación han de superar retos físicos pero también psicológicos, como son el control del estrés o el confinamiento. Existen entrenamientos específicos para medir las capacidades de control, cabe mencionar que un viajero espacial puede pasar un largo tiempo en la ISS con las mismas personas, para ello en la fase de formación se han probado experimentos como la inmersión en un submarino o un desplazamiento a las bases de la Antártica y así comprobar cómo afecta el aislamiento o el estrés a las capacidades (Mira, 2018).

2.5. Límites, deberes y derechos del turista espacial

Así como en el apartado 2.2. queda patente que no existe una regulación específica, única y global para la definición de una aeronave, se puede entrever que la situación del astronauta seguirá la misma vía, por lo que queda incluso más lejos una definición válida para un turista espacial. A continuación se intentará obtener una idea de cómo se define legalmente un astronauta según las normativas publicadas hasta día de hoy.

Fue con el primer tratado de las naciones unidas de 1967 ya mencionado en el apartado 1.1, el cual es conocido por Tratado del Espacio, que recoge los principios proclamados en las Resoluciones 1721 (XVI) de 1961 y 1962 (XVIII) de 1963. Son artículos relacionados con la utilización y exploración pacífica del espacio, la desnuclearización, la desmilitarización y la responsabilidad internacional de los Estados o al registro de los objetos lanzados al espacio. En su artículo V se hace la primera referencia al astronauta:

“Los Estados Partes en el Tratado considerarán a todos los astronautas como enviados de la humanidad en el Espacio Ultraterrestre, y les prestarán toda la ayuda posible en caso de accidente, peligro o aterrizaje forzoso en el territorio de otro Estado Parte a en alta mar. Cuando los astronautas hagan tal aterrizaje serán devueltos con seguridad y sin demora al Estado de registro de su vehículo espacial...”

En el artículo VII del Tratado del espacio se incluye que el Estado parte, en cuyo registro figura el objeto lanzado al Espacio Ultraterrestre, retendrá su jurisdicción y control sobre tal objeto así como sobre su personal que vaya en él mientras se encuentre en el Espacio Ultraterrestre o en un cuerpo celeste (Orozco, 2012).

Se encuentra que la tripulación está definida, en un principio, como “*enviados de la humanidad*” teniendo en cuenta que solo se les consideraría de tal forma en caso de realizar actividades con fines pacíficos. Dicha definición causaba revuelo entre las delegaciones pues no sugería su funcionalidad, ni ningún tipo de especificación, incluso incita a inmunidad legal en territorios extranjeros. La siguiente definición que se utiliza es la de “*personal*”, esta nueva descripción establece un carácter más profesional y de carácter limitado, aun así no se puede conocer que es y cómo se define un astronauta de manera evidente y aplicable para un régimen legislativo.

En el Convenio de 1968 se desarrolla lo mencionado en el artículo V, sigue sin estipularse que es o como se debe entender por la definición de astronauta. Sin embargo se estipula que como enviados de la humanidad se les debe prestar ayuda necesaria en caso de accidente y deberán ser devueltos con seguridad al Estado de registro del objeto espacial, en caso de un accidente en territorio de otro Estado. Las referencias relevantes sobre astronautas quedan aquí, por lo que la definición exacta de astronauta aún está “en el aire”, sin embargo la descripción alcanzada en los artículos permite que los astronautas sean rescatados en caso de accidente (Orozco, 2012).

Ahora, conociendo como de etérea es la definición de astronauta y aplicándolo al tema del trabajo. ¿Cómo se definiría un turista espacial?, ¿Deberían civiles viajar al espacio?. Es cierto que los primeros turistas espaciales recibieron dicha categoría, sin embargo, en el futuro no deberá ser así, ya que la evolución espacial permitirá un acceso más facilitado al medio espacial y no todas las personas que accedan a estas actividades lo realizarán en pro de la humanidad, por lo que no encajarán en la definición de astronauta. Sin embargo, las legislaciones impiden realizar actividades sin establecer las categorías por lo que debe ser un tema a tratar con prontitud.

Como ya se ha mencionado, la exploración espacial es ya un hecho y las empresas relacionadas están realizando grandes avances, por lo que en un futuro cercano el turismo espacial será una actividad más habitual de lo que actualmente se ha conocido. Conviene adelantarse y establecer una legislación pertinente, se podrá separar y hacer una normativa individual ya sea un miembro de la tripulación (investigador, piloto, especialista,...) realizando su trabajo, o un turista espacial (civil) que realiza el viaje por placer, o por el contrario se debe realizar una norma común a ambos independiente del motivo por el que esté embarcado. Ha de quedar claro que sea cual sea la normativa lo importante es que preserven sus derechos y su bien estar por igual, teniendo en cuenta sus funciones asignadas en la misión.

2.6. Responsabilidades de la nación o empresa implicada

El turismo espacial es una actividad innovadora y como ya se ha visto, aunque existan a día de hoy turistas espaciales, las empresas patrocinadoras de tales experiencias están en crecimiento y formación continua, es importante establecer las normativas a las que se registrarán como compañía de turismo y experiencias espaciales en caso de la aparición de conflictos o accidentes en su ejecución.

Como ya se ha tratado en el punto 2.2 sobre las aeronaves, esta debe ser registrada por la nación o empresa por la cual vaya a ser lanzada a fin de ser siempre identificable. Los datos necesarios para su registro son:

- Designación del objeto
- Estado o Estados de lanzamiento
- Parámetros orbitales
- Fecha y lugar de lanzamiento
- Función del objeto

Sin embargo, actualmente, el art. VIII del Tratado General del Espacio establece que la jurisdicción y control sobre el objeto espacial recae en el estado. Por lo que la empresa realizadora de la misión quedaría excepta en caso de daños a terceros, la forma de actuación ha de actualizarse, ya que con estas medidas, las empresas privadas no van a tener la aprobación continua del estado al que pertenezcan. Es importante revisar la normativa y el Convenio para que poco a poco, las empresas obtengan la jurisdicción y control de sus aeronaves, así el sector privado asume las responsabilidades asociadas al objeto espacial y esto permita la evolución del turismo espacial pese a la supervisión y control por parte del Estado al que pertenezca (Ramón, 2017).

Manteniendo el foco en las aeronaves, es importante suponer el imprevisto en el que el objeto espacial cause daños a terceros y su consecuente compensación económica. Para estos casos, ayuda fijarse en las soluciones aplicadas con la “*Comercial Space launch amendment act*” aprobada por el congreso de los Estados Unidos el 23 de diciembre de 2004, introduce el concepto de responsabilidad haciendo obligatorio la contratación de un seguro por 500 millones de dólares para daños causados a terceras personas y de 100 millones de dólares para daños materiales causados al gobierno, para toda organización que obtenga licencia para hacer actividades comerciales en el espacio (Orozco, 2012).

Siguiendo la misma línea que para las aeronaves, la tripulación debe estar cubierta tanto para superar la misión o viaje espacial como para cualquier imprevisto que pueda suceder durante su transcurso. Como ya se ha comentado con anterioridad, el viaje al espacio requiere unas condiciones físicas y psíquicas especiales por lo que la empresa o Estado supervisor de la misión, es responsable de formación y evaluación física y mental del astronauta para poder superar las condiciones adversas que tal viaje representa, como pueden ser los efectos de la microgravedad, la radiación, o las demás causas de alteraciones tanto físicas como psicológicas ya numeradas y explicadas en el apartado 2.4.

Suponiendo la supervisión correcta para que los tripulantes puedan superar con éxito el viaje, aún existe la posibilidad de errores o fallos durante la misión ya sea por parte técnica de la misión o por la parte humana. Aquí es donde entra la segunda cláusula, siendo esta una renuncia de responsabilidad para subcontratantes, empleados y clientes por muerte o daños humanos causados en las misiones realizadas bajo la licencia recibida por el órgano competente. Sin embargo, cabe la posibilidad de ser necesaria una jurisdicción penal para la tripulación, por lo que a los astronautas enviados se les aplica de nuevo el artículo VIII del Tratado del espacio, el cual remite la jurisdicción tanto del objeto espacial como de todo el personal una vez puesto en órbita (Orozco, 2012).

Cabe destacar que en toda normativa se habla de la tripulación de la aeronave, no se hace distinción o nombramiento a turistas espaciales, bien debe ser por la poca afluencia de turistas espaciales hasta el momento. Sin embargo no es algo que se deba obviar a día de hoy, como ya se ha dicho, la búsqueda de una normativa para los turistas espaciales es algo que se ha de realizar con prontitud, ya que es una actividad en auge y se debe tratar como tal, realizando una legislación específica o adhiriéndose a la ya redactada y considerarse como tripulación.

3. LEGISLACIÓN APLICABLE AL TURISMO ESPACIAL

Llegados al tercer punto, se han tratado los conceptos esenciales en materia de turismo espacial, que se entiende por turista espacial y los inicios sobre esta nueva actividad. Continuadamente se enumeraron empresas relacionadas y las posibilidades de oferta que ya se comercializan o que se comercializarán en un futuro próximo. Sin embargo a la hora de fijar responsabilidades, límites en actividades o diferenciar la definición legal entre astronauta y turista espacial, la legislación ha quedado obsoleta, anticuada o simplemente no ha tratado el tema en profundidad.

La evolución en la exploración espacial debería haber sido seguida de cerca con la redacción de un reglamento internacional, aprobado por las naciones con intereses o actividades en el espacio. En este tercer punto del trabajo se intentará infundir la idea del porqué es importante la regulación y normalización de todos los ámbitos relacionados con el espacio y el turismo espacial.

3.1. Necesidad de una legislación aplicable al espacio.

Para poder realizar una legislación al espacio es importante conocer de dónde se procede y las bases impuestas desde los principios del derecho espacial, por lo que a continuación se examinarán las primeras fases de este campo, de donde se extrae y el porqué de su necesidad de redacción tanto nacional como internacional.

Los inicios de la legalidad espacial actual se remontan a hace más de 50 años con la rivalidad en materia de exploración espacial entre las organizaciones gubernamentales de EE.UU. (NASA) y la Unión Soviética, dos agencias con perspectivas militares por lo que las primeras premisas fueron para acordar seguridad y paz, negociaciones realizadas por las Naciones Unidas, ya que ambos gobiernos no deseaban acuerdos bilaterales debido a la tensión política de la época, finalizando el pacto con el uso del derecho internacional. No fue hasta 1980 cuando empezaron a estudiarse aplicaciones comerciales para el espacio.

En caso que surgiera algún tipo de conflicto militar, económico o político en el ámbito del espacio entre naciones, la base legal sería el derecho internacional. Sin embargo la creación de empresas privadas en el sector provoca que, las bases legales en materia internacional sean difícilmente aplicables, empresas privadas no alcanzan el nivel de decisiones internacionales como hace un gobierno. Por lo que surge el derecho espacial nacional bajo las que estarán las aplicaciones del ámbito privado, cabe decir que los estados tienen la

responsabilidad de garantizar que las empresas cumplan con las normativas internacionales. La raíz del derecho espacial está fundamentada en diferentes Tratados de carácter internacional realizados a posterior del lanzamiento del satélite 'Sputnik I' en 1957 (Pérez, 2011), estos han sido nombrados con anterioridad en el punto 2.6:

- Tratado sobre los Principios que deben Regir las Actividades de los Estados en la Exploración y la Utilización del Espacio Ultraterrestre, incluyendo la Luna y otros Planetas Celestes o Tratado del Espacio de 1967. Es el primer texto legislativo que regula la actividad en el Espacio Ultraterrestre, inicialmente se redactó por el miedo a que las naciones en tensiones políticas (EE.UU. y URS) lanzaran armas nucleares al espacio.

En su artículo I, recalca que la exploración y uso del Espacio Ultraterrestre así como la Luna y cuerpos celestes, se realizará en beneficio de toda la humanidad sea cual sea su nivel de desarrollo, además de ser libre para todos los estados que deseen explorarlo. Los estados poseen libertad de investigación además de facilitar y fomentar la cooperación internacional. En el siguiente artículo, la norma hace referencia a la apropiación del espacio o de sus recursos, quedando totalmente prohibido. Esta norma es la que más puede afectar a las empresas privadas, la no apropiación de recursos puede llegar a desencadenar la pérdida de interés en el sector privado debido a su inversión de alto coste, mientras que la norma impide a las compañías explotar recursos como beneficio. Aun siendo este Tratado la base legislativa, queda mucho por mejorar con los aspectos más innovadores como son el turismo espacial (Jonckheere, 2018).

- Acuerdo sobre el Rescate de Astronautas, Devolución de Astronautas y Devolución de Objetos en el Espacio Ultraterrestre o Acuerdo de Salvamento de 1968. Acuerdo relacionado con la recuperación de los astronautas y vehículos implicados en una misión. Sus artículos estipulan la coordinación entre la nación responsable de la misión y la nación en la que se encuentran los viajeros al aterrizar, siendo obligatoria la acción de rescate y repatriación de tripulantes al estado responsable. La normativa intenta que no sea importante el lugar de aterrizaje, independientemente de la localización de la reentrada, las naciones deben comunicarse y cooperar constantemente para asegurar la situación de los astronautas (Urueña, 1985).
- Convenio sobre Responsabilidad Internacional por Daños Causados por Objetos Espaciales o Convenio de Responsabilidad de 1972. Responsabilidad referente a un objeto que ponga en peligro vidas humanas o comprometa seriamente el funcionamiento o a la población de un estado. Como en el anterior, la comunicación entre

países es lo primordial, y en caso que la nación afectada lo autorice, se dará la asistencia necesaria por parte del gobierno responsable de la misión. Esta misma, tendrá la obligación de reparar los desperfectos o daños que haya podido causar la maniobra de reentrada.

- Convenio sobre el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre o el Convenio de Registro de 1976. El decreto establece como estado de lanzamiento a cualquier estado que lance, promueva o sea sede de lanzamiento de un objeto espacial. El registro debe notificarse al Secretario General de las Naciones Unidas, toda la función o información relevante que pueda ayudar al control o identificación de la aeronave deberá quedar registrada y compartida, ayudando así a la cooperación entre naciones en caso de ser necesaria.
- Acuerdo que rige las Actividades de los Estados en la Luna y otros Cuerpos Celestes o el Tratado de la Luna de 1979. Como su nombre indica, determina la legalidad en la exploración y explotación de los recursos de la Luna u otros cuerpos celestes. Distingue claramente las actividades de recolección y exploración de los recursos de la misma para su investigación científica, y por otro lado la obtención de recursos para su explotación industrial que la futura tecnología permitirá. Normativa muy relevante para el sector privado, la legislación es la que condicionará a las empresas privadas, o naciones, a obtener beneficios de unas u otras actividades espaciales, por lo que actualmente está en un debate internacional continuo por las partes con intereses en dichos recursos.

Inicialmente el Convenio reclama que la Luna, y todos sus recursos así como los de otros cuerpos celestes, son de patrimonio común de toda la humanidad, independientemente de quien los descubra o explote. La manera en la que se compartan dichos recursos y ninguna nación quede discriminada es la principal línea de estudio actual (Urueña, 1985).

Existen más Tratados como la regulación de la teleobservación, militarización del espacio o el uso de tecnología nuclear en él. Sin embargo estos y otros igualmente importantes se quedan alejados del tema expuesto en el proyecto por lo que, siendo igualmente necesarios en sus respectivos campos, no se tratarán en profundidad.

Cada Tratado citado hace referencia específica a diferentes tipos de aspectos relacionados con la exploración o uso del espacio, pero todos y de forma general coinciden en la misma idea, que cada experimento, actividad o beneficio debe dedicarse al conjunto de toda la humanidad y naciones, por lo que se impone la cooperación internacional. Los Convenios se realizan por el Comité de las

Naciones Unidas para los Usos Pacíficos del Espacio (UNCOPUOS), siendo esta una organización bajo la norma de la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU), comité basado en las ideas del desarrollo, la paz y la seguridad. Los principios que contienen los Convenios no son decretos sentenciados para siempre o de única interpretación, con perspectiva de futuro, los límites de estos principios se han mantenido amplios para permitir la mejora con la experiencia y el tiempo (Jonckheere, 2018).

Tratado del Espacio Ultraterrestre es la base referente en la que se fundamenta la exploración espacial y sus posibilidades, estos principios reguladores para la exploración, se han alcanzado en un conjunto internacional, como ya se ha dicho y se tratará en el siguiente punto, la colaboración internacional es uno de los factores más importantes para la evolución legal del nuevo sector del Espacio Exterior. Que la legislación sea común a todas las naciones dejaría a todas con las mismas bases en las que empezar a operar, además mostrarían el funcionamiento correcto a seguir, evitando desigualdades que podrían suceder si los gobiernos decidieran tener leyes diferentes y propias a otros estados. Es importante la legislación global, ya que debido a las emergentes empresas del sector privado en materia aeroespacial, la legislación nacional debe y está en proceso de crecimiento para adaptarse a las nuevas formas de explotar el espacio, es trabajo de los estados establecer una buena cohesión entre legislación nacional e internacional que apoye y entregue una base sólida legal a las empresas.

3.2. La importancia de una legislación nacional e internacional

Una vez conocida la legislación aplicable al espacio, acordada por comités internacionales, es imprescindible remarcar la importancia de que como mínimo todos los países relacionados y firmantes de los tratados tengan una normativa común. Es más, la idealización de una legalidad común a todos los países con actividad espacial facilitaría en gran medida la cooperación entre naciones a la par que evitaría problemas legislativos entre estados implicados.

La idea de cooperación entre naciones debe ser una realidad más que un ideal al que aspirar, cualquier nación saldrá beneficiada, tanto los países con menos presupuesto espacial que se verán ayudados e impulsados debido a los avances compartidos, como los países con una evolución tecnológica espacial más elevada que alcanzarán acuerdos que les permitirán ahorrar en costes o mejorar las situaciones diplomáticas. Ya se conoce que tanto el estudio como la actividad espacial requieren elevadas aportaciones económicas, por lo que la unión de múltiples naciones en un mismo proyecto supondrá una reducción del coste aportado por cada parte. El abaratar las misiones incentiva la participación y por tanto, la exploración espacial.

La ISS es un buen ejemplo de cooperación entre naciones. Después de la disolución de la URS, Rusia se unió al programa ISS lo que incentivó la diplomacia con EE.UU. país con el que habían mantenido elevadas tensiones políticas. Si una misión en común puede realizar dicha mejora, cabe elevar la importancia que otras potencias espaciales como son China e India formen parte de una unión internacional en pro de la investigación espacial. La negativa por parte de algún gobierno a la cooperación internacional supondría elevar el coste propio de investigación así como perder intereses diplomáticos con los países extranjeros no solo en materia espacial (Broniatowski, Faith y Sabathier, 2006).

Otro de los beneficios en la cooperación internacional es la sostenibilidad política que conlleva. La elección del gasto destinado a las actividades espaciales de un país viene determinado por sus políticas, por lo que en caso de tener la intención de finalizar una actividad espacial, es factible que siendo una misión internacional, el propio gobierno decida no debilitar los pactos con otras entidades, lo que lleva a más posibilidades en mantener la exploración espacial. Un ejemplo puede de nuevo la ISS, la unión de Rusia es probable que salvara el programa debido a su alto coste y la intención del gobierno estadounidense en cancelarlo, lo que habría supuesto un golpe a EE.UU. no solo económico, sino también político ya que, daría una sensación de desconfianza a las demás naciones y a su ciudadanía. En caso que se desee acabar con una misión, el planteamiento deberá ser de mutuo acuerdo por todas las partes permitiendo así dejar una vía abierta para la cooperación.

La colaboración internacional a la hora de realizar la exploración espacial, contribuye al beneficio de la sostenibilidad de los programas y la política nacional, los acuerdos internacionales, eficiencia monetaria hablando en términos de coste, industria y capacidad laboral, además de facilitar las operaciones a todos los implicados. La cooperación debe implementarse como una exigencia y un objetivo en cualquier programa espacial que permita el buen funcionamiento y equidad tanto gubernamental como industrial, permitiendo la planificación y normalización de las operaciones, llegando a la estandarización por repetición (Broniatowski, Faith y Sabathier, 2006).

Por el contrario, existen naciones que no buscan la cooperación internacional en la exploración espacial, sino que son sus propios intereses los que deciden la manera de actuación. Si no existen limitaciones impuestas por organismos superiores, pueden realizar cualquier actividad penalizada por los Tratados sin ninguna responsabilidad, más que recriminaciones políticas por parte de las naciones firmantes. La apropiación de recursos espaciales está prohibida por el Tratado del Espacio, sin embargo puede suponer una gran riqueza para aquel que lo explote, lo que sería una desventaja para las naciones que hayan acordado no realizarla. Así mismo ocurre con las leyes de cada nación, en las que deberían imperar las mismas restricciones legislativas para

que no existieran impedimentos diferentes según la región donde se realice la misión, sino que fuera independiente el donde y el quien trabaje, pues cualquier beneficio recabado recaería en el conjunto de las naciones colaboradoras. Cabe destacar que no se hace mención a los entes privados, ya que todos ellos estarán sujetos a los acuerdos que el país decida unirse y mantendrá la responsabilidad de su cumplimiento.

3.3. Legislación aplicable al turismo espacial en la actualidad

Recopilada y comentada la legislación aplicable a la exploración espacial y cualquier actividad relacionada con el Espacio Exterior, es importante diferenciar quien realiza dichas actividades y que medidas de cumplimiento se aplican, debe existir una diferencia entre misiones gubernamentales y del sector privado, esta necesidad es debida a los distintos objetivos de cada ente.

Como se ha especificado en los anteriores apartados, las organizaciones gubernamentales deberían realizar toda misión con la única finalidad de mejora a toda la especie humana. Para ello se insiste en la colaboración internacional y en una legislación aplicable que iguale los deberes y derechos de todas las partes. Ya sea la exploración del Espacio Exterior, el descubrimiento de recursos espaciales o nuevas tecnologías, no se deberá quedar en manos de la nación descubridora, sino que todos los gobiernos interesados deberían poder tener acceso. Ante estos supuestos beneficios, también recaen las responsabilidades legislativas nombradas en el apartado 3.1, todas son de obligado cumplimiento, mejorando así toda la industria espacial además de cooperar con los distintos países con actividades similares. Por todo esto se vuelve a incidir en la importancia de una legislación y una colaboración global de todo el sector.

Sin embargo, para tratar la legislación del turismo espacial, se debe estudiar las diferencias que el sector privado ofrece. Como base, el sector privado con actividades espaciales tiene las mismas responsabilidades que las naciones, siendo estas mismas las encargadas de velar por el cumplimiento. Incluso cuando el turismo espacial es una tecnología en crecimiento, su finalidad no es únicamente la investigación, se espera recuperar la inversión realizada así como obtener beneficios que le permitan continuar con la actividad, siendo la principal diferencia que existe en comparación a las misiones gubernamentales espaciales. Por ello, determinadas regulaciones deben ser analizadas y reescritas, permitiendo así la evolución del sector privado. Para ello, se tratará la normativa vigente en el ámbito del turismo espacial y como afecta ahora y en el futuro.

El turismo espacial ofrece diferentes tipos de actividades relacionadas con el espacio o la aeronavegación, debido a esto, se debe implantar la diferencia entre las aeronaves. Haciendo referencia a los criterios mencionados en el apartado

1.1 del trabajo, se podrían diferenciar las aeronaves según la altura a la que realicen las operaciones. Poniendo como límite aproximado los 100 kilómetros de altura para diferenciar de las aeronaves que navegan por la atmósfera terrestre y las que lo hacen por encima, surcando el vacío del espacio. La diferenciación implica una normativa puntual, por lo que, a las aeronaves que no superen dicha altura se les aplicará las regulaciones aeronáuticas pertinentes y por el otro lado, los objetos que si la superen serán tratadas como naves espaciales y por tanto deberán someterse al Convenio sobre el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre. Así mismo y tratando las misiones que se consideren espaciales, también se aplicará el Convenio sobre Responsabilidad Internacional por Daños Causados por Objetos Espaciales en caso de accidente, obligando a la empresa a responder por cualquier daño causado tanto en la atmósfera terrestre como en el espacio (Malpica y Nieto, 2014).

Responsabilidad de las empresas sobre sus clientes como turistas espaciales, para empezar esta sección es necesario conocer que estatus poseen los pasajeros. En el punto 2.5, se hace referencia a los astronautas como enviados de la humanidad, pese a que los primeros turistas espaciales obtuvieron dicha categoría aun siendo un viaje privado y pagado personalmente, no queda claro que el término de enviado de la humanidad recaiga sobre una persona que paga por contratar un viaje espacial sin ninguna intención de realizar un estudio o investigación con beneficio para todos. Por lo tanto y si no hay motivo de corrección, la calificación de astronauta será evitada por parte del sector privado, sin embargo, los contratantes tendrán el mismo derecho a salvamento, entrenamiento y conocimiento de los peligros que las actividades representa, que el turista comprenda y respete dicha formación es responsabilidad de la empresa. Por otra parte, aun siendo profesionales dedicados al turismo espacial, como ocurre con los turistas, los tripulantes a bordo de las aeronaves con misiones de turismo espacial, tampoco serán tratados de astronautas, ya que tampoco desempeñan una función relevante para toda la humanidad.

Como en cualquier otro sector de ocio, las empresas relacionadas con el turismo espacial deberán estar sujetas a las normativas nacionales que garanticen la seguridad y el buen funcionamiento de las actividades que ofrecen. Por ello y como se explicó con anterioridad en el punto 2.6, las empresas deben contratar un seguro laboral que cubra a los trabajadores de los riesgos que implica una actividad espacial, así como los turistas debieran estar en la obligación de pagar un seguro de viaje de alta calidad que abarque todos los perjuicios posibles que puedan ocurrir en la experiencia. Todos los deberes, derechos y definición tanto del tripulante como del pasajero deberán registrarse por escrito a modo de contratación previa al trabajo o a la actividad recreacional respectivamente, para que en caso de daños se puedan resolver los conflictos directamente con la empresa (Malpica y Nieto, 2014).

Dentro del tema de las controversias, este tipo de turismo está poco avanzado y no existe una normativa todavía, por lo que da más importancia a la redacción de contratos donde resida todos los protocolos y actuaciones dependiendo de las circunstancias. Por el momento la mediación recaería en los tribunales nacionales o los tribunales de arbitramento. Sin embargo, si el turismo espacial prospera y proporciona un servicio regular, es importante crear un organismo especializado en turismo espacial que resuelva las controversias y así esta modalidad de turismo se especialice con su consumo. Por su puesto dicho organismo, preferiblemente internacional y común, deberá responder ante el comité UNCOPUOS. Este se forma por miembros representativos de las distintas naciones con intereses en el espacio y su explotación, un sistema robusto que con frecuencia busca la cooperación entre naciones para el buen uso del Espacio Ultraterrestre. La comisión debate anualmente las posibilidades de la exploración espacial así como de qué manera se debe utilizar la tecnología espacial para el desarrollo global (Jonckheere, 2018).

Debido a la relevancia de este comité, podría en un futuro analizar las necesidades de cada sector espacial y realizar una normativa que beneficiara tanto a las naciones como al sector privado. Como se menciona durante el trabajo, existen convenios y tratados que regularizan el uso del espacio y los cuerpos celestes, además de promover la equidad en el reparto de riquezas, recursos o conocimientos obtenidos del espacio para todas las naciones. Esta idea es perfecta para una no competencia entre naciones que abogan por una cooperación en la exploración del espacio, sin embargo, el sector privado requiere de los mismos gastos e inversiones tecnológicas y por su parte no obtendrán beneficios de descubrimientos científicos únicamente, al ser una empresa se busca la máxima rentabilidad y aquí es donde tropiezan con las leyes impuestas.

Por el momento, no existe problema debido a que las capacidades actuales no han chocado con los Convenios, pero es posible que un día exista la opción de realizar una colonia en la Luna o en otro cuerpo celeste. La creación de un “Hotel Lunar”, conlleva una apropiación de parte de la superficie de esta, cosa que implica un incumplimiento del Tratado de la Luna. De la misma forma ocurrirá cuando la capacidad de minería extraplanetaria permita la apropiación de recursos externos al planeta. Los recursos y posibilidades siempre van a estar, por lo que la solución no es prohibirlo todo de manera sistemática, sino realizar una legislación que permita hacer dichas actividades y sea en pro de la humanidad.

De manera que la situación actual se compone de dos organismos en premisas diferentes ante la evolución espacial:

- Las naciones con intereses espaciales están limitadas por los recursos económicos que puedan destinar así como las limitaciones legislativas. La solución encontrada fue la de realizar coaliciones

gubernamentales de distintos países para compartir tanto el conocimiento como los gastos implicados en la exploración espacial, ya que toda actividad está supuestamente dirigida al beneficio global. En estas mediaciones se estudian los cambios legales que los acuerdos o convenios necesitan actualizar para el progreso de la actividad.

- Por otro lado, el auge actual de las empresas privadas requiere una modernización más agresiva de las leyes en materia espacial. El sector privado realiza inversiones elevadas esperando obtener beneficio propio, sin embargo en un futuro será necesario que haga uso de los recursos naturales del espacio para aumentar la tendencia y facilidad del turismo espacial, cosa que la legislación establecida impide.

Conociendo ambas posturas, viendo como la evolución de la tecnología espacial crece con rapidez y la falta de legislación aplicable y específica en la materia. Es radicalmente importante que se estudie el caso para actualizar las legislaciones aplicables tanto a la exploración espacial como a todas las actividades en el medio, para ello, se debe tener en cuenta las posibilidades y limitaciones de cada sector. La cooperación internacional debe seguir ocurriendo con intención de evolucionar, realizar más descubrimientos y obtener recursos necesarios para la humanidad. A su vez, los gobiernos deben redactar una ordenanza que permita evolucionar y obtener beneficios al ámbito privado.

Por otro lado, el cambio de leyes o regímenes especiales para empresas ha de estar pensado no únicamente en generar riqueza a través de nuevas experiencias como el turismo espacial. Si se cambian las leyes para evolucionar, las empresas han de tener una responsabilidad equivalente, no anteponer el beneficio personal. Por lo que sería una buena idea instaurar una ordenanza que implique a las empresas en la evolución del sector mediante la colaboración con el gobierno, así por una parte no existiría una única intención de obtener beneficio, sino que dicha ayuda permitiría la evolución de la exploración espacial en pro de toda la humanidad.

4. CONSECUENCIAS DEL TURISMO ESPACIAL

La exploración espacial es un avance innegable para la humanidad que siempre está en busca de nuevos conocimientos más allá del planeta Tierra. Sin embargo, ha de encontrarse un equilibrio entre el descubrimiento y el respeto al medio, así como el hombre ha descubierto y explotado la mayoría de recursos planetarios, también ha ido transformando la misma Tierra, la ambición del hombre apenas tiene obstáculos en cuanto a intereses representa, esta forma de trabajo ha provocado una masificación de residuos y gases contaminantes que están llegando a cambiar el planeta como lo conocemos debido al calentamiento global (Amestoy, 2013).

Actualmente, la sociedad está en trámites de cambio, nuevas energías de explotación, recursos más sostenibles con el medio ambiente o el reciclaje de productos se incorporan a la vida cotidiana. La exploración espacial es algo que ha mejorado la sociedad y aún se desconoce en qué podría beneficiar más a la humanidad. Ya que la mentalidad actual está en proceso de cambio para minimizar el impacto con el ambiente, sería importante que se adoptaran las mismas premisas para el espacio. A continuación se tratará el tema de como la humanidad puede hacer impacto en el espacio y como puede minimizarse.

4.1. Desechos espaciales

Desde que en 1957 se lanzara el primer satélite por la Unión Soviética, se han colocado otros seis mil en la órbita y en la actualidad aproximadamente solo ochocientos siguen en funcionamiento. Esto supone una gran cantidad de residuos en el espacio y la órbita de la tierra, esta “basura espacial” genera contaminación en el medio ambiente espacial. No solo es un problema para el medio espacial, la existencia de estos rastros de anteriores misiones pueden dificultar nuevos lanzamientos, sean de satélites o aeronaves tripuladas. Ya que si en algún momento colisionan, por pequeño que sea el desperfecto, puede llevar a un resultado catastrófico, incluso existe la posibilidad que alguno de esos desechos sea atraído por la gravedad terrestre y se precipite contra la superficie (Moscarella, 2013).

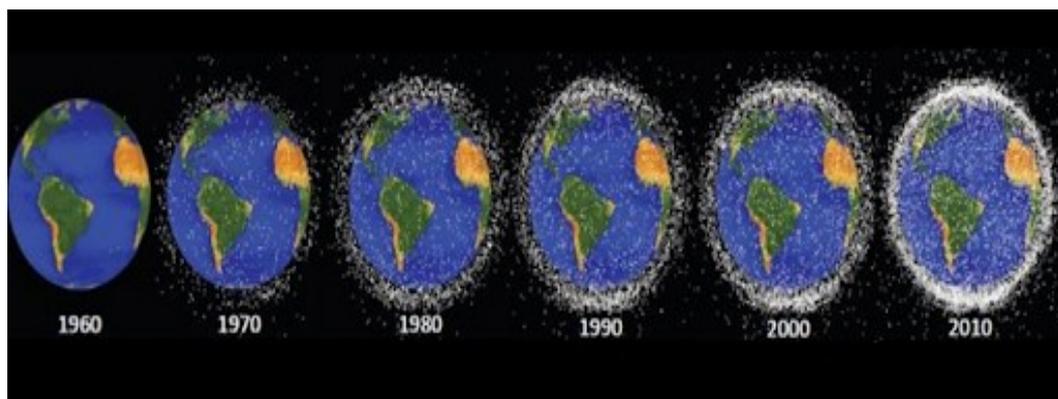


Imagen 4.1 – Desechos espaciales en la órbita,
<https://www.electricalibrary.com/2018/06/29/o-problema-do-lixo-espacial>,
consultado el 19 de febrero de 2020

Ante la amenaza, representada en la imagen 4.1, que supone este fenómeno, las organizaciones gubernamentales deciden estudiar la gravedad del asunto, el 14 de junio de 2007 el Committee on the Peaceful Uses Of Outer Space (COPUOS) establece los desechos espaciales como: *“son todos los objetos no funcionales hechos por el hombre, incluidos los mismos fragmentos y elementos, que orbiten alrededor de la Tierra o ingresen a la atmósfera”* avalado en la asamblea general del 21 de diciembre del mismo año por la Resolución 62/217 (Iannini, 2012).

El siguiente paso fue proceder a la investigación de los desechos para poder clasificarlos según su tamaño y posición con respecto a la tierra. Según el comité especializado de la NASA, se han dividido en tres clases: Objetos de más de 10 cm de diámetro, los cuales suponen cerca de 19.000 fáciles de localizar y monitorizar. Desechos de entre 1 y 10 cm de diámetro, objetos sin posibilidad de rastreo ni control, aun siendo de un tamaño pequeño los daños que pueda provocar van directamente relacionados con la velocidad a la que se mueva, aproximadamente existen 5.000 de estos objetos. Objetos de 1 cm de diámetro, llamados desechos pequeños de los cuales se conoce la existencia de más de 10.000.000. La posición relativa con la tierra de los desechos espaciales es importante, ya que influye en la posible reentrada a la tierra, que se mantengan años o décadas en órbita. La órbita baja (LEO) de la tierra constituye el espacio entre 200 y 2000 kilómetros desde la superficie terrestre, es la distancia más corta posible para que los desechos se precipiten contra la atmósfera terrestre, los objetos con distancias superiores se mantendrán orbitando durante siglos. La otra posible, es la órbita geoestacionaria (GEO), situada aproximadamente a 35.786 kilómetros de la tierra con un periodo de rotación muy próximo a las 24 horas, es donde se sitúan la mayoría de satélites de comunicación, televisión o control climático debido a su amplio rango de cobertura. En dicha posición los desechos espaciales podrían estar orbitando para siempre (Iannini, 2012).

El problema de los desechos espaciales y las dificultades que entrañan fue estudiado y planteado en 1978 por Donald J. Kessler consultor de la NASA. Conocido como el “Síndrome de Kessler” predijo la gran cantidad de objetos en la LEO, que estos impactarían entre sí causando destrozos en satélites o aeronaves y más desechos espaciales, a su vez esta dinámica provocaría masificación continua y excesiva de desperdicios en la órbita, poniendo en compromiso otros satélites o impidiendo nuevas misiones por peligro de colisión. Actualmente la ESA realiza simulaciones sobre la evolución de este fenómeno, la conclusión no es nada esperanzadora. Pues las órbitas con altura de entre 800 y 1.400 kilómetros, la densidad es más alta y los materiales no se desintegran con el rozamiento de la atmósfera, lo que implica la acumulación de desechos (Moscarella, 2013).

4.2. Impacto en el espacio, planetas, satélites y la tierra

La actividad espacial se ha ido incrementando con los años, nuevas generaciones de países impulsan su programa espacial y no solo eso, gracias a las innovaciones tecnológicas, empresas privadas son cada vez más autosuficientes, lo que poco a poco encamina a un aumento de misiones espaciales independientemente de su carácter científico, explorador o solo como una actividad de ocio. Un claro aumento de lanzamientos espaciales equivale a un mayor número de aeronaves, satélites o similar materia terrestre lanzada al espacio, lo que lleva al problema tratado en el punto anterior (4.1) sobre los desechos espaciales. Y no es un único problema de basura espacial, el ser humano está decidido a realizar una exploración espacial, ya sea por el descubrimiento de nuevas posibilidades, la obtención de recursos, la colonización de nuevos planetas, la investigación científica o cualquier otra opción por la que se realice una misión extraplanetaria. Esto conlleva que el impacto del hombre en el espacio no va a ser únicamente en las órbitas próximas a la Tierra, sino que tiende a alejarse del planeta. Es importante conocer las actividades que ya se realizan y las que en un futuro se pretendan ejecutar, para estudiar el impacto que pueda realizar en el medio del espacio antes que se altere como con el medio ambiente terrestre.

En este apartado se van a tratar las acciones en las que el ser humano puede realizar un impacto negativo en el ambiente espacial. Dejando de lado el tema anteriormente tratado de los desechos espaciales, otras actividades con gran repercusión pueden ser:

Minería extraplanetaria: La Tierra está formada por una gran cantidad de recursos que se pueden obtener de los océanos, del suelo o la atmósfera. En caso de un uso provechoso de estos recursos, son perfectamente reciclables. Sin embargo, la población mundial no ha parado de crecer hasta los 7 mil millones de personas aproximadamente en la actualidad. La demanda de recursos es proporcional al aumento de personas, la mala gestión y poca reutilización, está llevando a la escasez de los mismos. La necesidad de combustibles fósiles y

metales para la continuación del sistema de vida que se conoce en la actualidad debe cambiar o llegará el momento que no será sostenible.

Lo ideal para el mantenimiento próspero del planeta pasaría por ciertos cambios en la estructura de vida de la humanidad como son; estabilidad poblacional mundial, cambio de energías fósiles por energías renovables, estabilidad del cambio climático, nuevas formas de urbanización más sostenibles y por último, cambiar las fuentes de recursos del planeta a recursos extraplanetarios. La idea que los gobiernos o compañías privadas con posibilidades de explotación de recursos espaciales no lo aprovechen es casi remota, ya que va a ser una necesidad imperiosa debido al consumo de recursos que el planeta va a seguir necesitando, suponiendo que no se estabilice la población mundial (Jakhu, Pelton y Nyampong, 2017)

Terraformación: Adaptación de planetas a condiciones de hábitat adecuadas para la vida de los seres humanos en nuevos planetas, en su gran mayoría la Terraformación se basa en la ciencia atmosférica, debido a que es está la que permitiría la implantación de colonias. Siendo realistas, es necesario buscar localizaciones que se asemejen a la Tierra, tanto morfológicamente como geológicamente, siendo así, lo más sencillo es buscar en la zona más próxima como el sistema solar al que se pertenece.

Sin embargo, en el sistema solar al que pertenece la Tierra existen diferentes tipos de planetas, como son los gigantes gaseosos, los planetas oceánicos o planetas de carbón, hierro y otras composiciones. Marte es el más firme candidato para una Terraformación según los estudios, tanto es así que ya existen proyectos de misiones al Planeta Rojo para el estudio de sus condiciones, como el de la empresa SpaceX mencionada en el apartado 2.1.

Siendo está una idea innovadora y revolucionaria para el curso de la vida humana, su necesidad de recursos y la sobrepoblación mundial. La dificultad de la Terraformación es algo muy recalable y que se estima que el proceso duraría al menos diez mil años, por lo que es un concepto que de momento, se basa únicamente en su estudio (Quintero, 2018).

Se ha hablado de la minería espacial y de la Terraformación, dos actividades relacionadas con planetas o cuerpos celestes en el espacio. Siendo estas unas tecnologías por el momento limitadas, cabe esperar que el primer paso sea llevar al ser humano a dichos emplazamientos, con lo que se puede considerar que el segundo paso tras la exploración espacial sea la Colonización espacial, se entiende por la capacidad de transportar personas a través del espacio para formar colonias.

Desde la misión espacial a la Luna que confirmó la posibilidad de viajes espaciales a otros cuerpos celestes, el siguiente objetivo se presentó delante y como se ha comentado ya, un firme candidato es el planeta más similar y próximo a nuestro planeta, Marte. Antes siquiera de pensar en Terraformación o

minería espacial, es imprescindible que el ser humano pueda vivir, trabajar y experimentar en la superficie del Planeta Rojo. El hombre ya ha pisado la superficie de este planeta aunque sea de forma telemática mediante sondas de exploración espacial o los Rovers, dispositivos que han dado a luz la existencia de agua, recursos minerales e incluso vida en Marte. Expertos en la materia tienen la idea que la colonización no es una posibilidad sino una necesidad debido a estas razones:

- La supervivencia de los seres humanos como especie.
- Explorar el potencial de vida para los humanos en Marte.
- Utilizar la tecnología para contribuir positivamente a nuestra calidad de vida.
- Desarrollar al ser humano como especie.
- Ganar liderazgo político y económico.

Dichas razones son equiparables a las ya argumentadas a lo largo del trabajo, referentes a la exploración espacial, la humanidad siempre intentará evolucionar y romper la barrera de lo conocido. Hay que considerar la magnitud de este tipo de misión pues los recursos y el tiempo necesario para llevarla a cabo son verdaderamente altos, preparar la superficie del planeta para la llegada y el hábitat de personas, es algo que debe hacerse con sumo cuidado y con mucha previsión de futuro. Así es el programa Mars One que opera desde el año 2012 y que lanzó al Falcon Heavy, aeronave ya mencionada en el apartado 2.1, con una carga de 17 toneladas destino a Marte. El programa ha recibido miles de solicitudes, quedando 100 seleccionados, para formar la tripulación de 4 tripulantes que se prevé enviar a Marte el año 2031 (Levchenko, Xu, Mazouffre, Keidar y Bzaka, 2019).

4.3. Sobreexplotación del espacio

Hasta hace aproximadamente medio siglo, existía una carrera espacial protagonizada por las dos potencias mundiales de EE.UU. y la Unión Soviética, ambas naciones querían demostrar su capacidad espacial poniendo en órbita al primer ser humano. Hoy en día esos tiempos parecen lejanos, la tecnología espacial ha evolucionado a pasos enormes, permitiendo que el espacio sea una nueva aspiración y propósito para muchas naciones del planeta.

La nueva carrera espacial ya no es bipartidista, las ventajas que las capacidades espaciales otorgan a un país, tanto en tecnología militar como de naturaleza civil, son de gran interés y por esto mismo las naciones están invirtiendo en tecnología extraplanetaria. Una de estas mejoras es bien conocida por todos, navegación y posicionamiento terrestre, los más conocidos el GPS norteamericano y el GLONASS hasta ahora dominantes, tendrán que compartir espacio con los nuevos sistemas de navegación europeo (Galileo) y chino (BeiDou) siendo este último un ambicioso proyecto que desplegará 35 satélites a

nivel global. No son las únicas naciones interesadas en desprenderse de la dependencia del GPS, India y Japón tiene sendos proyectos de navegación en desarrollo (Yagües, 2018).

Irán fue la primera nación islámica en alcanzar el status de potencia espacial después del lanzamiento del satélite Omid en el propulsor Safir-2. Con el éxito de la misión, Irán pretende prestar ayuda a los demás países islámicos en el avance espacial. Por otro lado los Emiratos Árabes Unidos (EAU), intenta formalizar acuerdos con la empresa Virgin Galactic para convertirse en pioneros del turismo espacial. Turquía espera que su carrera espacial le proporcione independencia de la tecnología extranjera, posicionar 16 satélites de comunicaciones además de sistema ante misiles próximos.

En la zona de Asia meridional, Pakistán pretende desarrollar su tecnología espacial tanto en el ámbito civil como en el militar, sin embargo está mucho más rezagado que el programa Indio. Del mismo modo actúa Corea del Norte, relevando al sector espacial a un pequeño apartado frente a su presupuesto militar. Asia sudoriental, por su parte, recoge a Camboya, Taiwán, Malasia y Tailandia son otros de los países que en menor medida también destinan parte de su presupuesto en sistemas espaciales, mayoritariamente en satélites de posicionamiento (Yagües, 2018).

Así mismo, como se ha comentado con anterioridad en el trabajo, existen una gran cantidad de entes privados con intención de desplegar su capacidad en el espacio. Si se mira la evolución desde el inicio de la carrera espacial, el número de entes interesados ha crecido de manera significativa y se prevé que las nuevas tecnologías y abaratamientos de costes hagan que el sector siga creciendo.

Como se muestra en la tabla adjunta, tabla 4.1, el total de cuerpos lanzados desde la tierra al espacio no es nada despreciable. Si el ritmo de la investigación espacial continúa siendo el mismo sin una normativa de medioambiente extraplanetario, es probable que en un futuro no muy lejano se viva una sobreexplotación del Espacio Exterior más próximo a la Tierra. Es imperioso que toda actuación en el sector del espacio atienda a unas normas comunes y fijadas por organismos multinacionales. Ya que de no seguirlos, es posible que se llegue a la misma realidad que actualmente vive la humanidad respecto a los residuos o el cambio en el medio ambiente debido a la utilización o desprendimiento de materias.

Satélites lanzados en 2018			
País u Organización	Carga de pago	Cuerpos de lanzaderas o desechos	Total
CHINA	269	3594	3863
CIS	1515	5003	6518
ESA	81	56	137
FRANCE	63	483	546
INDIA	85	115	200
JAPAN	170	100	270
USA	1634	4687	6321
OTHER	866	114	980
TOTAL	4683	14152	18835

Tabla 1-Lanzamientos espaciales en 2018, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv22i1.pdf>, consultado el 14 de septiembre de 2020.

A lo largo del siguiente punto se recopilarán algunas opciones para evitar la masificación de desechos así como el impacto que puede tener el ser humano en el medio del espacio.

4.4. Soluciones y legislación

Conociendo la cantidad de residuos y contaminación espacial que está sujeta a la actuación del hombre en el espacio, su futuro incremento debido al auge tanto en la tecnología espacial así como su repertorio de misiones realizables, y la posibilidad que el aumento de desechos crezca independientemente de las acciones humanas (Síndrome Kessler), sumado a las pocas restricciones y limitaciones legales que existen en la actualidad sobre el tema, cabe esperar que la idea de una contaminación masificada del espacio no sea una idea descabellada para el futuro. La situación podría provocar que, partes del espacio próximas a la Tierra, fueran impracticables o de difícil acceso para vehículos lanzados, esto es debido a la peligrosidad que supone un choque inesperado con cualquier fragmento de basura espacial que pueda estar viajando por la órbita baja, ya que la velocidad a la que viajan es cercana a los 10 kilómetros por segundo (Yagües, 2018).

Actualmente, se trabaja en el sistema de gestión de los desechos, existen sistemas y especialistas encargados de observar, controlar y registrar cualquier resto espacial que pudiera originar complicaciones en cualquier misión, el centro más importante en esta materia es el Space Surveillance Network (SSN) situado en EE.UU. Conjuntamente con el SSN trabajan empresas desarrollando posibles soluciones para el tratamiento, para ello se creó un nuevo tipo de misión espacial llamada Eliminación Activa de Desechos Espaciales (ADR) (Sanjurjo et al., 2018), sin embargo aún hoy son solo ideas o conceptos de estudio para una futura implementación, algunas de las opciones son:

- Tecnología de brazo robótico: Como su nombre indica, dispone de un sistema para recolectar los desechos espaciales. El estudio de esta opción admite tanto un único brazo como la idea de un sistema con tentáculos.
- Tecnología de red: La idea principal es la de capturar el objeto mediante una red con 4 masas en sus extremos que permitiera rodear el material y cerrarse a su alrededor manteniéndolo así sujeto. Sistema de complicado estudio y control en las condiciones terrestres, la ESA realiza un estudio intensivo sobre sus posibilidades.
- Tecnología de amarra: El amarre cuenta con tres enganches los cuales capturarían el objeto a eliminar. Es requerido que previamente se coloquen los enganches.
- Tecnología de arpón: Desde la nave principal se dispara el arpón que impacta en el objeto quedando así unidos. Este método es cuestionado debido a que el impacto inicial del arpón podría desprender más desechos espaciales de menor tamaño.

El primer método tiene dificultades tecnológicas debido a las necesidades requeridas para la sujeción, el o los brazos deben tener la suficiente destreza y fuerza para poder asir correctamente. Sin embargo choca con la complicación de control y maniobrabilidad que suponen las opciones restantes. Todas las técnicas de ADR están sujetas a las limitaciones de desorbitado, guiado, navegación y control (GNC), que son las que permitirán realizar las maniobras de aproximación, acoplamiento y reentrada siendo estas de alta peligrosidad por las velocidades a las que se desplazan y la precisión necesaria para evitar accidentes (Sanjurjo, et al., 2018).

Existen otros estudios para la eliminación de desechos espaciales en las órbitas terrestres, sin embargo el problema no radica en la optimización de estas tecnologías o en la masificación de su uso. La solución para reducir el impacto realizado recae en la implantación de una normativa conjunta e internacional que mitigara este efecto en oposición a realizar misiones que la corrijan. Para ello, deben existir legislaciones que impidan a las empresas o naciones la

producción de dichos desechos al realizar sus misiones. Si por el momento, el avance espacial requiere dichos lanzamientos de escombros al espacio, la solución consiste en regularizarlo y mediante el estudio de mejoras se reduzca a lo mínimo posible. Entonces aparecerán los métodos de recogidas para erradicar una contaminación, relativamente inferior, a la sufrida hasta hoy día debido a la poca restricción relacionado con basura espacial.

Actualmente existe un foro gubernamental internacional con el fin de coordinar a nivel mundial las acciones de gestión de desechos espaciales, tiene el nombre de Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC). Se constituye por 10 agencias espaciales nacionales y la ESA, las competencias son las de examinar las actividades con fines para los desechos espaciales entre las organizaciones miembros, facilitar el intercambio de planes e información sobre la actualidad de los desechos, promocionar nuevas oportunidades de cooperación e identificar y evaluar los medios y opciones para la minimización de los efectos debidos a la basura espacial. Sin embargo, las agencias adheridas se han vinculado de forma voluntaria, por lo que cualquier otra agencia no incluida, no tienen ninguna responsabilidad, obligación legal o requisito jurídico para con IADC. El caso por ejemplo de España, que no es miembro de la agencia, solo participa mediante la intermediación de la ESA, por lo que en caso de un incumplimiento únicamente la ESA tendría la capacidad de exigir el cumplimiento de las normas jurídicas que la IADC haya establecido (Serrano y Ramón, 2013).

La creación de estos tipos de organismos es importante, necesario y un avance a la erradicación de la contaminación espacial, por el contrario la no obligación de adherirse a dichos comités o incluso la no obligación de cumplimiento legal por parte de naciones que no sean parte, hace que la posibilidad de mejora en el campo de los desechos espaciales no sea lo radical que debería ser. Existen normativas derivadas del Tratado del Espacio, como es la protección del ambiente interplanetario, que establece la importancia de no realizar contaminación dañina o cambios significantes al medio ambiente terrestre por introducir materia del espacio. O El Acuerdo de la Luna que también impide modificar o perturbar el medio ambiente lunar con la finalidad de preservar las condiciones que el cuerpo celeste tiene por naturaleza.

Otras legislaciones relevantes para este campo son las normativas ya mencionadas en el capítulo 2 y 3 como son el Convenio sobre Registros de objetos lanzados al Espacio Ultraterrestre de 1974 o el Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales. Ambos registros recalcan la importancia que las naciones en mantener controlados los objetos lanzados al espacio o cualquier responsabilidad sobre los daños que puedan causar a otros objetos espaciales o si llega a impactar con la superficie de la Tierra (Serrano y Ramón, 2013).

Sin embargo, métodos como el programa de la empresa SpaceX, en tema de reciclado de fases lanzamiento visto en el punto 2.1, u otros que minimicen la puesta en órbita de desechos, son lo que verdaderamente causarán un cambio en la tendencia de contaminación del espacio. Se debe evitar la tendencia a corregir un mal comportamiento con una resolución a posteriori (el caso de los ADR) que son imprescindibles para reducción actual de basura. Por lo que, lo más importante antes que la evolución tecnología en materia espacial permita aumentar cantidad de lanzamientos, es buscar la idea de una legislación común a todas las naciones. Para ello todas las naciones con intereses espaciales deben coordinarse y poner de acuerdo los intereses propios y comunes para establecer una normativa equitativa y lo suficientemente rígida para evitar el colapso del medio ambiente espacial.

Un ejemplo marcado sería la legislación francesa, la cual en su artículo V del acta espacial del 2008, obliga a limitar los riesgos asociados a los derechos espaciales o la orden del 31 de marzo de 2001 artículo XXI, que nombra las obligaciones para evitar soltar intencionadamente objetos al espacio en órbita (Yagües, 2018).

5. EL FUTURO DEL TURISMO ESPACIAL

Durante el trabajo se ha incidido en la definición del término turismo espacial, además de conocer los tipos de experiencias que ofrecen sabiendo que aeronave es necesaria para cada misión. Con estos conocimientos se ha entrado de lleno en el tema legislativo, investigando los inicios de las leyes en el espacio y como han ido evolucionando con la redacción de Tratados comunes a la mayoría de países del planeta. En el anterior apartado, se han estudiado los posibles escenarios en tema de contaminación ambiental espacial, así como la terrestre en caso que la normativa no evolucione favorablemente y sea de mutuo acuerdo a toda la humanidad.

En la primera parte, punto 1.2, se han tratado los factores sociales por los cuales el turismo general evoluciona y es favorable a cambios. Tras toda la información comentada, se pueden analizar algunos de dichos factores con un poco de perspectiva y prever una aproximación acertada del cambio de tendencia en el turismo espacial.

Precio de bienes y servicios, comentada la tendencia de los países en aumentar la capacidad espacial, se puede discernir que la evolución en la tecnología del sector va a mejorar, tanto en calidad como en reducción de costes, haciendo impacto en el factor de cambio turístico del nivel de renta de los usuarios. Esta mejora de costes dará más margen de beneficios al sector, lo que probablemente se traduzca con innovaciones y fiabilidad en las operaciones, siendo el factor riesgo un importante rasgo para los consumidores de esta. Que a su vez, en caso de una buena aceptación, repercuta al crecimiento del sector del turismo espacial debido a otro factor mencionado como es el cambio de consumo o la moda del turismo. Por último, y dependiendo únicamente de cómo o cuanto hagan las empresas, el último factor que pueden controlar las empresas es la influencia de las comunicaciones y la publicidad.

Y por último, ya que la exploración espacial es una actividad en auge, este punto va a estar relacionado con las próximas misiones que están en estudio o proceso para llevarse a cabo en un futuro.

5.1. Proyectos y mejora en el turismo espacial

Tratándose de turismo espacial, una de las ideas más interesantes, es la de poder alojarse en un hotel sobre la superficie de otros planetas. Dicha posibilidad es la que pretende ofrecer la empresa Bigelow Aerospace, desde el inicio, la idea fue abaratar los costes a la hora de poner en órbita hábitats donde la las personas pudieran operar sin temor a las condiciones del espacio exterior.

Su intención, a diferencia de los compartimentos rígidos convencionales, fue la de lanzar estancias expandibles, una vez localizados en la posición final. El 12 de julio del 2006, comprobó que su tecnología era viable poniendo en órbita el proyecto Génesis, en 2016 y con el nombre de Beam, fue el primer módulo expandible conectado a la ISS. Con el éxito que obtuvieron en las misiones previas, la empresa planea ser una de las primeras en poder ofrecer una estancia en la Luna, programa llamado Primera Base, en el cual entre cuatro y seis personas serán capaces de vivir en la superficie lunar durante más de 100 días, como si de un hotel convencional se tratara (Bigelow Aerospace, 2020).

Aumentando más las distancias de los viajes, la capacidad de visitar nuevos planetas, explotar sus recursos y disfrutar de las actividades que ofrecen es un sueño compartido por muchos, ya que las diferencias que pueden conllevar resultan atractivas a ojos de aventureros, como pueden ser la diferencia de gravedad con respecto a la Tierra o la facilidad de escalar picos mucho más elevados que cualquiera de nuestro planeta. Debido a las dificultades de las misiones espaciales a otros planetas, la humanidad ha lanzado sondas espaciales con intención de estudiar la habitabilidad humana, la posibilidad de vida extraterrestre y la estructura de la superficie planetaria. Dentro de los planetas, de los cuales se han obtenido información a través de sistemas autónomos, aparecen Mercurio, Júpiter, Saturno e incluso uno de sus satélites, Titán, que los científicos asemejan su forma con lo que la Tierra fue hace millones de años (Calle, 2013). Este tipo de misiones de exploración interplanetaria siguen en activo, ya que el conocimiento de la estructura de los cuerpos que rodean la Tierra, acerca más la experiencia de visitarlos. Sin embargo, el más estudiado es sin lugar a dudas es el planeta Rojo, Marte.

La recopilación de datos ha llevado a trazar la idea de una misión a Marte, con toda la preparación que ello supone. Previamente al lanzamiento de los astronautas con dicha misión, al menos con dos años de antelación se lanzarán aeronaves no tripuladas que aterrizarán en la superficie de Marte dotándolo de todas las instalaciones y recursos necesarios para la llegada de personas, además de una aeronave que se quedaría orbitando el planeta a modo de apoyo. Una vez la primera fase de la colonización tuviera éxito, estaría preparada la llegada de los astronautas, que aterrizarían en las inmediaciones de las aeronaves con la carga de pago, y así realizar la instalación de los recursos necesarios.

En el caso de tener éxito, surge una nueva misión, la de retorno de astronautas a la Tierra, esta cuestión se ha planteado de muchas maneras, tanto de un no retorno, convirtiéndose en una población que habitaría la superficie de Marte, o la preparación de instalaciones para realizar un lanzamiento espacial desde la superficie del planeta (Martín-Carrillo).

Siendo pronto para alojar turistas en la Luna o comenzar la colonización de Marte, el camino de la evolución tecnológica requiere de pequeños adelantos que propicien el crecimiento del sector con interés. La posibilidad del turismo espacial puede recaer en la opción de tratar a la ISS como un trampolín a destinos más alejados o, como hasta ahora, puede ser el hogar pasajero para los aventureros que quieran vivir la experiencia del espacio. Esta idea se saca del esfuerzo de las naciones conjuntas en mantener la ISS en funcionamiento, pero pese a los esfuerzos de la NASA en el ahorro de 46 millones de dólares por año, la estación sigue manteniendo un coste de entre 3 y 4 millones de dólares anuales, lo que supone un esfuerzo enorme para los gobiernos con representación. La NASA expone la idea de abrir la puerta a la inversión de sectores privados que puedan tener interés en desarrollos tecnológicos, la fabricación de bienes y el turismo espacial (NASA, 2018). Que la agencia estadounidense comunique la aceptación de compañías privadas operando en la ISS, es dar un paso más cerca hacia la posibilidad de viajar al espacio.

5.2. Tiempos de viaje y costes para el futuro turismo espacial

Como en la mayoría de comparaciones entre turismo espacial y turismo convencional, el tiempo de desplazamiento también es algo que aumenta de manera significativa en los viajes espaciales. Las enormes distancias que separan los cuerpos del espacio, hace que llegar a ellos ya no solo sea cuestión de horas o días, sino incluso de años. Poniendo como referencia a la Luna, el primer viaje tardó 10 días en recorrer los 400 mil kilómetros. Si se compara con la distancia entre la Tierra y Marte dependiendo de las posiciones relativas de los planetas, la distancia varía entre 55 y 401 millones de kilómetros, lo que conlleva que un destino a Marte tendría una duración mínima de 400 días y un máximo de 900 (Martín-Carrillo).

Como por el momento no existen instalaciones en el Planeta Rojo capaces de realizar un lanzamiento para la vuelta de astronautas a la Tierra, se ha de entender que el tiempo de estancia se prolongaría unos 500 días aproximadamente, dicha circunstancia no es importante para los viajeros, ya que conocen perfectamente la misión y el tiempo que van a estar alejados de su hogar. Sin embargo existen problemas relacionados con la salud y la exposición al medio ambiente del espacio a largo plazo. Estos factores ya se han tratado en el trabajo, punto 2.4, la exposición a la radiación es uno de los factores más relevantes, ya que la diferencia entre planetas es muy significativa, el ejemplo de Marte, tres días de exposición en su superficie equivalen a la exposición de un año en la Tierra, por lo que se estudian las formas de minimizar esta contaminación (Martín-Carrillo).

Tomando el camino de la sostenibilidad económica, a lo largo de todo el trabajo se ha mantenido la idea de que la investigación espacial es una tecnología de avance lento y de elevado coste económico. Las inversiones económicas que las naciones o empresas privadas hacen, suponen un elevado sacrificio para, hasta el momento, no rentabilizarse. Toda exploración espacial tiene previsto hacer un descubrimiento, obtener recursos u ofrecer servicios con los cuales puedan generar ingresos y a su vez, mantener las operaciones así como optimizar las misiones.

El campo del turismo espacial evolucionará a medida que las tecnologías se optimicen, comenzando con los primeros viajeros que tuvieron que realizar un pago de cerca de 22 millones de dólares, por cuenta propia, a los organismos gubernamentales que les proporcionaron la posibilidad de tal viaje, hasta las empresas privadas que actualmente ya ofrecen los servicios a un precio más asequible. Poniendo el ejemplo del vuelo de ingravidez, realizado por Space Adventures con el G-Force One que actualmente ronda la cifra aproximada de 5 mil euros (Pletser y Kumei,2015), y llegando a la experiencia de volar a 47 mil pies con Virgin Galactic, gracias a la nave SpaceshipTwo, con un precio cercano a los 220 mil euros (Virgin Galactic, 2020). Se observa la disminución significativa de los precios con la evolución de los años y la entrada del sector privado y competitivo.

Según uno de los mayores estudios realizado por Futron Corporation, sobre el turismo orbital (TO) y el turismo suborbital (TS), pronosticaba que para el 2020 la demanda de TO seria de 60 pasajeros y 15.712 pasajeros para TS (Beard y Starzyk, 2002). Como se observa, las predicciones de Futron no han sido correctas, ya que no existe tal cantidad de actividad en el turismo espacial, al menos por el momento. Sin embargo, el estudio nos frece la idea clara que existen personas interesadas en realizar dichas actividades, que todavía no exista la posibilidad o el precio sea elevado para las oportunidades de la mayoría es algo que sin duda va a evolucionar con el tiempo.

LISTADO DE IMÁGENES

- 1.1 Imagen obtenida de <https://www.chadslattery.com/Aviation-Nation/10> (4 de Febrero 2020)..... 13
- 2.1 Imagen obtenida de <https://www.blueorigin.com/new-shepard/> (8 de Diciembre 2019) 14
- 2.2 Imagen obtenida de <https://www.semana.com/gente/articulo/la-mala-hora-de-richard-branson-dueno-de-virgin/408337-3> (26 de Agosto 2019)..... 16
- 2.3 Imagen obtenida de <https://spaceadventures.com/experiences/zero-gravity-flight/> (14 Enero de 2020) 17
- 2.4 Imagen obtenida de <https://spaceadventures.com/experiences/spacewalk> (14 Enero de 2020) 18
- 4.1 Imagen obtenida de <http://www.electricalibrary.com/2018/06/29/o-problema-do-lixo-espacial/> (19 Febrero de 2020) 25

LISTADO DE TABLAS

1. Tabla 1. Lanzamientos espaciales en 2018, https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv22i1.pdf , consultado el 14 de septiembre de 2020.....	40
2. Tabla 2. Tiempo empleado en la búsqueda de información e investigación.....	54
3. Tabla 3. Horas de redacción y postproducción.....	54
4. Tabla 4. Gastos de ordenador y electricidad usados.....	55
5. Tabla 5. Coste total bruto y coste total neto estimado.....	55

CONCLUSIONES

La evolución de la exploración y la tecnología aeroespacial, está abriendo la puerta a un gran mundo de posibilidades, ya sean nuevos recursos, conocimiento, investigaciones, actividades recreativas o nuevas experiencias que el medio del espacio puede permitir.

Dentro de dicha posibilidad, está el turismo espacial tratado a lo largo de todo el trabajo, a día de hoy solo ha existido un pequeño grupo de personas que han disfrutado de la actividad debido a los costes asociados. Sin embargo, todos los esfuerzos de las empresas del sector están enfocados en la optimización de tecnologías, con el fin de que, realizar una actividad espacial no sea una idea lejana, sino que sea una nueva opción de ocio y recreación para la sociedad. Si el turismo tradicional es actualmente una opción asequible y disfrutada por la mayoría de la población, es comprensible que se espere una gran participación en el turismo espacial, cuando las condiciones monetarias y sociológicas lo permitan.

La situación legislativa de la actividad espacial está basada en Convenios con la intención de promover la exploración espacial, preservar el medio espacial e imperé la evolución del conjunto de la humanidad. Los Tratados se redactaron en épocas de guerras, tensiones políticas y carreras espaciales que crearon una competición internacional por la conquista del espacio. Aun así, actualmente los convenios han evolucionado, promueven la cooperación internacional y los organismos regulatorios son formados por entidades de todos los estados firmantes de los acuerdos, permitiendo así la mejora común de la exploración espacial, como por ejemplo la ISS. Queda claro, y la historia lo corrobora, la colaboración internacional mejora el movimiento espacial.

Ya que la colaboración mediante los convenios mejora tanto las relaciones entre naciones como la tecnología y exploración espacial, es imperativo que exista una unificación en la redacción legislativa para el sector del espacio. La intención de globalizar las normativas nacionales e internacionales a todos los gobiernos daría las mismas oportunidades, deberes y derechos a todos los países con actividad espacial. Sin embargo, pueden existir países con intereses propios, esto conllevaría a la existencia de diferentes normativas de un mismo campo según la localización, poca homogeneización en la legislatura y probablemente a tensiones entre países. Es el caso del actual intento de privatización de los recursos de la Luna por parte del gobierno de EE.UU., que una nación plantee la idea de privatizar y explotar parte del espacio contradice el Tratado de la Luna de 1979 el cual también apoyaron en su momento.

Llegando al caso de la actividad ultraterrestre de sectores privados como pueden ser la minería, extracción de recursos o el turismo espacial, deben ser guiados por los mismos tratados que las naciones, sin embargo, existen normativas que impedirán una evolución favorable de estos sectores. A diferencia de la actividad internacional relacionada con descubrimientos hacia toda la humanidad, las empresas privadas necesitan ofrecer servicios que van a requerir más presencia humana en el espacio, llegando a colonizar superficies de otros cuerpos celestes. La negativa de apropiaciones o el uso de materiales espaciales en beneficio propio, puede llevar a la discordia de empresas de diferentes naciones, como consecuencia, diferenciación legislativa y tensiones políticas. Ya que estas actividades son casi un futuro que no se va a poder impedir, debido a la futura falta de recursos para la forma de vida de la humanidad, se hace la sugerencia de permitir dichas acciones y regularizarlas. Normativizar las actividades de empresas privadas en el medio espacial con una legislación que implique ayuda gubernamental en recursos, tecnología o cualquier forma que pudiera mejorar la exploración espacial global y el beneficio de sus recursos.

Conociendo las consecuencias que la actividad espacial causa en el medio terrestre y en el espacial, debido a que esta requiere de un elevado número de recursos en sus lanzamientos, y que en sus actividades ultraterrestres se desprenden materiales a la órbita que están creando una nube de desechos espaciales. Estudiar las implicaciones que puede conllevar el aumento de la basura espacial, es de vital importancia para la continuación de lanzamientos. Por lo que además de actualizar la legislación de actividades de sectores privados, se debe realizar una normativa para la reducción de los residuos desprendidos en las fases de despegue de las lanzaderas y de eliminación de restos, con posibilidad de convertirse en un peligro para las actividades, tanto terrestres como ultraterrestres.

Por último, recalcar la importancia de evitar actividades o legislaciones unilaterales por parte de empresas privadas o naciones. Imponer la idea de evolución humana global, no permitiendo monopolios de recursos naturales espaciales o de turismo espacial. Que permitir el aprovechamiento de recursos y el ocio ultraterrestre se convierta en un impulso para la raza humana ante la gran idea de explorar el espacio.

PRESUPUESTO

En la siguiente sección, se facilitará la información acerca del coste de realización del Trabajo Fin de Grado.

Siendo el Autor estudiante y trabajador a tiempo completo, las horas invertidas en el proyecto no han sido las comunes a una jornada laboral. El proyecto se basa en la búsqueda bibliográfica mediante internet y herramientas académicas por lo que el gasto se reduce a los medios informáticos necesarios. El tiempo invertido en la elaboración se ha repartido según las horas necesarias de recopilación de información, investigación, redacción y postproducción.

Búsqueda de información e investigación sobre el Turismo Espacial.

	Tiempo (h)	Coste Unitario (€/h)	Coste total (€)
Autor	60	12	720

Tabla 2-Tiempo empleado en la búsqueda de información e investigación

La tabla 3 contiene el tiempo invertido, por la Tutora del proyecto Francisca Fernández, en la lectura y corrección. Se suma las horas de redacción y corrección del estudiante.

Trabajo Final de Grado	Tiempo (h)	Coste Unitario (€/h)	Coste total (€)
Estudiante	150	12	1800
Tutora TFG	6	30	180
Total			1980

Tabla 3-Horas de redacción y postproducción

A las horas invertidas en la redacción del trabajo se le añade el coste de material informático necesario.

	Tiempo (h)	Coste (€)
Electricidad	210	4,95
Ordenador	210	525
Total		529,95

Tabla 4- Gastos de ordenador y electricidad usados.

Para finalizar se sumarán los gastos y se añadirán impuestos para facilitar el coste total neto, así queda el presupuesto estimado por la realización del Trabajo Final de Grado.

	Coste bruto (€)	Coste neto (€)
Investigación	720	871,2
Redacción	1980	2395,8
Material	529,95	641,2
Coste Total (€)	3229,95	3908,2

Tabla 5- Coste total bruto y coste total neto estimado.

Finalizado la suma de partes, el coste del Trabajo Final de Grado es de tres mil novecientos ocho con dos euros.

BIBLIOGRAFÍA

Abitzsch, S.: <<Prospects of Space tourism: Investigation on the Economic and Technological Feasibility of Commercial Passenger Transport into Low Earth Orbit>>, *Congreso IAF*, nº 43, 1992.

Agüí López, J. L.: <<Definiciones: turismo-turista>>, *Revista de economía mundial*, vol. 14-15, 2015, págs. 17-25.

Amestoy Alonso, J.: *El Planeta Tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático*, Soluciones, Editorial Club Universitario, Alicante, 2013.

Beard, S. y Starzyk, J.: *Space Tourism Market Study. Orbital Space travel & destinations with suborbital Space travel*, Futron Corporation, Bethesda, 2002.

Bigelow Aerospace: <<Web oficial de la empresa Bigelow Aerospace>>, 2020. Disponible en <http://bigelowaerospace.com/> consultado el 17 septiembre de 2020).

Blue Origin: <<Web oficial de la empresa Blue Origin>>, 2013. Disponible en <https://www.blueorigin.com/> consultado el 4 Febrero de 2020).

Broniatowski, D.A., Faith, G. R. A. y Sabathier, V. G.: <<The case for managed international cooperation in space exploration>>, *Center for strategic and internacional studies (CSIS)*, Washington D.C., vol. 18, nº 1, 2006, págs. 1-7.

Calle, A.: <<La exploración del sistema solar>>, *Revista de ciencias*, Universidad de Valladolid, vol. 1, 2013, pág. 21-28. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/11462/REVISTA-DE-CIENCIAS-2013-1-LaExploracionDelSistemaSolar.pdf?sequence=1> consultado el 12 septiembre de 2020).

Carbajo, J.: <<Cosmonoticias: pequeño saltamontes>>, *Revista de ciencias*, vol. 2, 2013, pág. 43. Disponible en <http://cerro64.cpd.uva.es/bitstream/handle/10324/11470/REVISTA-DE-CIENCIAS-2013-2-Cosmonoticias.pdf?sequence=1&isAllowed=y> consultado el 6 de octubre de 2020).

Cárdenas Díaz, J. S. y Gómez Duque, J. M.: *Las actividades comerciales de turismo en el espacio ultraterrestre: desarrollo y régimen jurídico*, Universidad de los

Andes, Bogotá D.C, 2015. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17754/u714232.pdf?sequence=1> consultado el 6 de octubre de 2020).

Cernan, E. y Davis, D.: *The Last Man on the Moon: Astronaut Eugene Cernan and America's Race in Space*, Macmillan, EE. UU., 1999.

Cortes, C. y Kure, M.: <<Análisis jurídico del problema de la definición y delimitación del espacio ultraterrestre>>, Universidad de los Andes, Bogotá, 2013. Disponible en http://derecho.usc.edu.co/files/Derecho_especial_ultraterrestre/Tesis/t_cortes_kure.pdf consultado el 6 de octubre de 2020).

De Antonio, A. L.: <<Soberanía del estado y espacio ultraterrestre>>, *Revista de la facultad de Derecho de la Universidad complutense de Madrid*, Universidad complutense de Madrid, Madrid, vol. 77, 1991, págs. 9-28. Disponible en http://repositorio.ugm.cl/bitstream/handle/20.500.12743/355/SOBERAN%C3%8DA_DEL_ESTADO_Y_ESPACIO_ULTRATERRESTRE_copia.pdf?sequence=1&isAllowed=y consultado el 6 de octubre de 2020).

Flores Ruiz, D. y Barroso González, M. De la O: <<La demanda turística internacional. Medio siglo de evolución>>, *Revista de economía mundial*, Huelva, n° 32, 2012, págs. 127-149. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/866/86625395006.pdf> (Consultado el 6 de octubre de 2020).

Gómez Roldán, A.: <<Turismo espacial>>, *Manual informativo de ACTA*, vol. 50, 2008, págs. 25-30. Disponible en https://www.acta.es/medios/articulos/cultura_y_sociedad/050025.pdf (Consultado el 6 de octubre de 2020).

González Ghirimoldi, H. y Di Bernardi, C.: <<El turismo espacial como nuevo medio de transporte de pasajeros>>, *V Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica (CAIA 5)*, Universidad Nacional de la Plata, Córdoba, 2018. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73055/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1&isAllowed=y consultado el 6 de octubre de 2020).

Iannini Martínez, M. C.: <<Los desechos espaciales y su tratamiento en el derecho del espacio ultraterrestre>>, *revista de derecho público*, Universidad de Los Andes, Bogotá, vol. 29, 2012. Disponible en

<https://www.thefreelibrary.com/Los+desechos+espaciales+y+su+tratamiento+en+el+derecho+del+espacio...-a0396138326> consultado el 15 de septiembre de 2020.

Jakhu, R. S., Pelton, J. N. y Nyampong, Y. O. M.: <<The Importance of Natural Resources from Space and Key Challenges >>, *Space mining and its Regulation*, Springer International Publishing, Switzerland, 2017, cap. 2, pág. 11-21.

Jonckheere, E.: <<The Privatization of Outer Space and the Consequences for Space Law>>, Universidad de Gante, Bélgica, 2018. Disponible en https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/479/330/RUG01-002479330_2018_0001_AC.pdf consultado el 6 de octubre de 2020).

Levchenko, I., Xu, S., Mazouffre, S., Keidar, M. y Bazaka, K.: .: <<Mars colonización: beyond getting there>>, *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co*, vol. 3, nº 1, 2019, pág. 1-11. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/gch2.201800062> consultado el 6 de octubre de 2020).

Malpica Ramírez, M. C. y Nieto Lineros, J.: <<Turismo Espacial: desarrollo, retos, regulación jurídica y futuro>>, *Revista de derecho, comunicaciones y nuevas tecnologías*, Universidad de los Andes, Bogotá, nº 12, 2014. Disponible en https://derechoytics.uniandes.edu.co/components/com_revista/archivos/derechoytics/ytics177.pdf consultado el 6 de octubre de 2020).

Martín-Carrillo Domínguez, A.: <<Marte: el futuro comenzó ayer >>, *Council of European Aerospace Societies (CEAS)*. Disponible en http://www.geoscopio.com/empresas/aecientificos/documentos/Marte_el_futuro_comenzo_ayer.pdf consultado el 18 de septiembre de 2020.

Merchán, J.: <<Derecho internacional del espacio. Teoría y política>>, *Tecnos*, Madrid, vol. 2, 1990. Disponible en <file:///Users/MJ/Downloads/27866-Texto%20del%20art%C3%ADculo-52200-1-10-20061020.pdf> consultado el 6 de octubre de 2020).

Mira Orgill, A. A.: *Efectos del vuelo espacial humano y cuidados enfermeros para la prevención: una revisión bibliográfica*, Universidad de Lleida, Lleida, 2018. Disponible en <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/65423/amirao.pdf?sequence=1&isAllowed=y> consultado el 6 de octubre de 2020).

Moscarella Chorny, K.: *El problema de los desechos espaciales: sus efectos, tratamiento a la luz del derecho y la necesidad de una legislación para su regulación*, Universidad de los Andes, Bogotá D.C, 2013. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19516/u670765.pdf?sequence=1> consultado el 6 de octubre de 2020).

NASA: <<NASA's management and utilization of the international Space station>>, 2018. Disponible en <https://oig.nasa.gov/docs/IG-18-021.pdf> (Consultado el 17 Febrero de 2020).

Orozco Sáenz, M.: .: <<Cuestiones jurídicas relacionadas con el estatuto jurídico del astronauta en el marco de las naciones unidas y de la estación internacional>>, *Revista electrónica de estudios internacionales (REEI)*, vol. 23, 2012, pág. 2-25. Disponible en <:///Users/MJ/Downloads/Dialnet-CuestionesJuridicasRelacionadasConElEstatutoJuridi-4043525.pdf> consultado el 6 de octubre de 2020).

Pérez Vaquero, C.: <<Diez claves para conocer el derecho del espacio>>, *Revista de derecho y cambio social*, Universidad de Valladolid, vol. 8, nº23, 2011, pág. 24.

Pletser, V. y Kumei, Y.: <<Generation and applications of extra-terrestrial environments on Earth>>, *River Publishers*, Dinamarca, 2015, cap. 7, págs. 61-73.

Quintero, D.: <<La Terraformación de otros mundos: una breve exposición con especial énfasis en los aspectos climáticos>> *Calendario meteorológico*, 2018, pág. 289-299. Disponible en <https://www.divulgameteo.es/fotos/meteoroteca/Terraformaci%C3%B3n.pdf> consultado el 6 de octubre de 2020).

Ramón Fernández, F.: *Derecho Espacial. Teoría y Prácticas*, Ed. Tirant Lo Blanch, Valencia, 2017.

Sanjurjo Rivo, M., Sánchez Arriaga, G., Fajardo, P y Pulido, R.: <<Misiones y tecnologías de eliminación activa de desechos espaciales>>, *VI Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad*, Madrid, 2018. Disponible en http://www.horizontesespacio.net/wp-content/uploads/sites/4/2018/12/DESEID18_Active_Debris_Removal_Com_180912b.pdf consultado el 6 de octubre de 2020).

Serrano Navalón, A. I. y Ramón Fernández, F.: <<Turismo Espacial:

Cuestiones legales que afectan a este tipo de turismo>>, *Turismo e Sociedade*, vol. 6, nº 3, 2013, pág. 688-712.

SpaceX: <<Web oficial de la empresa SpaceX>>, 2020. Disponible en <https://www.spacex.com> (Consultado el 4 Febrero de 2020).

Space Adventures: <<Web oficial de la empresa Space Adventures>>, 2020. Disponible en <https://spaceadventures.com/> (Consultado el 4 Febrero de 2020).

Ramírez Morán, D.: <<Programas espaciales científicos en España. Cuadernos de estrategia>>, *Instituto Español de Estudios Estratégicos*, vol. 170, 2014, págs. 213-228.

Taborda Mayorga, J. L.: <<Problemas y Soluciones para Viajes Espaciales Long-Term Tripulados: Una Perspectiva Hacia Las Nuevas tecnologías y Soluciones Propuestas por la Comunidad Científica.>>, 2013. Disponible en [Problemas y Soluciones para Viajes Espaciales Long Term Tripulados](#) Consultado el 2 de septiembre de 2020.

Urueña Álvarez, M. R.: <<La ONU y el Derecho del Espacio Extra-atmosférico>>, *Anuario Español de Derecho Internacional*, vol. 8, 1985, pág. 251-263.

Verne, J.: *De la Tierra a la Luna*, Pierre-Jules Hetzel, Francia, 1865.

Virgin Galactic: <<Web oficial de la empresa Virgin Galactic>>, 2020. Disponible en <https://www.virgingalactic.com> (Consultado el 4 Febrero de 2020).

Yagües Palazón, M.: <<Los desafíos medioambientales en el espacio ultraterrestre en el marco de la segunda era espacial>>, *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, nº 12, 2018, págs. 177-214. Disponible en <file:///Users/MJ/Downloads/Dialnet-LosDesafiosMedioambientalesEnElEspacioUltraterrest-6682832.pdf> Consultado el 6 de octubre de 2020.

Zero 2 Infinity: <<Web oficial de la empresa Zero 2 Infinity>>, 2020. Disponible en <http://www.zero2infinity.space> (Consultado el 4 Febrero de 2020).

REFERENCIA LEGISLATIVA

ONU. (1963). *Declaración de principios jurídicos que rigen las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre*. Nueva York: ONU. Disponible en: https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_18_1962S.pdf [Consulta: 24 de septiembre de 2020]

ONU. (1967). *Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes*. Nueva York: ONU. Disponible en: https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_21_2222S.pdf [Consulta: 24 de septiembre de 2020]

ONU. (1968). *Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre*. Nueva York: ONU. Disponible en: https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_22_2345S.pdf [Consulta: 24 de septiembre de 2020]

ONU. (1972). *Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales*. Nueva York: ONU. Disponible en: https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_26_2777S.pdf [Consulta: 24 de septiembre de 2020]

ONU. (1975). *Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre*. Nueva York: ONU. Disponible en: https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_29_3235S.pdf [Consulta: 24 de septiembre de 2020]

ONU. (1979). *Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes*. Nueva York: ONU. Disponible en: https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_34_68S.pdf [Consulta: 24 de septiembre de 2020]