



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

LA PROPIEDAD Y EXPLOTACIÓN
DE LOS CUERPOS CELESTES

Autor: Manuel Bailac Mur

Tutora: Francisca Ramón Fernández

Grado en Ingeniería Aeroespacial

Curso Académico: 2021/2022

*Dedicado a
mi familia*

Resumen

En este trabajo se van a analizar distintas cuestiones pasadas y actuales relacionadas con el derecho espacial. Se empezará analizando los primeros pasos en la exploración espacial, con la Carrera Espacial y cómo esta ha ido evolucionando con el paso del tiempo. Al tratarse de un tema nuevo para la época se han tenido que ir formulando constantes normativas para su regulación.

Se hará un repaso de la evolución de la normativa empezando por el Tratado sobre los Principios que Deben Regir las Actividades de los Estados en la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y otros Cuerpos Celestes de 1969 hasta el más reciente, Programa Artemisa de 2020. Con ello se dará visión a cómo estos tratados han cambiado conforme el estado de la exploración espacial lo necesitaba y cómo el Programa Artemisa busca revolucionarla, tanto que ha requerido un nuevo Tratado que lo ampare jurídicamente.

Finalmente se analizarán los proyectos espaciales desde un punto de vista ético, en relación a los grandes costes que supone los avances en el Espacio y se determinará cuál es su impacto en el cambio climático, desarrollando así una visión crítica.

Palabras clave: Propiedad, Explotación, Jurisdicción, Cuerpos Celestes, Tratado

Abstract

This paper will analyse different past and current issues related to space law. It will begin by analysing the first steps in space exploration, with the Space Race, and how it has evolved over time. As this was a new subject for the time, constant regulations have had to be formulated to regulate it.

A review of the evolution of the regulations will be made, starting with the Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies of 1969 to the most recent, the Artemis Programme of 2020. This will give insight into how these treaties have changed as the state of space exploration has changed and how the Artemis Programme aims to revolutionise this exploration, so much so that it has required a new Treaty to give it legal protection.

Finally, space projects will be analysed from an ethical point of view, in relation to the large costs involved in space developments, and their impact on climate change will be determined, thus developing a critical view.

Keywords: Property, Exploitation, Jurisdiction, Celestial Bodies, Treaty

Resum

En aquest treball s'analitzaran diferents qüestions passades i actuals relacionades amb el dret espacial. Es començarà analitzant els primers passos en l'exploració espacial, amb la Carrera Espacial i com aquesta ha anat evolucionant amb el pas del temps. En tractar-se d'un tema nou per a l'època s'han hagut d'anar formulant constants normatives per a la seva regulació.

Es farà un repàs de l'evolució de la normativa començant pel Tractat sobre els Principis que Han de Regir les Activitats dels Estats en l'Exploració i Utilització de l'Espai Ultraterrestre, fins i tot la Lluna i altres Cossos Celestes de 1969 fins al més recent, Programa Àrtemis de 2020. Amb això es donarà visió a com aquests tractats han canviat conforme l'estat de l'exploració espacial el necessitava i com el Programa Àrtemis vol revolucionar aquesta exploració, tant que ha requerit un nou Tractat que ho empari jurídicament.

Finalment s'analitzaran els projectes espacials des d'un punt de vista ètic, en relació als grans costos que suposa els avanços en l'Espai i es determinarà quin és el seu impacte en el canvi climàtic, desenvolupant així una visió crítica.

Paraules clau: Propietat, Explotació, Jurisdicció, Cossos Celestes, Tractat

Índice general

| | |
|---|-----------|
| Índice general | XII |
| Índice de figuras | 1 |
| Índice de tablas | 3 |
| Nomenclatura | 4 |
| Introducción | 5 |
| Objetivos | 6 |
| Metodología | 7 |
| I Antecedentes Históricos de la Exploración Espacial | 8 |
| 1. La Carrera Espacial | 9 |
| 1.1. Los primeros años | 10 |
| 1.2. Nuevos objetivos, la Luna | 11 |
| 1.3. Seres Humanos en el Espacio | 12 |
| 1.4. Los años 60. El siglo dorado del Espacio | 14 |
| 1.4.1. ¿Dónde aterrizar en la Luna? | 15 |
| 1.4.2. Viajes tripulados | 17 |
| 1.5. El Proyecto Apollo | 18 |
| 1.5.1. ¿Cómo se iba a llegar a la Luna? | 18 |
| 1.5.2. El lanzador más grande jamás construido | 20 |
| 1.5.3. El Apollo 11, los primeros pasos en la Luna | 21 |
| 1.6. El fin de la Carrera Espacial | 23 |
| 1.6.1. La era de la cooperación | 24 |
| 1.7. ¿Quién fue el vencedor de la Carrera Espacial? | 25 |
| 1.8. Misiones a la Luna tras la Carrera Espacial | 26 |
| II Aspectos Jurídicos | 28 |
| 2. Introducción al Derecho Espacial | 29 |
| 2.1. Conceptos básicos sobre Derecho Espacial | 29 |
| 2.1.1. Sujetos del Derecho Espacial | 30 |
| 2.1.2. El objeto aeroespacial | 31 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 2.1.3. | Desechos espaciales | 31 |
| 2.1.4. | La similitud con el Derecho del mar | 32 |
| 2.2. | Los dueños de la Luna | 33 |
| 2.2.1. | La Luna fue chilena | 33 |
| 2.2.2. | El vendedor de terrenos lunares | 35 |
| 2.2.3. | Muestras de la Luna por toda la Tierra | 36 |
| 2.3. | Composición del suelo lunar | 38 |
| 2.3.1. | Regolito | 39 |
| 2.3.2. | Hielo lunar | 39 |
| 3. | El Derecho Espacial | 41 |
| 3.1. | Tratado sobre el Espacio Exterior | 43 |
| 3.1.1. | Resumen de los artículos del tratado | 44 |
| 3.2. | Acuerdo Luna | 46 |
| 3.2.1. | Bases del Acuerdo Luna | 46 |
| 3.2.2. | Futuro del Acuerdo Luna | 47 |
| 3.3. | El Programa Artemisa | 48 |
| 3.3.1. | Los Acuerdos Artemisa | 48 |
| 3.3.2. | Bases de Los Acuerdos Artemisa | 49 |
| 3.3.3. | Diferencias con el OST y el Acuerdo Luna | 50 |
| III | Una Mirada hacia el futuro | 52 |
| 4. | Futuro de la Exploración Espacial | 53 |
| 4.1. | El programa Artemisa | 53 |
| 4.1.1. | Próximas misiones a la Luna | 55 |
| 4.2. | La repartición de la Antártida | 56 |
| 5. | Cuestiones Éticas | 58 |
| 5.1. | Impacto medioambiental | 58 |
| 5.1.1. | Basura espacial | 58 |
| 5.1.2. | Impacto en la Luna | 60 |
| 5.2. | Impacto económico | 61 |
| | Conclusiones | 63 |
| | Presupuesto | 65 |
| | Índice de figuras | 66 |
| | Bibliografía | 66 |

Índice de figuras

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1. | Sputnik 1, el primer satélite de la historia. (Infoespacial, 2021) | 9 |
| 1.2. | La perra Laika. El primer Ser Vivo mandado al espacio. (Krechetnikov, 2017) | 10 |
| 1.3. | La primera foto de la cara oculta de La Luna. (Murgic, 1959) | 12 |
| 1.4. | El ingeniero nazi Wernher Von Braun, captado por la NASA. (Sadurní, 2020) | 12 |
| 1.5. | Valentina Tereshkova, primera mujer en el espacio y símbolo de la igualdad soviética. (Pinkham, 2019) | 13 |
| 1.6. | John F. Kennedy, presidente de los EEUU en su discurso del 12 de septiembre de 1962 (ABC, 2019) | 14 |
| 1.7. | La sonda Luna 9, el primer objeto en aterrizar en la Luna de manera controlada. (RussianSpaceWeb, 2021) | 15 |
| 1.8. | El satélite Surveyor 3 inspeccionado por Alan Bean, astronauta de la misión Apollo 12. (NASA, 1999) | 16 |
| 1.9. | Foto de La Luna tomada por el satélite Orbiter. (NASA, 1967) | 17 |
| 1.10. | El Módulo Lunar posado sobre La Luna. (CNN, 2021) | 19 |
| 1.11. | El Módulo de Comando/Servicio (CSM) Apollo 11 se está trasladando del puesto de trabajo para su inserción en el Adaptador de Módulo Lunar Saturn V en el Edificio de la Asamblea de Vehículos en el Centro Espacial Kennedy. (NASA, 1969) | 19 |
| 1.12. | El CSM y el LM ensamblados (NASA, 2020a) | 20 |
| 1.13. | El Ingeniero Von Braun con su creación detrás los 5 motores F1 del Saturn V. (Hormigos, 2018) | 20 |
| 1.14. | Elementos del Saturn V (Cosin, 2021) | 20 |
| 1.15. | De izquierda a derecha Neil Armstrong, Michael Collins y Buzz Aldrin, la tripulación del Apollo 11. (NASA, 2008) | 22 |
| 1.16. | Buzz Aldrin bajando por la escalera del LM. (NASA, 2019) | 23 |
| 1.17. | Armstrong y Aldrin colocando la bandera de los EEUU en la superficie lunar. (NASA, 2018b) | 23 |
| 1.18. | El Proyecto de cooperación Apollo-Soyuz (1975). Un paso para el fin de la Guerra Fría. (NASA, 2018a) | 24 |
| 1.19. | Leonov (izquierda) y Stafford (derecha) intercambiando el simbólico apretón de manos, tras el atranque de las naves Apollo y Soyuz. (NASA, 2018a) | 24 |
| 1.20. | La Estación Espacial Internacional vista desde el Espacio con la Tierra detrás.(ESA, 2014)) | 24 |
| 2.1. | Jenaro Gajardo Vera, el primer dueño de la Luna. (Reinhold, 2020) | 33 |

| | | |
|------|--|----|
| 2.2. | El documento que acreditaba a Jenaro como dueño de la Luna. (Alvarez, 2018) | 34 |
| 2.3. | Denis M. Hope con todos los certificados de propiedad de la Luna y de los planetas del Sistema Solar. (Lunarembassy, 2022) | 35 |
| 2.4. | La página web de <i>Lunar Embassy</i> donde se puede elegir qué planeta comprar. (Lunarembassy, 2022) | 36 |
| 2.5. | La diminuta muestra lunar en el pisapapeles de Joann Davis. (Barbash, 2017) | 37 |
| 2.6. | El frasco con polvo lunar y la nota firmada que Armstrong le dio a Laura Cicco. (CrónicaViva, 2018) | 38 |
| 2.7. | El regolito lunar, con la huella de la bota de Neil Armstrong. (Space.com, 2012) | 39 |
| 2.8. | Fotos de 3 distintas “trampas frías” donde se almacena agua en la Luna (nature astronomy, 2020) | 40 |
| 2.9. | Representación artística de una posible base futura en suelo lunar. (ESA, 2020) | 40 |
| 3.1. | El presidente Lyndon Johnson, a la derecha, estrecha la mano del embajador soviético Anatoly Dobrynin en la ceremonia de firma del Tratado del Espacio Exterior (Chang, 2017) | 42 |
| 3.2. | Mapa con los Estados miembros y signatarios del OST. <i>En verde, los Estados Parte. En amarillo, los países signatarios. En rojo, los países no signatarios.</i> Ormsbee (2017) | 43 |
| 3.3. | Mapa con los Estados Parte y signatarios del Acuerdo Luna. <i>En verde los Estados Parte. En amarillo los países signatarios. En rojo los países no participantes.</i> (de Frutos, 2020) | 46 |
| 4.1. | El logo del nuevo Programa Artemisa (NASA, 2020c) | 53 |
| 4.2. | La nave espacial Orion, desarrollada por la ESA (ESA, 2018) | 54 |
| 4.3. | Concepto artístico del cohete Space Launch System y la cápsula Orion preparada para el lanzamiento (NASA, 2022b) | 54 |
| 4.4. | La Antártida separado en las distintas reparticiones (BBC, 2020) | 56 |
| 5.1. | Evolución de basura espacial en todas las órbitas. Los colores se relacionan con diferentes fuentes de basura espacial (ESA, 2021a) | 59 |
| 5.2. | Esquema con las soluciones necesarias para eliminar la basura espacial (ESA, 2021b) | 60 |
| 5.3. | Imagen de una simulación del ataque entre nave Crew Dragon de SpaceX y la ISS (SPACEEX, 2020) | 62 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| 1.1. Misiones más relevantes de la Carrera Espacial. (Martos, 2010) | 26 |
| 1.2. Misiones más relevantes a la Luna desde 1990. (de Frutos, 2020) | 27 |
| 2.1. Las condiciones de vuelo en función de la altura. (Ramón, 2017) | 30 |
| 4.1. Próximas misiones a la Luna. (de Frutos, 2020) | 55 |
| 5.1. Costes asociados a la investigación bibliográfica | 65 |
| 5.2. Costes asociados a la redacción del trabajo y su revisión | 65 |
| 5.3. Costes asociados al material utilizado | 65 |
| 5.4. Costes Totales del Trabajo | 65 |

Nomenclatura

ADI Asociación de Derecho Internacional
AEB Agencia Espacial Brasileña
AEM Agencia Espacial Mexicana
ASA Australian Space Agency
CM Command Module
COPUOS Committee on the Peaceful Uses of Outer Space
CSA Canadian Space Agency
CSM Command and Service Module
ESA European Space Agency
ISRU In-Situ Resource Utilization
ISS International Space Station
JAXA Japan Aerospace Exploration Agency
LEM Lunar Excursion Module
LM Lunar Module
LOR Lunar Orbit Rendez-Vous
NASA National Aeronautics and Space Administration
ONU Organización de las Naciones Unidas
OST Outer Space Treaty
RP-1 Rocket Propellant/ Combustible de cohetes
SLS Space Launch System
SM Service Module
UNOOSA United Nations Office for Outer Space Affairs
URSS Unión Soviética

Introducción

Desde el principio de la humanidad, la Luna y el Espacio ha sido un tema muy presente en la vida. Su brillantez en la noche capaz de alumbrar y dejar ver casi perfectamente sin luz solar les ha dado un poder místico a todos los cuerpos celestes presentes en el Espacio Exterior.

Ya en tiempos prehistóricos hasta la actualidad, la Luna ha tenido infinidad de usos, sirviendo como primer calendario contando los ciclos lunares para medir el paso del tiempo y poder prever las estaciones o las épocas de siembra y recolecta.

La Luna siempre ha estado influenciando las distintas sociedades, cuestionando su origen, siendo un objeto sagrado y no solamente eso, también modifica la vida terrestre siendo la culpable de las subidas y bajadas de las mareas o modificando el campo magnético terrestre afectando al clima. Por eso no es de extrañar que el Ser Humano, en la Época del avance tecnológico, haya querido ir ahí cuando los medios disponibles lo permitían.

La llegada a la Luna y toda la exploración espacial han abierto nuevas puertas al conocimiento humano, y su curiosidad no ha hecho sino aumentar con proyectos futuros de establecer vida en dicho Satélite o llevar personas al Planeta Rojo, Marte.

En este trabajo, tocando otra rama de la Ingeniería Aeroespacial, pero muy anclada a ella al mismo tiempo, se hará un recorrido por los acontecimientos del principio de la exploración espacial durante la Carrera Espacial y posteriormente se analizará los distintos Tratados que regulan el Espacio, desde Tratado del Espacio de 1967 hasta los recientes Acuerdos Artemisa, que tras más de 35 años sin un nuevo Tratado, pretenden ser la nueva normativa. Se analizarán los conceptos de propiedad, exploración, uso y explotación de la Luna y los Cuerpos Celestes regulados en los Tratados que, sin embargo, no se aclaran con la profundidad, dejándolos abiertos a interpretaciones y causando polémica.

Finalmente, se hará un análisis de efecto de la exploración espacial en el medio ambiente y en la economía mundial para formar una visión global del tema, haciendo énfasis en aspectos éticos.

Objetivos

A lo largo de la investigación se buscará conseguir una serie de objetivos. Los objetivos **principales** del trabajo se resumen en:

- Introducirse en conceptos de derecho espacial hasta ahora conceptos apenas vistos durante el grado.
- Analizar el Régimen Jurídico histórico y actual que regula la actividad en el Espacio.
- Estudiar los principios de explotación, propiedad, exploración, cooperación en la Luna y los distintos Cuerpos Celestes.
- Informarse sobre las futuras misiones espaciales y cómo sus programas se ciñen a los Tratados vigentes.

Los objetivos **secundarios** perseguidos son:

- Mejorar la capacidad de búsqueda, de selección y de sinterización de la información recogida en las fuentes.
- Aumentar los conocimientos sobre la historia espacial.
- Desarrollar una opinión crítica sobre la exploración espacial desde un punto de vista ético.

Metodología

La elaboración de este trabajo se ha hecho basándose en una extensa búsqueda de información de diversas fuentes que se ha plasmado a lo largo de las páginas

Entre la bibliografía consultada se encuentra en primer lugar, documentos de carácter jurídico extraídos de las páginas oficiales de la NASA y la ONU. Los documentos consultados son el Tratado del Espacio, el Tratado Luna y los Acuerdos Artemisa donde establece la normativa de uso, exploración, explotación y propiedad de la Luna y demás cuerpos celestes.

En segundo lugar, se han consultado libros, páginas web o vídeos para obtener información sobre la evolución de la exploración espacial y la Carrera espacial para contextualizar y relacionar el apartado jurídico con la exploración.

Por último se ha realizado una búsqueda bibliográfica sobre temas de ética y cambio climático para el último apartado, donde desde una visión más reflexiva y personal se abordan estos temas.

Parte I

Antecedentes Históricos de la Exploración Espacial

Capítulo 1

La Carrera Espacial

La guerra fría fue el escenario de la batalla entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, las dos potencias mundiales más grandes de la época, dejando gran cantidad de muertos y consecuencias devastadoras en todo el mundo. Pero no solo se produjo un enfrentamiento armamentístico, al mismo tiempo una lucha estratégica y de poder se daba lugar en la Carrera Espacial. Durante 20 años estos dos países consiguieron lograr los mayores avances tecnológicos orientados al desarrollo de la exploración del Espacio.

Con el lanzamiento en órbita del satélite Sputnik 1 el 4 de octubre de 1957, como se puede observar en la figura 1.1, coincidiendo con el aniversario de la Revolución Rusa, la URSS dio comienzo a la Carrera Espacial. Un enfrentamiento que continuó hasta su fin en 1975 con una misión de cooperación entre ambas potencias.

Se puede dividir en dos etapas. La primera de dominancia soviética durante los primeros años, quienes consiguieron los hitos más significativos del momento, adelantándose a su rival en todas las acometidas. La segunda, en los años finales, es la etapa de dominancia estadounidense centrándose en el Programa Apollo y en una de las mayores proezas realizadas por el Ser Humano, la llegada de la Humanidad a la Luna. (Martos, 2010)

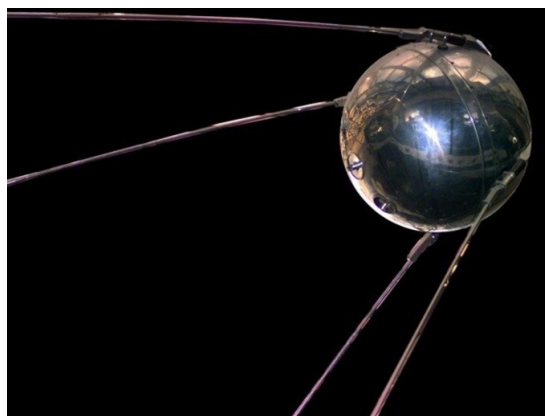


Figura 1.1: Sputnik 1, el primer satélite de la historia. (Infoespacial, 2021)

1.1. Los primeros años

Un solo mes más tarde de poner en órbita el Sputnik 1, el 3 de noviembre la URSS conseguiría llevar, con la famosa perra Laika (en la figura 1.2), el primer ser vivo al espacio exterior cuyo objetivo comprobar si los seres humanos serían capaces de aguantar las aceleraciones en el despegue y ascenso y la gravedad casi nula.

Laika se convirtió en el primer ser vivo orbitando alrededor de la Tierra a bordo Sputnik 2 y el segundo satélite artificial terrestre. Sin embargo, aún no se habían desarrollado sistemas de reentrada en la atmósfera y con las reservas de oxígeno y comida limitadas, el destino de Laika estaba ya establecido. Para que antes de que se acabara la reserva de oxígeno de la cámara, en su ración de comida del día 10 se había introducido un veneno que produciría una muerte instantánea evitando cualquier tipo sufrimiento. Lamentablemente, fallos en el desacople de los módulos del satélite hizo que la temperatura fuese anormalmente elevada produciendo su muerte 6 horas después del lanzamiento. (Martos, 2010)



Figura 1.2: La perra Laika. El primer Ser Vivo mandado al espacio. (Krechetnikov, 2017)

Tras las dos derrotas seguidas Estados Unidos comenzaba bastante por detrás. Había gran revuelo en las grandes esferas y no era para menos, su mayor rival había tomado la delantera, además ¡por partida doble! Fue un punto de inflexión. Desde ese momento gran cantidad de recursos y de esfuerzo se direccionaron a equilibrar la balanza y no volver a verse superados. EEUU comenzó la búsqueda a toda costa, de colocar en órbita un satélite occidental abriendo dos programas simultáneamente, los Proyectos Vanguard y Explorer. (Martos, 2010)

El primero de ellos en lograrlo fue el satélite Explorer 1 el 31 de enero de 1958 con la capacidad de medir, mediante dos sensores, radiaciones en el exterior. Con él se descubrieron los dos cinturones de radiación de Van Allen situados a una altura de entre 3 y 4 radios terrestres. Posteriormente, se conseguiría, de igual forma con el satélite Vanguard, que tras varios intentos fallidos en el despegue de misiones anteriores se colocó en órbita el 17 de marzo de ese mismo año. Se convirtió en el primer satélite autosuficiente gracias a su capacidad de cargar sus baterías mediante energía solar que alimentaban sus circuitos eléctricos y electrónicos. (Martos, 2010)

Apenas 3 meses después otro éxito llegó por parte de la URSS. En junio colocó en órbita el Sputnik 3, un gigante de 1.4 toneladas de peso que incluía en su interior el primer laboratorio geodésico espacial, dando un golpe sobre la mesa y coronándose como vencedora de este primer asalto. (Whitting, 2018)

1.2. Nuevos objetivos, la Luna

Había que buscar nuevos objetivos y La Luna se veía como el más claro y accesible de ellos. Ambos países dispusieron todos sus objetivos en poder alcanzar el Satélite, pero no, de momento, la falta de desarrollo de tecnologías, buscando el aterrizaje de manera controlada, sino que su objetivo era la colisión. Una sonda enviada con una navegación balística, sin correcciones de trayectoria en vuelo, lanzada desde la Tierra colisionaría en la Luna. Teniendo en cuenta que desde la Tierra la amplitud del campo de visión de la Luna es de 0,5 grados, esta se mueve a una velocidad aproximadamente de 1 km/s alrededor del Planeta y entre ambos hay una distancia de 345.000 km aproximadamente se planteaba como un reto de gran dificultad.

Conseguir este gran hito se veía como un gran avance en el enfrentamiento. Por una parte, daría un gran reconocimiento al país y lo pondría al frente de la carrera, mientras que por la otra se presentaba como una declaración de poderío armamentístico dejando ver que, si se podía acertar con un proyectil en la Luna con las condiciones tan desfavorables y su complejidad, acertar en cualquier parte de la Tierra sería más que posible, mostrando una amenaza encubierta. (Martos, 2010)

Se desarrollaron los Programas Lunik y Pioneer por parte de la URSS y los EEUU respectivamente en una batalla feroz y casi a la par. Comulgando con el resto de la Carrera Espacial, en este periodo los ingenieros estaban sometidos a grandes presiones por sus gobiernos de ambos bandos por sacar los prototipos lo antes posible. Prisas e imperfecciones que dieron lugar a estrepitosos fracasos en las primeras misiones, tanto del Lunik y como del Pioneer. (Martos, 2010)

La sonda Lunik 2 fue la primera en alcanzar la Luna el 12 de septiembre de 1959, no sin antes haber fallado en numerosos intentos como es el caso del Lunik 1 que tras pasar a 6.000 km del centro de la Luna continúa hoy en día orbitando entre la Tierra y Marte. El Lunik 2 alcanzaría su objetivo colisionando en la región que se llama en la actualidad, en honor a dicha proeza “Sinus Lunicius” (Bahía del Lunik) a 900 km al norte del centro de su cara visible. (Martos, 2010)

Menos de un mes más tarde, demostrando una increíble dominancia el 4 de octubre se produjo el lanzamiento del Lunik-3 en cuya trayectoria se incluyó el paso orbital por la cara oculta de la Luna, de la que mediante dos cámaras colocadas en la sonda, se tomaron las sus primeras imágenes, figura 1.3. (Martos, 2010)

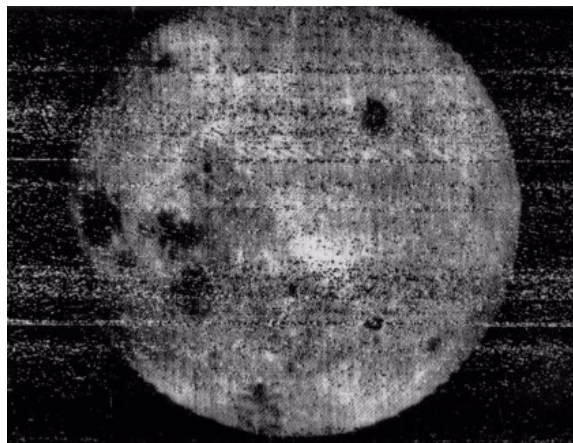


Figura 1.3: La primera foto de la cara oculta de La Luna. (Murgic, 1959)

1.3. Seres Humanos en el Espacio

El siguiente paso era llevar a personas al Espacio. Esta misión introducía un condicionante principal, la necesidad de traer a los astronautas sanos y salvos de vuelta en la Tierra. EEUU tomó este reto espacialmente necesitado de alcanzar a la Unión Soviética y recuperar el prestigio perdido en los anteriores envites. Para ello se creó la NASA, en un intento de unificar todos los recursos a la exploración espacial en una misma organización y trabajar de manera conjunta. (Martos, 2010)

Los norteamericanos se encontraban en una situación muy desfavorable. El satélite más pesado que habían conseguido poner en órbita era el Explorer con no más de 15 kg de masa NASA (2022a), ayudándose de la potencia generada por el lanzador Redstone, el lanzador utilizado en las anteriores misiones.

El Redstone, fue diseñado por el ingeniero alemán Wernher von Braun (figura 1.4, quien tras trabajar para Hitler durante la Segunda Guerra Mundial en la construcción de misiles, fue reclutado por EEUU, una vez acabada la Guerra, para su programa espacial, “perdonando” sus acciones relacionadas con el Tercer Reich.



Figura 1.4: El ingeniero nazi Wernher Von Braun, captado por la NASA. (Sadurní, 2020)

Por ello el Redstone tenía un diseño similar al misil V2, misil utilizado por los alemanes en la Segunda Guerra Mundial. No obstante, la necesidad de una cápsula espacial de mayor tamaño y por tanto peso, resuelta con la cápsula espacial Mercury de 2 toneladas, exigían la fabricación de un lanzador mayor dándoles ventaja a los soviéticos quienes ya eran capaces de transportar sondas más pesadas en su lanzador Vostok. (Martos, 2010)

La URSS realizó numerosas misiones experimentales con todo tipo de animales, perros, insectos, ratones, conejos y cobayas. En todas ellas se comprobó su capacidad de aguante a las aceleraciones en despegue, así como las de la reentrada, donde también se ensayaron la eficacia de los escudos térmicos que evitarían la desintegración de la nave debido a las altas velocidades y temperaturas. (Martos, 2010)

Con las pruebas concluidas satisfactoriamente, era el momento de llevar al Ser Humano. Yuri Gagarin fue el 12 de abril del 1961 el primer hombre en el espacio en la misión Vostok 1, con 1 hora y 48 minutos de duración de vuelo espacial y en la que sobrevoló 33 países, logrando otro triunfo para los orientales. Ese mismo año en verano llegó el segundo vuelo orbital. En este caso la URSS mantuvo en órbita al astronauta Guerman Titov más de 24 horas a en la misión Vostok 2. (NASA, 2012)

Al mismo tiempo que el Vostok 2, la NASA aún estaba consiguiendo sus primeros vuelos suborbitales tripulados. Con la necesidad de desarrollar un nuevo lanzador el Atlas No fue hasta, el 20 de febrero de 1962 con el nuevo lanzador Atlas desarrollado cuando Estados Unidos logró un vuelo orbital tripulado, manteniendo al astronauta John Glenn alrededor de la Tierra durante 4 horas y 55 minutos.

De todos modos, la alegría les duraría poco cuando la Unión Soviética, en otra muestra de dominancia absoluta, al año siguiente conseguiría; el primer vuelo tripulado conjunto (en dos naves espaciales distintas); el vuelo tripulado más largo hasta la fecha, de 4 días y 23 horas y serían pioneros coronando a Valentina Tereshkova como la primera mujer en el Espacio, vista en la figura 1.5. (Martos, 2010)



Figura 1.5: Valentina Tereshkova, primera mujer en el espacio y símbolo de la igualdad soviética. (Pinkham, 2019)

1.4. Los años 60. El siglo dorado del Espacio

Los años 60 fueron la época dorada de la Carrera Espacial y el avance tecnológico en todo lo relacionado con el espacio. Los Estados Unidos, muy mermados, necesitaban recuperar todo el terreno perdido ante los soviéticos quienes les habían pasado la mano por la cara en los años anteriores y así recuperar el prestigio mundial de potencia puntera tanto tecnológica como armamentísticamente perdido ante sus rivales.

Para ello, se produjeron dos hechos claves que lograron aumentar los esfuerzos espaciales estadounidenses. En primer lugar, la creación de la, ya comentada, NASA y en segundo lugar, el relevo en el gobierno, del republicano Dwight D. Eisenhower (1890-1969) por el famoso presidente demócrata, John F. Kennedy (1917-1963) figura 1.6, quien tenía muy presente la necesidad de superar a sus rivales espaciales. Ya, en el comienzo de su mandato, Kennedy aumentó el presupuesto de la NASA un 80 % y propuso ambiciosos retos para la década, cuyo colofón y objetivo más ambicioso y a la vez, primordial era la llegada del hombre a La Luna, en un vuelo seguro que pudiera devolver a los astronautas sanos y salvos a La Tierra. En la figura 1.6 se puede observar al presidente estadounidense el 12 de septiembre de 1962 donde pronunció su famoso discurso a favor de la llegada a la Luna, con el que tanto se justificaron los grandes esfuerzos del posterior Programa Apollo. (Martos, 2010)

Las palabras de *John F. Kennedy* en 1962:

« Elegimos ir a la Luna. Elegimos ir a la Luna en esta década, y también afrontar los otros desafíos, no porque sean fáciles, sino porque son difíciles, porque esta meta servirá para organizar y medir lo mejor de nuestras energías y aptitudes, porque es un desafío que estamos dispuestos a aceptar, que no estamos dispuestos a posponer, y que tenemos toda la intención de ganar, también a los demás. »

(Kennedy, 1962)



Figura 1.6: John F. Kennedy, presidente de los EEUU en su discurso del 12 de septiembre de 1962 (ABC, 2019)

Tanto la URSS como los EEUU sabían que pisar La Luna era un reto imposible con la tecnología disponible a principios de la década. Para mejorarla se desarrollaron distintos programas simultáneamente por parte de ambas potencias afrontando, por separado, distintas problemáticas que surgían de ese vuelo.

1.4.1. ¿Dónde aterrizar en la Luna?

Se destinaron un gran número de misiones al análisis de la superficie lunar. Era un aspecto clave. Se debía tener constancia del terreno lunar y sus constantes accidentes geográficos para seleccionar la zona más adecuada para el aterrizaje. En este apartado Rusia comenzaba con ventaja al haber conseguido anteriormente impactar en la Luna con el Lunik 2 y fotografiar su cara oculta el Lunik 3, mientras los norteamericanos, que no habían, ni siquiera acertado en la Luna con un proyectil desarrollaron 3 distintos programas para alcanzar la tecnología soviética. (Martos, 2010)

El primero de ellos, el Programa Ranger, destinado a hacer diana en el satélite. Se consiguió con la sonda Ranger 7 el 28 de julio de 1964, habiendo fallado con las 6 sondas anteriores. Los soviéticos que como hasta la fecha iban un paso por delante, consiguieron el primer aterrizaje controlado de un objeto fabricado por el Ser Humano, el 31 de enero del 1966 con su misión Luna 9, dentro de su Programa Luna. La sonda Luna 9 tocó suelo en el Océano de las Tormentas. Esta tenía una cápsula ovoidal en su parte superior diseñada para desprenderse tras aterrizar y rodar hasta abrirse en forma de cuatro pétalos. De su interior salió una cámara de TV con la que se tomaron las primeras imágenes de la superficie lunar con un objeto posado sobre ella, figura 1.7. (Martos, 2010)

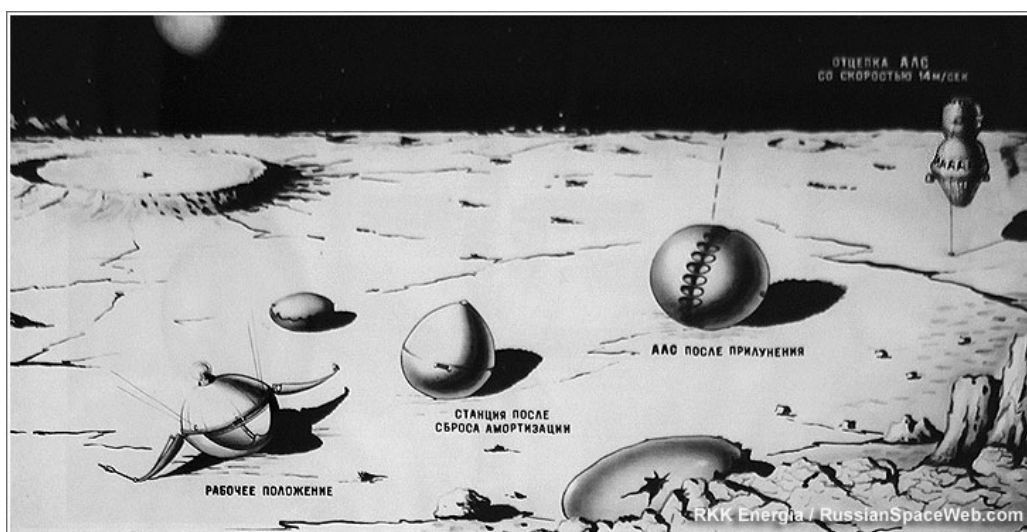


Figura 1.7: La sonda Luna 9, el primer objeto en aterrizar en la Luna de manera controlada. (RussianSpaceWeb, 2021)

Dos meses más tarde la URSS pondría en órbita la Estación Espacial Luna 10, siendo el primer laboratorio en el Espacio (se introdujo, incluso un oscilador que reprodujo el himno soviético en el XXIII Congreso del Partido Comunista de la URSS). El programa Luna llegó hasta la misión Luna 14 y entre sus descubrimientos se encuentran, además de la gran cantidad de imágenes tomadas de las distintas partes de la Luna, su forma elíptica cuyo eje mayor es el que apunta a la tierra y el cálculo de la densidad de la regolita de 1 g/cm^2 , gracias a un perforador que se incluyó en la Estación Luna 13. (Martos, 2010)

Ante esto la NASA respondió con dos programas distintos. Separando, por un lado, aterrizar una sonda en la superficie con el Proyecto Lunar Surveyor y por el otro, cartografiar su superficie con el Proyecto Lunar Orbiter (Debido a la falta de lanzadores potentes, EEUU tuvo que separar ambos programas, ya que su unión en una misma sonda hubiese sido demasiado pesada). (Martos, 2010)

El primero de ellos cumplió su primer objetivo rápidamente posando la sonda Lunar Surveyor 1 el 2 de junio de 1966 en el Océano de las Tempestades, figura 1.8. Hubo 7 sondas dentro de todo el programa, enviadas en distintos puntos de la corteza para analizar zonas aptas en caso un futuro aterrizaje de misiones tripuladas. (NASA, 2018b) y (Martos, 2010)

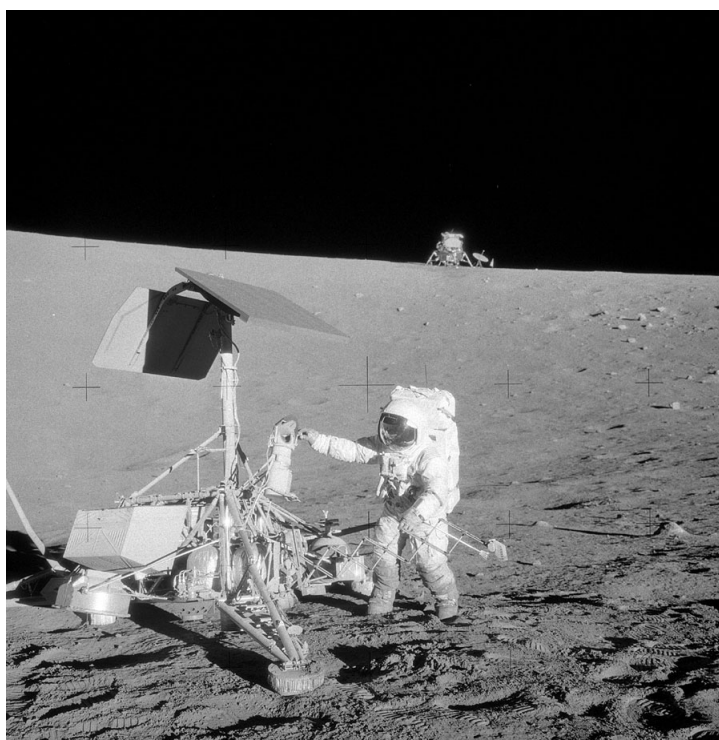


Figura 1.8: El satélite Surveyor 3 inspeccionado por Alan Bean, astronauta de la misión Apollo 12. (NASA, 1999)

El Proyecto Lunar Orbiter fue también, todo un éxito. Todas sus 5 sondas enviadas a orbitar alrededor del astro completaron su misión correctamente fotografiando el 99 % de su superficie y con las que se pudo formar el primer atlas de la Luna. (Martos, 2010)

Los orientales estaban empezando a perder ventaja en la batalla y es que, aunque continuaban siendo los pioneros en cuanto a rapidez, los americanos portaban, en sus últimas misiones, mejores sistemas de medición y fotografía en sus sondas. Apartado claramente visible en los documentos enviados en los programas Surveyor y Orbiter con calidades de imágenes nunca vistas antes, incluso algunas en color (figura 1.9). (Martos, 2010)

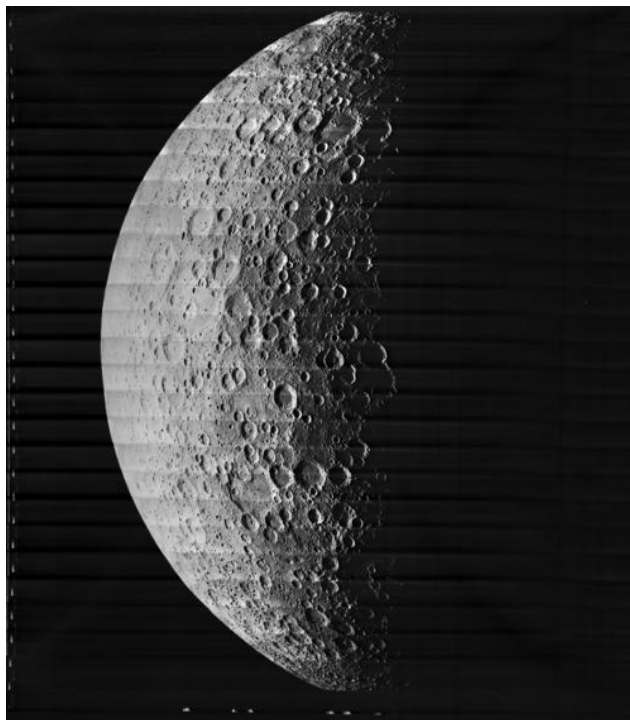


Figura 1.9: Foto de La Luna tomada por el satélite Orbiter. (NASA, 1967)

1.4.2. Viajes tripulados

Sí, ya se habían realizado vuelos tripulados anteriormente con los astronautas Yuri Gagarin o John Glenn, pero en este caso para lograr el viaje lunar era necesario el transporte de 3 astronautas al mismo tiempo dentro de la nave.

En este apartado comenzó adelantándose de nuevo los orientales. Esta sería su última vez como los primeros en lograr hitos espaciales, a partir de aquí EEUU se impondría, no solamente en cuanto a rapidez sino en la magnitud.

De ese modo comenzaron los soviéticos. Con el afán de ser los primeros lanzaron el programa Vosjod. El 12 de octubre de 1964 la nave Vosjod 1 realizó 16 órbitas alrededor de la Tierra, por primera vez con 3 integrantes dentro, V. Komarov, Feoktistov y Egorov. El deseo de ser los primeros en realizarlo fue tan grande (debido al acercamiento estadounidense) que se realizó en, la ya usada anteriormente nave Vostok, diseñada con capacidad para 1 solo integrante. Con el objetivo de aumentar el espacio se les impuso a los 3 tripulantes no llevar traje espacial ni escafandra, además de haber prescindido del sistema de eyección de asiento en caso de fallo. A pesar de las condiciones y las prisas la misión fue todo un éxito. Meses más tarde el 18 de marzo de 1965 volverían con la nave Vosjod 2 esta vez con la cápsula diseñada para 2 ocupantes y ambos llevando traje espacial. (Martos, 2010)

Aparte de probar los vuelos tripulados, la misión Vosjod 2 tenía otro objetivo paralelo que consistió en realizar el primer paseo espacial por parte de Alexei A. Leonov quien permaneció 12 minutos en el espacio exterior. Este sería el último logro de la Unión Soviética, acabando con su hegemonía el gran impulso de su gran competidor. (Martos, 2010)

Estados Unidos, que desde principios de los 60 empezó a desarrollar el Proyecto Apollo con el que se llegaría a la Luna en 1969, se basó en el Proyecto Gemini hasta finales de 1966 para realizar todas las pruebas de maniobrabilidad y de vuelos tripulados necesarias. (Martos, 2010)

Entre las pruebas realizadas se encuentran, misiones de larga duración Gemini-IV y Gemini-V de 4 días y 15 horas y 7 días y 22 horas respectivamente; evaluación de los distintos sistemas como el sistema de navegación inercial; la realización de EVAs en las misiones Gemini-X, Gemini-XI y Gemini-XII donde, en la última de ellas Buzz Aldrin, (quien sería en 1969 la segunda persona en pisar La Luna) permaneció durante 3 distintas EVA un total de 5 horas y 30 minutos en el espacio exterior. Por último el Programa Gemini fue imprescindible en el desarrollo de la tecnología y la perfección de las maniobras necesarias para el atraque de dos naves en órbita. (Siddiqi, 2018)

1.5. El Proyecto Apollo

El Apollo fue y ha sido hasta la fecha el programa espacial más famoso e importante. Con él se lograron los 6 viajes de mayor longitud del Ser Humano, viajes de 384.400 kilómetros desde la Tierra hasta la Luna, siendo los astronautas de cada una de las 6 naves Apollo los únicos pioneros en haber pisado el suelo lunar.

Desde Neil Armstrong hasta Harrison Schmitt, todos los astronautas que fueron a la Luna fueron los contribuidores de poner a EEUU en cabeza de la Carrera Espacial y en la cúspide de las encuestas sobre la potencia vencedora del enfrentamiento.

Para ello se va a comentar los avances tecnológicos que hubieron de gestarse, así como, la ruta elegida, los distintos vehículos espaciales y sus etapas y por último la misión más nombrada del programa, la misión Apollo 11, la primera misión en llevar a personas a la Luna.

1.5.1. ¿Cómo se iba a llegar a la Luna?

Primeramente, hubo que determinar qué tipo de ruta se escogía y cómo se organizaría el atraque entre distintos módulos, ya que completarla con un solo módulo era misión imposible. Finalmente, y después de grandes deliberaciones y cálculos detrás, se eligió el método LOR como solución al aterrizaje en La Luna. (NASA, 1992)

El método LOR explicaba que el vehículo translunar debía de estar compuesto de dos módulos con capacidad de maniobrar entre ellos, separándose y atracándose. De este modo habría un módulo orbital, el Módulo de Mando y Servicio figura 1.11, que se quedaría orbitando alrededor del astro con un tripulante dentro, mientras el Módulo Lunar, figura 1.10 aterrizaba en la superficie con los dos astronautas restantes. Así se reducía el peso en despegue desde la Luna reduciendo la cantidad de combustible y cohetes necesarios. (NASA, 1992)

Otro punto clave era también el atraque de nuevo de los dos módulos, es decir, el



Figura 1.10: El Módulo Lunar posado sobre La Luna. (CNN, 2021)

LM tras despegar de la superficie lunar, se colocaría en la misma órbita que el CSM y se volverían a unir, figura 1.12 (acción crítica de la misión al encontrarse a tanta distancia de la Tierra. Toda la responsabilidad caía en la acción humana, de ahí que se creara el Programa Géminis en el que se ensayaron todas estas maniobras). Una vez unidos, los dos astronautas que había pisado por primera vez el suelo lunar cruzarían al CSM con el que regresarían a la Tierra, tras desensamblarse del LEM dejándolo a su suerte en el Espacio. (NASA, 1992)

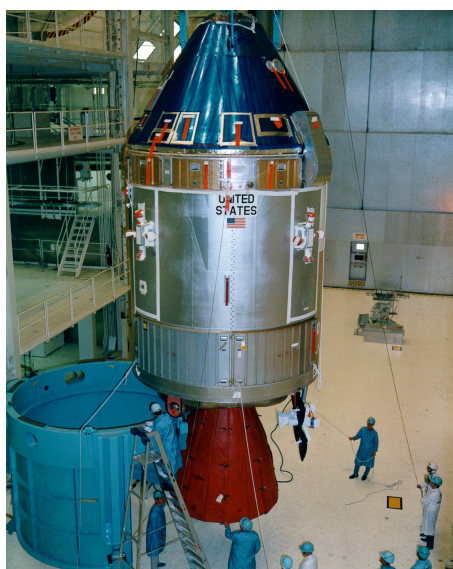


Figura 1.11: El Módulo de Comando/Servicio (CSM) Apollo 11 se está trasladando del puesto de trabajo para su inserción en el Adaptador de Módulo Lunar Saturn V en el Edificio de la Asamblea de Vehículos en el Centro Espacial Kennedy. (NASA, 1969)

El CSM estaba compuesto a la vez, de dos módulos distintos, la CM y el SM, figura 1.12. El SM guardaba el motor que permitiría el regreso a la Tierra. Una vez en órbita terrestre los astronautas dentro de la CM, se separarían del SM para la reentrada en la atmósfera del planeta. La CM estaba diseñada en su exterior con materiales de gran resistencia térmica debido a las extremas temperaturas que se alcanzan por el rozamiento a altas velocidades, y con paracaídas en su parte posterior, que se abriría

una vez llegasen a una distancia cercana al suelo. Sumando aproximadamente todo el conjunto una masa de aproximadamente 45.000 kg. (Martos, 2010)

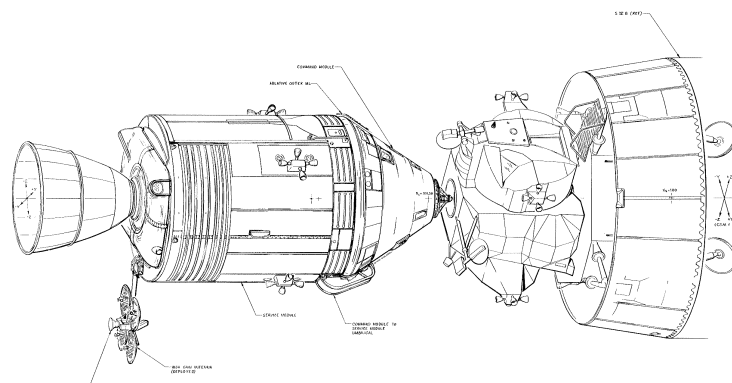


Figura 1.12: El CSM y el LM ensamblados (NASA, 2020a)

1.5.2. El lanzador más grande jamás construido

Para poder llevar esos 45.000 kg de masa hasta La Luna era necesario crear el mayor lanzador espacial hasta la fecha, proyecto encargado al, ya comentado ingeniero alemán Wernher Von Braun quien desarrolló el gigante de la ingeniería espacial, el Saturn V con 3 distintas etapas, figura 1.13.

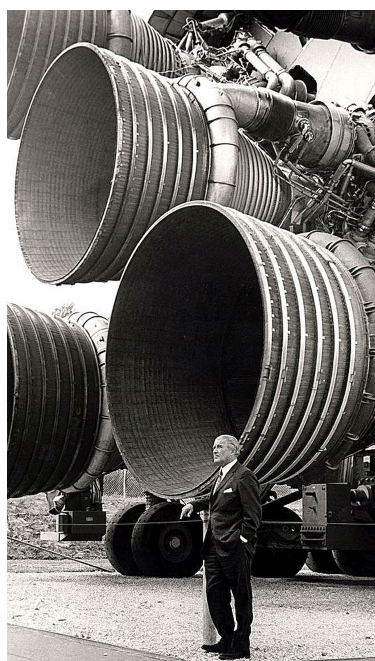


Figura 1.13: El Ingeniero Von Braun con su creación detrás los 5 motores F1 del Saturn V. (Hormigos, 2018)

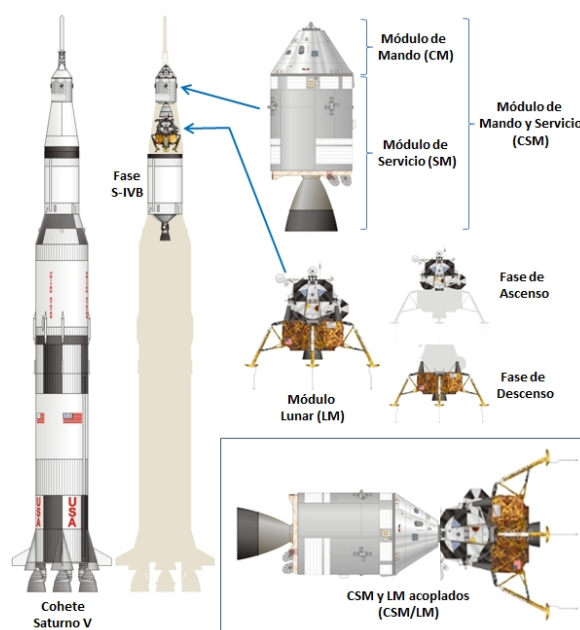


Figura 1.14: Elementos del Saturn V (Cosin, 2021)

La primera de ellas, la etapa S-IC teniendo que desarrollar un empuje cercano a 33.500 kN contaba ensamblados 5 motores cohete F-1, alcanzando un peso en despegue

con todos los depósitos de combustible llenos de 2.290.000 kg. Se utilizó queroseno RP-1 como combustible, por su mayor densidad que el hidrógeno lo que permitió unos tanques de combustible más pequeños, y era necesario quemarlo al ritmo estratosférico de 15.000 kg por segundo para alcanzar los 33.500 kN necesarios en el despegue. (Martos, 2010)

Tras funcionar a plena potencia durante 160 segundos, los motores F-1 se quedarían sin combustible a la altura de 70 km y una velocidad de 980 m/s comenzando la segunda etapa. Juntamente con la separación de esta primera etapa del resto del cohete, se encendían los 5 motores cohete J-2 de la etapa S-II que utilizaban en este caso LH2 y LO2 proporcionando 5.200 kN de empuje, que para alcanzar los 176 km de altura y los 7 km/s de velocidad al final de la fase debían quemar 170 kg de H2 y 935 kg de O2 por segundo. (Martos, 2010)

Para la tercera y última etapa se tenía un único motor J-2 utilizando los mismos combustibles que la etapa anterior. Este motor era el único de todo el despegue que debía poder encenderse y apagarse, al tener que, esta etapa, la etapa S-IVB poner a la nave en órbita terrestre donde se direccionaría. Más tarde, se requería volver a encender dicho motor para acelerar y poner la nave rumbo a La Luna. (Martos, 2010)

En la figura 1.14 se puede ver como el CSM (donde iban los astronautas) y la LM se situaban en la parte superior del cohete, siendo la única parte de la nave que quedaba tras la expulsión de su tercera fase. Formando en conjunto el gigante de 110,6 metros de altura, 10 metros de diámetro (en la fase S-IC) y 3 toneladas de peso fue y sigue siendo, de momento, el cohete espacial más grande construido. (Martos, 2010)

1.5.3. El Apollo 11, los primeros pasos en la Luna

Con todo preparado, el lanzador Saturn V diseñado con los módulos CSM y LM en su interior y la trayectoria que debían seguir calculada, estaba todo listo para llegar a la Luna. Esperadamente, al ser demasiado arriesgado llevar astronautas a bordo sin haber probado antes los diseños, se decidió dirigir las primeras misiones del Apollo a modo testear todos los componentes para que el día del vuelo final no fallara nada.

Entonces ocurrió la tragedia con la primera misión, Apollo 1. El 27 de enero de 1967 perdieron la vida Virgil Grissom, Edward White y Roger Chaffee convirtiéndose en los primeros astronautas de la Nasa fallecidos, al incendiarse el CM en el que se encontraban, en una misión rutinaria del Apollo. Dicha tragedia retrasó los esquemas de la Nasa, teniendo que reconstruir el CM y poniendo en duda si se cumpliría la llegada a la Luna en la década. (NASA, 2015)

No fue hasta el 11 de octubre de 1968 con el Apollo 7 en una misión en la órbita terrestre, cuando se volvieron a realizar pruebas con el lanzador Saturn V. En las siguientes misiones Apollo 8 y Apollo 10 sirvieron para confirmar la viabilidad de llegar hasta la Luna, orbitar alrededor de ella y regresar, asegurando la seguridad de la tripulación, cediendo el testigo al Apollo 11. (NASA, 2008)

La misión Apollo 11 despegó el 16 de julio de 1969 desde el complejo de la NASA

en Cabo Cañaveral, con los Astronautas Neil Armstrong como comandante, Michael Collins y Buzz Aldrin en el interior del Saturn V (figura 1.15). Tras completar las primeras fases con éxito hasta colocarse en órbita lunar, 5 días pasados del despegue y en su decimotercera revolución a la Luna, los dos módulos se desatracaron con *Armstrong* y *Aldrin* a bordo del LM dispuestos a aterrizar en la superficie del astro y Collins esperándoles en órbita dentro del CSM.



Figura 1.15: De izquierda a derecha Neil Armstrong, Michael Collins y Buzz Aldrin, la tripulación del Apollo 11. (NASA, 2008)

El aterrizaje, maniobra que solo se había ensayado virtualmente, se realizó a mano, con Armstrong a los mandos de la nave y con el combustible limitado, necesario para llegar a la superficie. La presencia de una zona de cráteres obligó a Armstrong en la maniobra a tener que ir a una zona ligeramente más lejos de la prevista, plantando la nave en el Mar de la Tranquilidad, con 17 segundos restantes de combustible (NASA, 2008). Minutos más tarde, Armstrong pondría el primer pie en la Luna pronunciando la mundialmente, recurrente e histórica frase:

“Es un pequeño paso para el hombre, pero un gran salto para la humanidad”

(Armstrong, 1969)

Los EEUU habían batido a la URSS y además, cumplido con la promesa de llegar a la Luna en la década de los 60, constituyendo su éxito más importante de la Carrera Espacial. A su vuelta los astronautas no tuvieron complicaciones y 195 horas después del despegue fueron recogidos en el Océano Pacífico, tras descender en paracaídas. La gesta fue celebrada por todo el país coronando a los astronautas como héroes nacionales. 10 personas más caminarían sobre la Luna en el Programa Apollo hasta 1972, que su cancelación supuso el fin de las expediciones humanas a la Luna hasta la actualidad. (NASA, 2008)

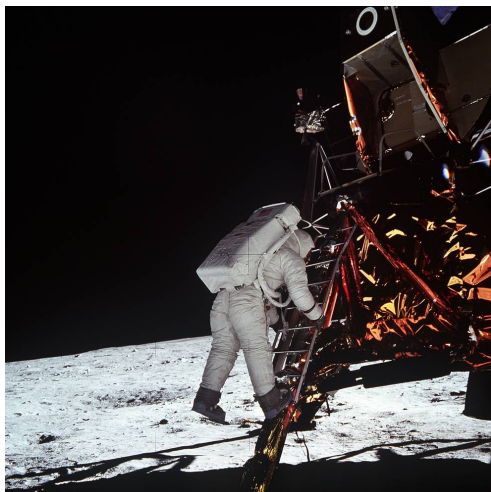


Figura 1.16: Buzz Aldrin bajando por la escalera del LM. (NASA, 2019)

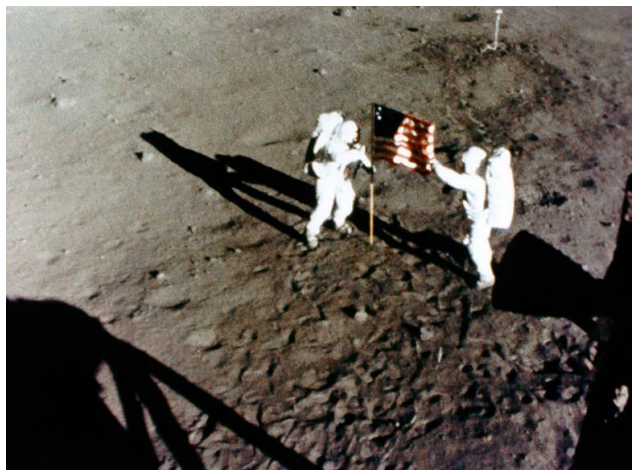


Figura 1.17: Amstrong y Aldrin colocando la bandera de los EEUU en la superficie lunar. (NASA, 2018b)

1.6. El fin de la Carrera Espacial

Tras décadas de enfrentamiento estratégico, tensiones paralelamente creadas por la Guerra Fría y fortunas elevadas de dinero gastadas por ambos países en la Carrera Espacial llegaron por primera vez los primeros indicios de una posible cooperación. (Betz, 2020)

La inversión de dinero había sido brutal y parecía seguir igual si no se producía un cambio en la relación política. En los últimos años, tras el alunizaje del Apollo 11 se produjo una separación en las miras del desarrollo espacial. Los Estados Unidos, aprovechando su logro se centró en la llegada de misiones a la Luna hasta su fin con el Apollo 17, ganando experiencia en misiones tripuladas de largo alcance y con astronautas excelentemente preparados. Mientras que la Unión Soviética se desarrolló en el campo de la automatización y en vuelos espaciales de larga duración en baja órbita terrestre, con la construcción de las primeras estaciones espaciales en su Programa Soyuz. Ambas potencias deseaban las potencias de sus adversarios. (Betz, 2020)

Como consecuencia de la disminución de las tensiones de la Guerra Fría, en el periodo denominado "Détente", los dos países se dispusieron a colaborar en un proyecto espacial, no sin recibir numerosas críticas por parte de ambos bandos relacionadas con el robo de información. (Betz, 2020)

El programa se denominó Apollo-Soyuz y donde, como su nombre indica conteniendo los nombres de ambas naves espaciales, la Apollo por parte estadounidense y la Soyuz por parte soviética se atrancarían en órbita terrestre, figura 1.18. La misión tuvo lugar el 17 de julio de 1975, viéndose en la figura 1.19 con el efusivo apretón de manos entre los dos astronautas, el comandante de la nave Soyuz Alexei Leonov y el tripulante de la nave Apollo Thomas Stafford a más de 225 km sobre la superficie de la Tierra, momento considerado como fin de la Carrera Espacial y un símbolo para el

inicio de la paz. (Betz, 2020)



Figura 1.18: El Proyecto de cooperación Apollo-Soyuz (1975). Un paso para el fin de la Guerra Fría. (NASA, 2018a)



Figura 1.19: Leonov (izquierda) y Stafford (derecha) intercambiando el simbólico apretón de manos, tras el atranque de las naves Apollo y Soyuz. (NASA, 2018a)

1.6.1. La era de la cooperación

El simbólico gesto del Apollo-Soyuz en la búsqueda de la mejoría de las relaciones se quedó a medias tintas. Las tensiones, no resueltas de la aún activa Guerra Fría ponían muy difíciles las cosas. No sería hasta años después de su fin que llegaría el proyecto real de cooperación ya tras la caída de la URSS con la Estación Espacial Internacional. Se trató de la continuación del Programa Freedom desarrollado por EEUU cuyo objetivo era colocar una estación espacial en órbita terrestre, que debidos a recortes presupuestarios se tuvo que modificar en 1993 y transformarse en la ISS actual, vista en la figura 1.20. (Solaz, 2007)

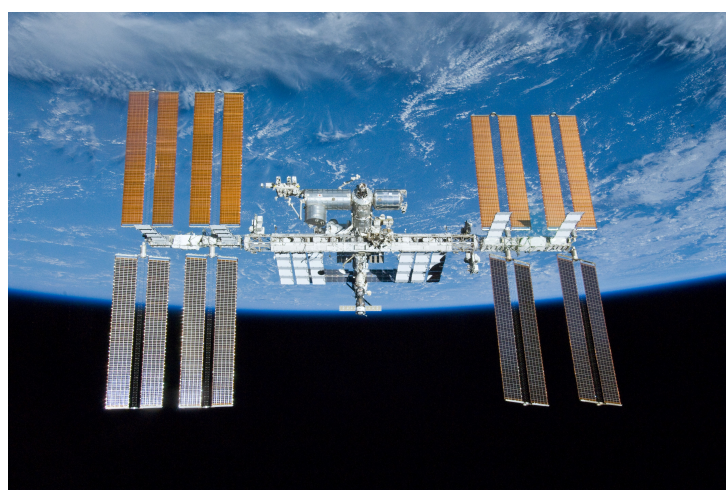


Figura 1.20: La Estación Espacial Internacional vista desde el Espacio con la Tierra detrás. (ESA, 2014)

Al proyecto inicial Freedom, la NASA ya invitó a las agencias espaciales de Japón (JAXA), de Europa (ESA) y de Canadá (CSA) a trabajar conjuntamente en su construcción, sin embargo, con los cambios sufridos en 1993 ya con el fin de la Guerra Fría se invitó también a Rusia a formar parte del proyecto que costó finalmente más de 100 mil millones de euros y 13 años construirla, en la que actualmente trabajan 16 países: EEUU, Canadá, Rusia, Japón, Italia, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Noruega, Francia, España, Alemania, Gran Bretaña, Suecia, Suiza y Brasil. (ESA, 2014)

1.7. ¿Quién fue el vencedor de la Carrera Espacial?

Este es un tema controvertido, no hay una clara opinión que establezca el claro ganador. Lo que sí es cierto es y como se puede ver en la tabla 1.1 con las misiones más relevantes de la Carrera Espacial, es la diferenciación de dos periodos claros de dominancia, los primeros años con la URSS a la cabeza siendo la pionera en todos los avances espaciales y los años finales con la dominancia de los EEUU por medio de su programa Apollo.

Se puede tratar desde dos perspectivas diferentes. En primer lugar, considerar los hitos más importantes como hechos sueltos y analizar su repercusión por separado. En este caso la URSS sale beneficiada con toda la supremacía mostrada durante los primeros años donde se adelantaron a los EEUU en todos y cada uno de los avances.

En segundo lugar, se puede aplicar la perspectiva a la Carrera Espacial como una carrera de fondo, como una especie de evaluación continua. En este caso sería EEUU el vencedor porque a pesar de haber estado a la cola en los primeros envites, siguiendo la frase hecha: no es como se empieza sino como se acaba, gestó el mayor logro siendo el único en mandar personas a la Luna.

A esto hay que añadirle la tecnología más avanzada de EEUU en sus misiones, donde, aunque las realizaron en segundo lugar sus sistemas de medición eran superiores a los soviéticos.

Por último, cabe destacar el papel propagandístico que tomaron ambas potencias durante aquel periodo. Los logros de la URSS, tratada como el enemigo de occidente fueron tenidos en baja consideración, dándoles una consideración menor de la que en realidad tenían. Los EEUU, influencia máxima en todo occidente se encargó de promocionar al máximo sus logros y con mayor énfasis se programa Apollo. Estas razones fueron las que han dado una opinión general de ganador a EEUU e infravaloración a la URSS, aunque como se ha comentado no está claro hacia qué lado se inclina la balanza.

| Misión | Objetivo |
|--|---|
| Sputnik 1 , 1957 | Primer satélite en órbita terrestre (URSS) |
| Sputnik 2 , 1957 | Primer satélite con vida en su interior (URSS) |
| Vanguard , 1958 | Primer satélite autosuficiente (EEUU) |
| Lunik 2 , 1959 | Primera sonda en colisionar con la Luna (URSS) |
| Lunik 3 , 1959 | Las primeras fotografías tomadas de la cara oculta de la Luna (URSS) |
| Vostok 1 , 1961 | Primera persona en el Espacio, Yuri Gagarin (URSS) |
| Vostok 3 , 1963 | Valentina Tereshkova primera mujer en el Espacio (URSS) |
| Luna 9 , 1966 | Primer objeto en aterrizar en suelo lunar (URSS) |
| Luna 10 , 1966 | Primera Estación Espacial en órbita lunar (URSS) |
| Lunar Orbiter , 1966 | Primer atlas lunar y fotografías de alta resolución de la Luna (EEUU) |
| Vosjod 1 , 1964 | Primer vuelo espacial con 3 tripulantes (URSS) |
| Vosjod 2 , 1965 | Alexei A. Leonov, primera persona en salir al Espacio (URSS) |
| Gemini 12 , 1966 | Buzz Aldrin, la EVA más larga de la época, 5 horas y 30 minutos |
| Apollo 10 , 1969 | Primeros astronautas en ver la cara oculta de la Luna (EEUU) |
| Apollo 11 , 1969 | Primeros astronautas en aterrizar en la Luna (EEUU) |
| Apollo 12-14-15-16-17 , 1970-1972 | Continuas misiones de aterrizaje en la Luna (EEUU) |

Tabla 1.1: Misiones más relevantes de la Carrera Espacial. (Martos, 2010)

1.8. Misiones a la Luna tras la Carrera Espacial

La capacidad estratégica y militar que otorgaba el desarrollo tecnológico espacial que tan buscado fue con la Guerra Fría dejó de ser un aspecto primordial en sus últimos años, lo que supuso un parón en la puesta en marcha de nuevas misiones espaciales y, por tanto, en las misiones a la Luna. Desde las misiones Luna 24 en 1976 de la URSS e ISEE-3 en 1978 de la NASA hubo un periodo de más de 10 años en el que ninguna misión espacial tuvo como destino la Luna.

No fue hasta 1990 cuando comenzó la segunda etapa en las misiones a la Luna con la misión japonesa Hiten. Esta etapa se caracteriza por la entrada de nuevas agencias espaciales, como es el caso de la misión Hiten, y el enfoque de los estudios en los materiales lunares, agua, hielo o rocas lunares. En la siguiente tabla 1.2 se han numerado las misiones más importantes a la Luna desde 1990.

| Misión | Objetivo |
|-----------------------------|--|
| Hiten , 1990 | Primera sonda lunar construida fuera de EEUU o la URSS (JAXA) |
| SMART-1 , 2003 | Primera misión robótica de la ESA en la Luna (ESA) |
| Kaguya , 2007 | Misión para el estudio global de la Luna, su origen, evolución y la distribución de minerales (JAXA) |
| Okina , 2007 | Misión para operaciones en la cara oculta de la Luna (JAXA) |
| Chang'e 1 , 2007 | Primera misión lunar de China (CNSA) |
| Chandrayaan-1 , 2008 | Primera sonda lunar de la India (ISRO) |
| LCROSS , 2009 | Misión en búsqueda de hielo lunar (NASA) |
| Chang'e 2 , 2010 | Segunda misión china a la Luna (CNSA) |
| Yutu , 2013 | Primer todoterreno no tripulado chino (CNSA) |
| 4M , 2014 | Primera sonda lunar privada y primera misión comercial (Luxspace) |
| Beresheet , 2019 | Primer módulo lunar israelí (SpaceIL) |
| Chandrayaan-2 , 2019 | Segunda misión lunar de la India (ISRO) |
| Chang'e 5 , 2019 | Misión de recogida de muestras lunares (CNSA) |

Tabla 1.2: Misiones más relevantes a la Luna desde 1990. (de Frutos, 2020)

Parte II
Aspectos Jurídicos

Capítulo 2

Introducción al Derecho Espacial

2.1. Conceptos básicos sobre Derecho Espacial

El Derecho Espacial es una rama especializada junto con el Derecho marítimo y aéreo, esencial dentro de la exploración espacial, que nace de la necesidad de regular las condiciones y relaciones que se hicieron manifiestas con la evolución del hombre, lo que derivó en la Carrera Espacial, y en el desarrollo de las comunicaciones vía satélite. (Ramón, 2017)

Se trata de un concepto de gran controversia en varios apartados debido a su relativamente poca vida y las dudas que generan las ambigüedades de los temas que abarca. Se puede establecer una definición del Derecho Espacial como:

“El conjunto de principios y reglas que ordenan las condiciones en que deben desenvolverse la exploración, el uso y explotación del Espacio y de los cuerpos celestes, los vehículos que por ellos circulan, el personal responsable de su tripulación y las relaciones jurídicas que surjan como consecuencia de tales actividades”

(Ramón, 2017)

Que de manera resumida se define como:

“El que legisla las actividades de los Estados y los Entes privados en el Espacio Ultraterrestre, la Luna y los Cuerpos Celestes”

(Ramón, 2017)

Se van a enumerar y definir, a modo de aclaración, varios conceptos sobre el Derecho Espacial básicos que se utilizan de manera recurrente en el trabajo:

Como derecho está integrado por principios y reglas aplicables a situaciones contempladas.

Espacio

« Se considera como el cielo atmosférico. Tiene las características de infinito, indefinido, ilimitado, incorpóreo, abstracto y no concreto. Rodea los cuerpos del universo, tanto naturales como artificiales»

(Ramón, 2017)

Espacio Ultraterrestre

« Se define a partir de criterios como los siguientes: su límite comienza aproximadamente alrededor de los 80 km y 100 km desde la Superficie terrestre; es aquel espacio donde los objetos dejan de navegar y comienzan a desplazarse »

(Ramón, 2017)

El tema sobre el alcance del Derecho Espacial es un tema de controversia porque no existe una definición exacta sobre dónde comienza el Espacio Ultraterrestre y dónde termina el espacio aéreo de la Tierra. Al no haber un límite claro entre las dos zonas, este vacío exige que haya una zona mixta donde convivan las legislaciones espacial y aérea. (Becerra, 2014)

2.1.1. Sujetos del Derecho Espacial

El comportamiento del Ser Humano no es tratado de la misma forma según el lugar en el que realice una actividad:

« Se discute si el sujeto del Derecho Espacial es la persona que ha podido actuar fuera de la gravitación terrestre; el que interactúa en el Espacio Exterior; el que modifica dicho lugar; o el que es modificado por aquel »

(Ramón, 2017)

| Kilómetros | Situaciones |
|------------|--|
| 15-20 | No se producen las funciones de presión atmosférica No se proporciona oxígeno |
| 25 | El aire tiene una baja densidad Las cabinas deben de ser herméticas |
| 40 | Se absorben los rayos cósmicos, ultravioleta y radiaciones solares por parte del cuerpo humano |
| 50 | Nivel máximo de elevación aerodinámica |
| 120 | Más allá de la región de absorción meteórica |
| 200 - 250 | Resistencia del aire próxima a cero |

Tabla 2.1: Las condiciones de vuelo en función de la altura. (Ramón, 2017)

En la siguiente tabla 2.1, se ven las distintas condiciones a las que los astronautas se someten en las misiones espaciales en función de la altura a la que se encuentran

2.1.2. El objeto aeroespacial

No hay una clara definición de objeto espacial en las distintas fuentes del ámbito de Derecho Espacial. Según se comenta en el libro de (Ramón, 2017):

- **El art. 4 del Registro Español de objetos lanzados al espacio ultraterrestre de 1995** constata que el concepto de objeto espacial se extiende tanto a sus partes componentes como al vehículo propulsor.
- **El Tratado del Espacio de 1967** no aporta definición.
- En el **art. VII del Tratado de 1967**, se habla de propiedad del objeto lanzado al espacio, y se amplía el concepto, pero sin acotarlo, al decir que además del objeto, se considerarán también comprendidos los objetos llevados o construidos sobre un cuerpo celeste, así como sus elementos constitutivos, continuando completos mientras estos objetos o elementos se encuentren en el espacio extra-atmosférico o en un cuerpo celeste, y cuando regresen a la Tierra.
- **El Tratado sobre la Responsabilidad por Daños de 1972** o el **Tratado sobre Matriculación de Objetos de 1976** hablan de “objetos lanzados sobre una órbita terrestre o más allá de ella”.

Sobre el vehículo espacial, al tener distintas fases que se van desprendiendo se plantean diversas cuestiones, abogándose por considerarse partes desprendidas en la atmósfera terrestre de los lanzadores como objetos espaciales.

Otro problema que surge es el momento a partir del cual los objetos/vehículos se empieza a considerar objetos espaciales. A pesar de que, en Tratado sobre responsabilidad se establece que debe incluirse en la noción de "lanzamiento" la posibilidad de tentativa de lanzamiento, un satélite no es determinado jurídicamente como objeto espacial hasta una vez comenzado el lanzamiento. (Ramón, 2017)

Respecto a las nuevas naves desarrolladas se propone el término de vehículo aero-espacial. Estas naves tienen la capacidad de despegar con despegue horizontal y autónomo en la pista de un aeropuerto, realizar vuelos espaciales en órbita y de mismo modo tras la reentrada en la atmósfera, aterrizar en un aeropuerto terrestre. (Ramón, 2017)

Este es el caso del ya en desuso transbordador espacial, que desde una perspectiva jurídica es considerado vehículo espacial en los momentos que está en Espacio exterior y una aeronave en el momento de despegue o aterrizaje y vuelo en la atmósfera. (Ramón, 2017)

2.1.3. Desechos espaciales

Se considera un desecho espacial a todo objeto artificial que resulta de actividad humana, alejándolos de otros objetos de carácter natural como aerolitos o meteoritos. Dentro de esta definición se incluyen los satélites inactivos tras finalizar su misión o trozos de ellos, objetos abandonados o perdidos durante misiones, los desechos provocados por una explosión o colisión o los desechos producidos como consecuencia del desgaste de los objetos espaciales. (Ramón, 2017)

2.1.4. La similitud con el Derecho del mar

El Derecho Espacial, al contrario del pensamiento que a priori se nos viene a la cabeza, está muy relacionado con el Derecho del mar y se aleja del Derecho Aeronáutico, cuya diferencia radica en dos mayoritarias razones.

En primer lugar, el Derecho Aeronáutico solo se aplica dentro de la soberanía de cada nación y son las propias naciones las que lo dictaminan, siendo los espacios internacionales como las regiones polares o la alta mar zonas de libre paso y sobrevuelo. (Becerra, 2014)

En segundo lugar, el espacio aéreo tiene un carácter intangible, no se puede utilizar con fines de explotación o exploración. La jurisdicción aeronáutica solo afecta a restricciones al sobrevuelo de países, asimilándose más al derecho de transporte o de paso. Las libertades que este dictamina son (Becerra, 2014):

- El privilegio de sobrevolar un territorio sin tener que aterrizar.
- El privilegio de aterrizar por razones técnicas.
- El privilegio de dejar pasajeros, correo o carga tomados del lugar de origen de la aeronave.
- el privilegio de recoger pasajeros, correo y carga destinados al lugar de origen de la aeronave.
- El privilegio de dejar y recoger pasajeros, correo o carga procedentes o destinados a otro Estado contratante.

En cambio, El Derecho del mar y el Espacial (que se analiza con más detenimiento en los puntos posteriores) comparten muchos aspectos, entre los que se pueden destacar (Becerra, 2014):

- Tanto el alta Mar como el Espacio son regiones libres para la exploración y el uso.
- Se prohíbe en ambos la reclamación de la soberanía por parte de las naciones.
- Se exige en ambos que su uso sea exclusivamente para usos pacíficos.
- El conjunto de leyes aplicadas al mar y la formación del Tratado del Mar sirven como una base de apoyo para la formación del Derecho Espacial.

Son por estas razones de similitud entre ambos, por lo que se considera que el Espacial deriva, en una parte, del Marítimo (Becerra, 2014).

2.2. Los dueños de la Luna

2.2.1. La Luna fue chilena

La Luna, aunque no sea muy creíble, ya tenía dueño antes de que Armstrong pusiera el primer pie sobre su superficie. Pertenecía a un particular chileno llamado Jenaro Gajardo Vera (figura 2.1).

Jenaro era un abogado aficionado a la poesía y amante de los telescopios, habitante de la ciudad del centro de Chile, Talca, que fue la primera persona en poseer la Luna. El intelectual deseaba introducirse en el club social de Talca, sin embargo, fue rechazado por carecer de patrimonio al ser uno de los requisitos para ser socio. Jenaro, como gran pensante se dispuso a cambiar aquello y al día siguiente se presentó en la notaría local para poner a su nombre a La Luna en su afán de conseguir patrimonio y ser aceptado. (BBC, 2019)

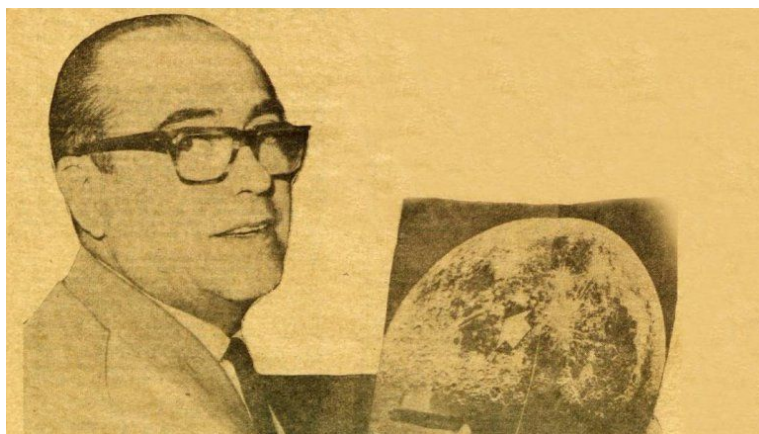


Figura 2.1: Jenaro Gajardo Vera, el primer dueño de la Luna. (Reinhold, 2020)

Por lo que, tal y como obligaba la legislación chilena, Jenaro hubo de notificar públicamente en el Diario Oficial, diario chileno, la intención de propiedad de su deseado terreno, la Luna y esperar 30 días a reclamaciones. Un mes más tarde, al no recibir ningún tipo de respuesta ni de reclamación, volvió a la notaría a inscribir el satélite a su nombre. En el documento de propiedad de la figura 2.2 se podía leer:

“Jenaro Gajardo Vera, abogado, es dueño, desde antes del año 1857, uniendo su posesión a la de sus antecesores, del astro, satélite único de la Tierra, de un diámetro de 3.475.00 kilómetros, denominada LUNA, y cuyos deslindes por ser esferoidal son: Norte, Sur, Oriente y Poniente, espacio sideral. Fija su domicilio en calle 1 oriente 1270 y su estado civil es soltero. Jenaro Gajardo Vera. Carné 1.487.45-K. Ñuñoa. Talca, 25 de septiembre de 1954”. (Alvarez, 2018)

No solo se convirtió el dueño de la Luna, sino que además la inscribió por solamente 42 pesos chilenos. No fue su afán el sacar dinero por ella y es que el peculiar hombre, según sus declaraciones, lo hizo por dos razones:

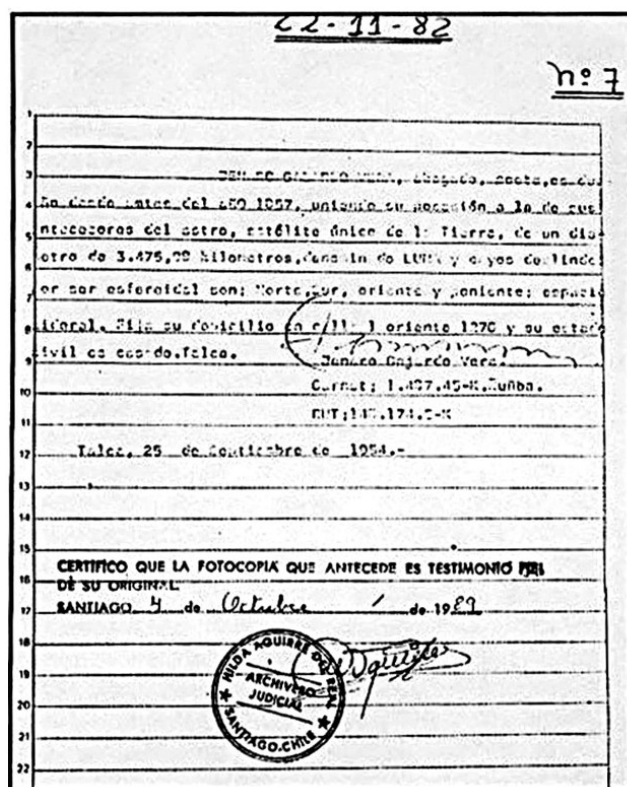


Figura 2.2: El documento que acreditaba a Jenaro como dueño de la Luna. (Alvarez, 2018)

“No la inscribí con ese afán. Si obtenía dineros por ella, la historia se echaría a perder. Quise hacer un acto poético de protesta interviniendo en la selección de los posibles habitantes del satélite y sacarle partido para que la Humanidad tuviera un poco más de paz” (Reinhold, 2020)

Su segundo objetivo era aumentar la fama de la Sociedad Telescópica Interplanetaria de Talca, un grupo creado por él mismo que sería una especie de comité de bienvenida para los primeros extraterrestres que llegaran al país sudamericano. (BBC, 2019)

“Para afianzar el prestigio del grupo, a la vez que darle fama, decidí inscribir el satélite lunar a mi nombre. Hice todo el papeleo legal correspondiente y cumplí con todos los requisitos que exige el artículo 58 del Conservador de Bienes Raíces de nuestro país” (BBC, 2019)

A pesar de sus palabras afirmando su correcta inscripción, lo cierto es que no existe ningún documento en la oficina de registro de Talca que acredite a Jenaro como dueño de la Luna. Además, habría sido imposible adjudicársela en esa oficina al hallarse el astro fuera de su jurisdicción. (BBC, 2019)

Sea como fuere, la historia cierta o no, existe el rumor por palabras del propio Jenaro de que el mismísimo Richard Nixon le pidió permiso por carta para aterrizar en la Luna antes de la misión Apollo-11. A lo que él respondió:

“En nombre de Jefferson, de Washington y del gran poeta Withman, autorizo el descenso de Aldrin, Collins y Armstrong en el satélite lunar que me pertenece. Y lo que más me interesa no es solo un feliz descenso de los astronautas, de esos valientes, sino también un feliz regreso a su patria. Gracias, señor presidente” (Alvarez, 2018)

Finalmente, Don Jenaro moriría en 1998 a los 79 años de edad, no sin antes haber escrito en su herencia:

“Dejo a mi pueblo la Luna, llena de amor por sus penas”(Alvarez, 2018)

2.2.2. El vendedor de terrenos lunares

Ser dueño de terrenos en la Luna es más fácil de lo que parece, solo hay que contactar con Denis M. Hope, quien está encantado de vender parcelas de su gran finca. Denis, un ciudadano estadounidense que en 1980, ya con los tratados más relevantes del Derecho Lunar redactados, alegando el vacío legal de que en dichos Tratados, las prohibiciones de soberanía de la Luna y demás Cuerpos Celestes solo afectaban a empresas y naciones, excluyendo a particulares, decidió registrar a su nombre toda la superficie de la Luna, así como de todos los planetas del Sistema Solar y sus correspondientes satélites a excepción de la Tierra y el Sol.(figura 2.3) (Lunarembassy, 2022)



Figura 2.3: Denis M. Hope con todos los certificados de propiedad de la Luna y de los planetas del Sistema Solar. (Lunarembassy, 2022)

Con interés de vender las parcelas adquiridas, el terrateniente escribió numerosas cartas a la ONU y al gobierno ruso declarando sus intenciones. Al no recibir respuestas a sus repetidos intentos se dispuso a vender los terrenos. (Lunarembassy, 2022)

Actualmente, Denis es el propietario de la empresa *Lunar Embassy*, a través de la cual se compran los terrenos y donde se afirma su autoría por el gobierno de los EEUU, e incluso mediante un escrito, de dudosa estética y oficialidad, firmado por la

entonces Secretaria de Estado Hillary Clinton. (Lunarembassy, 2022)

En la página web de su empresa (figura 2.4), de dudosa estética y abarrotada de documentos ratificando la legalidad de su negocio, se proclama como la única empresa legal vendedora de terrenos Lunares, en comparación con las otras páginas web que, como indican, solo pretenden quedarse con el dinero de la gente. Su sitio web es el medio por donde se pueden comprar las subdivisiones lunares cuyo precio es de 24,99 dólares por cada acre (aproximadamente 0,4 hectáreas), con capacidad de incluir tu nombre en tu parcela por 2,5 dólares. (Lunarembassy, 2022)



Figura 2.4: La página web de *Lunar Embassy* donde se puede elegir qué planeta comprar. (Lunarembassy, 2022)

Según sus propias declaraciones, Hope cuando abrió la empresa estaba arruinado y la empresa ha supuesto la totalidad de sus ganancias hasta la fecha con más de 6 millones de compradores, entre lo que se encuentran, los expresidentes norteamericanos: George H.W. Bush, Jimmy Carter y Ronald Reagan o las celebridades de Hollywood: Tom Hanks, Tom Cruise, Nicole Kidman y Meg Ryan. (Usi, 2004)

A pesar de sus más que cuestionables afirmaciones de la veracidad de la venta y su propiedad de todo el Sistema Solar, lo cierto es que si las cifras de las ventas son correctas, el negocio le ha salido a pedir de boca.

2.2.3. Muestras de la Luna por toda la Tierra

La NASA en sus múltiples aterrizajes en la Luna recogió diversas muestras de suelo lunar, entre ellas rocas, polvo, entre otros. Sin embargo, no todas están en propiedad del Gobierno de los EEUU, algunas han acabado en manos de personas particulares que mediante el robo o la donación de personal de la NASA las han adquirido.

Uno de los casos más sonados fue el de Joann Davis, viuda de Robert Davis. Su marido, que por finales de los 60 trabajaba como gerente del programa Apolo 11 de la NASA, empleado por North American Rockwell, que al terminar la misión se llevó como recuerdo una parte del escudo térmico de la nave Apollo 11 y un pisapapeles con una diminuta muestra de polvo lunar del tamaño de un grado de arroz, como se puede observar en la figura 2.5, que el mismísimo Neil Armstrong le entregó a modo de reconocimiento por su trabajo. (Barbash, 2017)

Muchos años después de la muerte de su marido Robert en 1986, en 2011 debidos a problemas familiares, Joann se dispuso a vender las muestras lunares que aún poseía. Para ello contactó con la NASA para acercarla a un posible comprador. La NASA en ese momento, al creerse que podría tratarse de material robado, ya había ocurrido en varias ocasiones, montaron una operación encubierta donde un empleado se hizo pasar por el comprador y al citarse con Joann para el intercambio le arrebataron a la fuerza las muestras. (Barbash, 2017)



Figura 2.5: La diminuta muestra lunar en el pisapapeles de Joann Davis. (Barbash, 2017)

Los agentes no tuvieron en cuenta que, aparte de tratarse de material obtenido y querer venderlo de manera legal, contactando incluso con dicha organización, Joann tenía 74 años y en la operación de recuperar las piezas la disminuyeron entre varios agentes y posteriormente la interrogaron durante 1 hora en un coche con su ropa húmeda después de haberse orinado encima debido a la situación. (Barbash, 2017)

El caso llegó a los juzgados y tras cuestionar la actuación de los agentes en la operación, quienes podrían perfectamente haber solicitado su devolución, le dieron la razón a Joann en cuanto a los métodos utilizados y ambas partes llegaron a un acuerdo por el que la NASA indemnizó a Davis con 100.000 dólares. (Barbash, 2017)

Otro caso más reciente es el de Laura Cicco, quien en 2018 presentó una demanda a la NASA por miedo a que le confiscaran la muestra de polvo lunar que Neil Armstrong le había regalado a su padre cuando ella solo tenía 10 años. (Lussenhop, 2018)

Su padre, Tom Murray y Armstrong al ser presumiblemente amigos y ambos pertenecer a una sociedad secreta de renombrados aviadores de Cincinnati, el famoso

astronauta le entregó a su padre el frasco con el que había recogido las primeras muestras de polvo lunar (figura 2.6) que aún contenía restos y una nota firmada por él donde se leía: (Lussenhop, 2018)

“Para Laura Ann Murray, la mejor de las suertes, Neil Armstrong, Apolo 11” (Lussenhop, 2018)



Figura 2.6: El frasco con polvo lunar y la nota firmada que Armstrong le dio a Laura Cicco. (CrónicaViva, 2018)

A pesar de que un experto hubiese identificado la nota como auténtica, aún no se llegó a una resolución, dejando abierto el debate si debe ser el gobierno de EEUU el único propietario de todos los materiales lunares extraídos. De hecho, se trata de un tema muy delicado, ya que de todas las 250 muestras que EEUU donó a otros gobiernos mundiales faltan unas 150 y se presupone que muchas se vendieron en el mercado negro. (Lussenhop, 2018)

2.3. Composición del suelo lunar

La geografía lunar y su composición son aspectos claves para las próximas misiones, donde se pretende utilizar elementos del suelo lunar para reabastecer las naves con combustible o para la obtención de oxígeno necesario para respirar, haciendo viable su habitabilidad.

La superficie se encuentra recubierta en su totalidad de un polvo lunar llamado Regolito.

En el suelo lunar se distinguen dos regiones (Ramón, 2017):

1. Los mares que son las regiones más bajas y oscuras. Sus rocas son basálticas abundando silicatos de magnesio y hierro
2. Las zonas de los cráteres que son las más elevadas y luminosas. Sus rocas son anortositas, predominando silicatos de aluminio y calcio.

Donde la superficie, se encuentra recubierta en su totalidad de un polvo lunar llamado Regolito.

2.3.1. Regolito

El Regolito (figura 2.7) está compuesto de diferentes elementos químicos y su distinta extracción es el proceso clave para las futuras misiones.

El elemento más abundante en el Regolito es el oxígeno con un porcentaje en masa del 40 % al 45 %, pero este oxígeno está ligado químicamente en forma de óxidos, en forma de minerales o vidrios, haciendo imposible su inmediata obtención. (ESA, 2020)



Figura 2.7: El regolito lunar, con la huella de la bota de Neil Armstrong. (Space.com, 2012)

Uno de los mayores problemas asociados a su obtención es la gran cantidad de energía necesaria para extraer el oxígeno del regolito. A pesar de lo beneficioso que sería la energía nuclear para el proceso, la construcción de una planta nuclear en la Luna pone en duda su viabilidad. (Ramón, 2017)

Recientemente, se han desarrollado métodos como la electrólisis de sal fundida. Esto implica colocar el regolito en una canasta de metal que contiene sal de cloruro de calcio fundida como electrolito, calentada a 950 °C. A esta temperatura, el regolito permanece sólido, facilitando la extracción del oxígeno. Además, el proceso deja metales que podrían ser utilizados en otras aplicaciones. (ESA, 2020)

2.3.2. Hielo lunar

La presencia de hielo lunar es también otro aspecto clave para la obtención de combustible en la Luna.

Estudios recientes han concluido que podría encontrarse agua helada en unos 40.000 km cuadrados del subsuelo lunar. Se cree que las moléculas de agua se produjeron debido al impacto en la Luna de pequeños meteoritos en las zonas denominadas “trampas frías” y la posterior reacción química con el hidroxilo. Las “trampas frías” (se observan en la figura 2.8) son pequeñas regiones lunares que nunca reciben luz

solar, pudiendo alcanzar los 163 grados bajo cero, siendo un almacén perfecto para el agua. NationalGeographpic (2020)

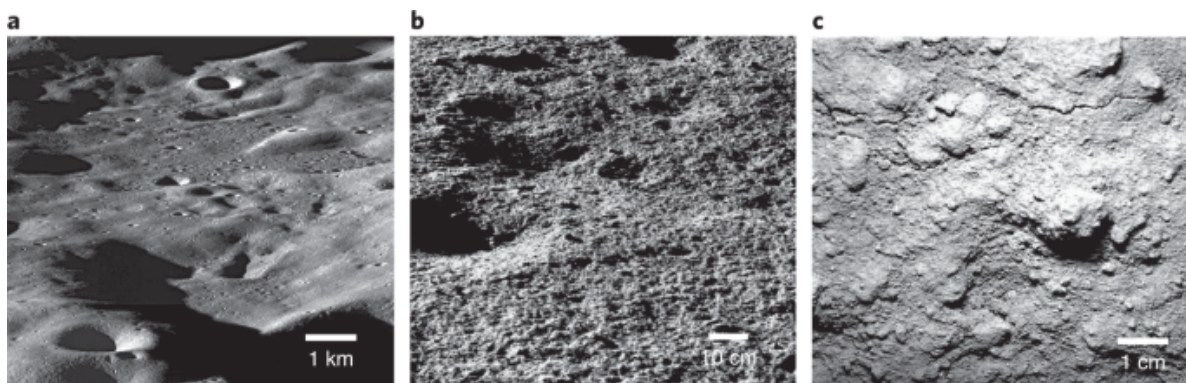


Figura 2.8: Fotos de 3 distintas “trampas frías” donde se almacena agua en la Luna (nature astronomy, 2020)

La importancia de su obtención radica en la extracción del hidrógeno que contiene, componente clave en el combustible espacial donde se usa en mezcla con oxígeno. Es necesario, todavía, averiguar cómo de accesible es el hielo del subsuelo como recurso o cómo se almacenará el hidrógeno una vez obtenido, pero solo su presencia ofrece numerosas posibilidades. (NationalGeographpic, 2020)

La presencia de oxígeno e hidrógeno sumado a la baja gravedad lunar, 6 veces menor que en la Tierra, establece al astro como una plataforma ideal de lanzamiento o como un observatorio espacial excelente. Además, su posibilidad de obtención facilita el establecimiento de bases permanentes en la Luna (figura 2.9) en las que, si fuera estrictamente necesario transportar los elementos desde nuestro planeta, el coste sería desorbitado. (Ramón, 2017)



Figura 2.9: Representación artística de una posible base futura en suelo lunar. (ESA, 2020)

Capítulo 3

El Derecho Espacial

En la década de los años 60 con el auge de la exploración espacial, donde se conseguían logros cada vez más rápidamente en medio de la Carrera Espacial y con las previsiones de la próxima llegada a la Luna se hizo necesaria la redacción de un apartado jurídico que regulara todas las actividades que se pudieran dar en el Espacio.

A finales de los años 50 los EEUU y la URSS comenzaron a pensar en la necesidad de la implantación de un régimen jurídico con el que se amparase las actividades espaciales y con el que evitar batallas futuras en un “nuevo colonialismo” por los cuerpos celestes. (Ramón, 2017) y (USDepartmentofState, 2017)

Se formularon tres resoluciones con interés de EEUU y por medio de la ONU, la Resolución 1472 (XIV) en 1959, la Resolución 1721 (XVI) de 1961 y la Resolución 1802 (XVII) de 1962. Las tres haciendo énfasis en el interés de la humanidad en la utilización del espacio solamente con fines pacíficos. Sin embargo, la URSS se quedó al margen debido a las tensiones de la Guerra Fría. (Ramón, 2017) y (USDepartmentofState, 2017)

No fue hasta 1963, tras la firma del Tratado de prohibición de ensayos nucleares cuando la URSS admitió a cooperar en el apartado espacial. A finales de ese mismo año se firmó por medio de la Comisión Espacial la Resolución XVIII, esta vez con ambos países de acuerdo. En la resolución se formularon los principios legales que rigen las actividades de los estados en la exploración y uso pacífico del espacio ultraterrestre, donde se estableció la prohibición de la colocación de armas de destrucción masiva en el Espacio. (Ramón, 2017) y (USDepartmentofState, 2017)

Esta declaración fue, el precedente del *Tratado de los principios legales que rigen las actividades de los Estados en el espacio ultraterrestre, la luna y los cuerpos celestes*, aprobado por Resolución 2222 (XXI) de 1967, comúnmente conocido como el Tratado del Espacio (OST) o Carta Magna Espacial. (Ramón, 2017)

El OST se convirtió en el primer gran tratado sobre la exploración y el uso con fines pacíficos del espacio, en la figura 3.1 se puede ver a los principales representantes de cada país en la firma del tratado.



Figura 3.1: El presidente Lyndon Johnson, a la derecha, estrecha la mano del embajador soviético Anatoly Dobrynin en la ceremonia de firma del Tratado del Espacio Exterior (Chang, 2017)

A continuación se enumeran los distintos escritos realizados en el ámbito jurídico espacial desde 1967 hasta la actualidad (Ramón, 2017):

Fuentes en el ámbito del Derecho Espacial

- Carta Magna Espacial o **Tratado del Espacio** de 1967.
- Convenio sobre el rescate de los astronautas y de objetos lanzados al espacio ultraterrestre de 1968.
- Convenio sobre la responsabilidad internacional por los daños causados por los objetos espaciales de 1971.
- Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre de 1974.
- Principios que gobiernan el uso por los estados de satélites artificiales para la transmisión de televisión internacional directa de 1982.
- **Acuerdo Luna**: Acuerdo que gobierna las actividades de los estados en la luna y los cuerpos celestes, en vigor desde 1984.
- Principios relativos al Sondeo Remoto de la Tierra desde el Espacio Exterior aprobados en 1986.
- Principios relevantes al uso de la energía nuclear en el espacio exterior aprobado en 1992.
- Declaración Internacional sobre Cooperación Internacional en la Exploración y Uso del Espacio Ultraterrestre de 1997.
- **Los Acuerdos de Artemisa**: Principios para la cooperación en el uso y exploración civil de la Luna, Marte, cometas y asteroides con fines pacíficos de 2020.

objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía”. Convirtiendo a este artículo en el más controvertido. Refiriéndose tanto a las actividades estatales como a las de entidades o personas privadas. Sin embargo, se establece más adelante que los objetos lanzados al espacio o construidos en él seguirán perteneciendo al Estado que los haya lanzado o fabricado, introduciendo así el principio de la propiedad privada. (Ramón, 2017)

Otro artículo polémico es el 4, limitando el uso del espacio solo para fines pacíficos, prohibiendo su militarización tanto en la puesta en órbita de armas nucleares o armas de destrucción masiva como en el establecimiento de bases militares en los cuerpos celestes. (Ramón, 2017)

El principio de cooperación entre países está muy presente en Tratado apareciendo en varios de sus artículos. En el artículo 5 se llama a la cooperación en caso de astronautas en peligro. En el artículo 9: *“los Estados Partes en el Tratado deberán guiarse por el principio de la cooperación y la asistencia mutua”* o en el 10 donde *“A fin de contribuir a la cooperación internacional se pide que todos los Estados estén en igualdad de condiciones para observar el vuelo de objetos espaciales”*. (Ramón, 2017)

Por último, se refiere a las responsabilidades propias de los Estados, los cuales deberán hacerse responsables de todos los daños que puedan causar sus objetos lanzados, así como vigilancia de las actividades espaciales que realicen sus organismos gubernamentales y no gubernamentales para que se ajusten con el Tratado. (Ramón, 2017)

El Tratado del Espacio sirvió como base del Derecho Espacial y respecto del cual se formularon los 4 grandes tratados posteriores:

- Convenio sobre el rescate de los astronautas y de objetos lanzados al espacio ultraterrestre de 1967.
- Convenio sobre la responsabilidad internacional por los daños causados por los objetos espaciales de 1971.
- Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre de 1974.
- Acuerdo Luna: Acuerdo que gobierna las actividades de los estados en la luna y los cuerpos celestes, en vigor desde 1984.

3.1.1. Resumen de los artículos del tratado

A continuación se presenta un resumen los artículos presentes en el tratado:

- **Artículo 1:** Se establece que la exploración y utilización del espacio ultraterrestre deberá hacerse en beneficio de todos los países independientemente de su grado de desarrollo. Habiendo libertad de acceso a todas las regiones de los cuerpos celestes.
- **Artículo 2:** No se podrá reivindicar la soberanía de ninguna parte del espacio, ni de cuerpos celestes.

- **Artículo 3:** Las actividades de exploración se deberán realizar conforme el derecho internacional público y la Carta de las Naciones Unidas.
- **Artículo 4:** Se establece el uso del espacio y cuerpos celestes únicamente con fines pacíficos, prohibiendo la colocación en órbita de cualquier arma de destrucción masiva y el establecimiento de bases militares.
- **Artículo 5:** Todos los astronautas en el espacio que se encuentren en una situación de peligro deberán ser ayudados por los Estados Miembros, independientemente de su nacionalidad.
- **Artículo 6:** Los Estados Partes deberán hacerse responsables de que las actividades realizadas por sus ambas entidades, gubernamentales y no gubernamentales cumplan con el tratado.
- **Artículo 7:** Los Estados Partes se harán responsables de los daños que puedan ocasionar, incluida la Tierra, el lanzamiento de sus propios objetos.
- **Artículo 8:** Los Estados Parte mantendrán la jurisdicción de los objetos espaciales que o hayan lanzado desde la Tierra o hayan construido en el espacio.
- **Artículo 9:** La exploración y explotación espacial deberá realizarse basándose en el principio de cooperación y la asistencia mutua, teniendo en cuenta los intereses de los otros países. Se deberá evitar la posibilidad de contaminación del medio terrestre por la extracción de materiales extraterrestres. Se podrán abrir consultas entre Estados Partes si no se cumple la normativa.
- **Artículo 10:** Se brindarán oportunidades de forma igualitaria, a todos los Estados Parte con el fin de observar el lanzamiento de objetos espaciales.
- **Artículo 11:** Los Estados Parte convendrán en informar a la ONU, al público y la comunidad científica de la naturaleza, marcha, localización y resultados de las actividades realizadas.
- **Artículo 12:** Las instalaciones establecidas en los cuerpos celestes serán accesibles a todos los Estados Parte.
- **Artículo 13:** El tratado se aplicará a todas las actividades espaciales realizadas ya sea por un Estado Parte o por varios de ellos en un proyecto de cooperación.
- **Artículo 14:** El tratado está abierto a la firma. Se designa a EEUU, Inglaterra y la entonces URSS como países depositarios.
- **Artículo 15:** Cualquier Estado miembro puede proponer enmiendas, entrando en vigor en caso de mayoría en votación.
- **Artículo 16:** Cualquier Estado puede retirarse después de un año de su entrada en vigor.
- **Artículo 17:** Se depositarán copias de dicho tratado en los Gobiernos depositarios quienes se encargarán de remitir copias certificadas a los Estados signatarios y adherentes.

3.2. Acuerdo Luna

3.2.1. Bases del Acuerdo Luna

El *Acuerdo que Gobierna las Actividades de los Estados en la Luna y otros Cuerpos Celestes*, mayormente conocido como el Acuerdo Luna es el último de los 5 Tratados de la ONU. Se abrió a firma el 18 de diciembre de 1979, pero no fue hasta el 11 de julio de 1984 cuando entró en vigor. (Ramón, 2017)

El Tratado cuenta con una baja adhesión en la comunidad internacional con 18 Estados Parte y 4 signatarios, como se ve en la figura 3.3, lo que supone que solo el 15 % aproximadamente, de Estados Parte del OST hayan ratificado este Acuerdo restándole gran parte de su legitimidad. Donde ni EEUU, ni Rusia, ni China, las principales potencias mundiales lo han firmado. (UNOOSA, 2021)

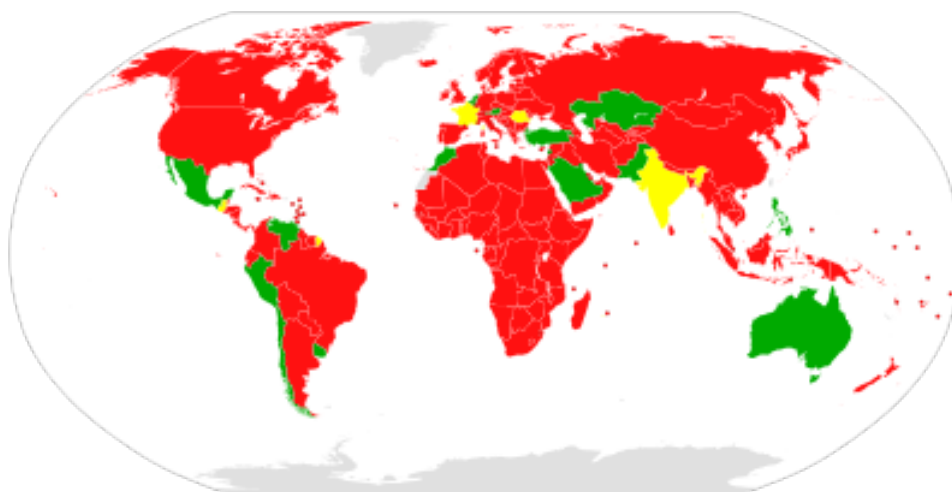


Figura 3.3: Mapa con los Estados Parte y signatarios del Acuerdo Luna. *En verde los Estados Parte. En amarillo los países signatarios. En rojo los países no participantes.* (de Frutos, 2020)

Con la entrada en vigor del Acuerdo se pretendía actualizar la regulación de las actividades espaciales del Ser Humano, comportándose como una continuación del OST. Su mayor particularidad es la adición de límites a la explotación de los recursos naturales de la Luna, siendo este el uno de los principales motivos de su baja aceptación. (Ramón, 2017)

En regla general presenta muchas similitudes con el Tratado sobre el Espacio Exterior siendo muchos de sus artículos claras duplicidades. Sin embargo, presenta algunas novedades interesantes a comentar.

Las dos primeras aparecen en el primer artículo en cuanto a régimen de aplicabilidad. En este se establece que el término Luna incluirá tanto las órbitas alrededor del astro como las trayectorias que se dirijan hacia ella. Dicha afirmación supone ya una posible interpretación abierta a variaciones, cabiendo la posibilidad de que se le aplique la normativa, a una nave que sigue una trayectoria orbital

interplanetaria, realizando asistencias gravitatorias de corrección de dirección con la Luna, dándole al Tratado un ámbito extremadamente extenso de aplicación. (Becerra, 2014)

La segunda, en el mismo artículo corresponde con los posibles objetos que puedan llegar a la Tierra de manera natural, refiriéndose a cometas, asteroides o meteoritos, a los cuales no se les aplicará dicho Tratado. Sugiriendo que los materiales extraídos del Espacio por el Ser Humano y llevados a la Tierra, sí estarán sujetos a esta normativa.

Otro nuevo procedimiento es el relacionado con la transparencia en la comunicación y la información proporcionada, obligando en todo momento y en la medida de lo posible una continua información al Secretario General de la ONU, a la comunidad científica y al público internacional.

Es el **artículo 11** el de mayor novedad y al mismo tiempo el de mayor polémica, siendo uno los principales motivos de su baja adhesión, que contiene las principales regulaciones a la propiedad del Espacio y sus recursos. (Ramón, 2017)

De forma análoga con el OST, se prohíbe cualquier forma de soberanía de cualquier parte de la Luna por parte de las naciones, entidades, organizaciones o personas físicas y la presencia de material o personal en regiones de la Luna no generará derecho a su propiedad. También se contempla el libre derecho a la exploración en igualdad para todos los Estados sin discriminación de ningún tipo.

La principal fuente de discrepancia del artículo 11 está relacionada con la normativa en cuanto a los recursos lunares. Se establece que, *“La Luna y sus recursos naturales son patrimonio común de la Humanidad”* prohibiendo así cualquier forma de propiedad sobre ellos. (Ramón, 2017)

Más adelante se formula, *“Los Estados Partes[...]se comprometen a establecer un régimen internacional[...]que rija la explotación de los recursos naturales de la Luna.”*, restringiendo su libre explotación y uso. Finalmente, se enumera los objetivos que dicho régimen internacional deberá cumplir:

1. *“El desarrollo ordenado y seguro de los recursos naturales de la Luna.”*
2. *“La ordenación racional de esos recursos.”*
3. *“La ampliación de las oportunidades para el uso de esos recursos”.*
4. *“Una participación equitativa de todos los Estados[...]en los beneficios[...], teniéndose especialmente en cuenta los intereses y necesidades de los países en desarrollo, así como los esfuerzos de los países que hayan contribuido directa o indirectamente a la explotación de la Luna.”*

3.2.2. Futuro del Acuerdo Luna

El artículo 11, que restringe la explotación de los recursos lunares fue el más polémico del tratado y no han sido pocas las presiones ejercidas para su modificación.

En 1994 se intentó modificarlo, sin embargo, la Asamblea General de la ONU, encargada de la revisión concluyó que no era necesaria su actualización del Tratado, ya que por el momento no era viable tecnológicamente todavía la explotación de recursos naturales. (Ramón, 2017)

El COPUOS, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, recibió propuestas para estudiar el Acuerdo y el por qué de su baja aceptación. Entre las propuestas sugeridas para su actualización se encuentran las Propuestas de la Asociación de Derecho Internacional (ADI), quien (Ramón, 2017):

- Sugirió modificación de la frase referida a la Luna *“patrimonio común de la Humanidad”* por *“incumben a toda la humanidad”* en relación con los Cuerpos Celestes, devolviendo la Luna al estatus jurídico común a todo el espacio.
- Se propuso la modificación de la limitación de la explotación de los recursos lunares, con el objetivo de hacer viable un uso de carácter comercial, incitando a un desarrollo sustentable en la Luna, teniendo en cuenta la igualdad entre Estados en la explotación y el no agotamiento de los recursos lunares utilizando prácticas sostenibles.

Por último se defiende la utilización de recursos In-Situ (ISRU) en misiones de exploración espacial de larga duración, con el objetivo de, mejorar las tecnologías, ya que con el regolito se podría disminuir el peso de las naves y aumentar la seguridad de la tripulación quienes en situaciones de incertidumbre pudieran usar recursos lunares para resolverlas. (Ramón, 2017)

3.3. El Programa Artemisa

3.3.1. Los Acuerdos Artemisa

El 13 de octubre de 2020 el Administrador de la NASA y los representantes de 8 agencias espaciales más firmaron los Acuerdos Artemisa (o Artemis).

Formulados, presentados y promovidos por EEUU (NASA) que pretenden ser la nueva norma jurídica para la explotación de los recursos espaciales en las próximas misiones del Programa Artemisa. (Wright, 2020)

Los propósitos de los nuevos Acuerdos es, según el texto, *“La adhesión a un conjunto práctico de principios, directrices y mejores prácticas para llevar a cabo actividades en el espacio ultraterrestre tiene por objeto aumentar la seguridad de las operaciones, reducir la incertidumbre y promover el uso sostenible y beneficioso del espacio para toda la humanidad”*, donde parte de los Acuerdos descritos, contienen principios establecidos ya en el Tratado del Espacio Exterior por lo que están estrechamente vinculados a las normas existentes de derecho espacial. Parecen haber sido diseñando para mostrar intenciones de cooperación y evitar la imagen de un poder hegemónico por parte de EEUU. (Newman, 2020) y (Wright, 2020)

Pero estos Acuerdos no han sido internacionalmente bienvenidos. La redacción se ha realizado por medio de la NASA, obviando los canales tradicionales del derecho

espacial internacional, la COPUOS que es el comité mediante la cual se habían formulado históricamente todos los Tratados espaciales y no siendo negociados con las distintas agencias espaciales en dicho comité. (Wright, 2020)

De hecho, no hubo información de los Acuerdos hasta una semana antes de su publicación, donde se describieron como *“un pacto para la minería lunar.”* (Roulette, 2020)

Por ello los Acuerdos Artemisa, actualmente solo están firmados por 14 Estados, EEUU inclusive. Los 8 primeros países signatarios, EEUU, Australia, Canadá, Italia, Japón, Luxemburgo, Emiratos Árabes Unidos y Reino Unido son colaboradores naturales del Programa Artemis y EEUU y fueron los países entre los que se negociaron y formularon los Acuerdos. Del mismo modo con países restantes, Ucrania, Brasil, Corea del Sur, Nueva Zelanda, México e Israel, todos ellos países aliados estadounidenses. (Newman, 2020) y (Wright, 2020)

Sin embargo, la ausencia de países con grandes agencias espaciales deja en duda su legitimidad y alimenta la idea de que se trata de una muestra de poder por parte de EEUU. Las grandes ausentes Rusia, quien declaró que el Programa Artemis es excesivamente *“estadounidense”* y China, además de Alemania, Francia, India, la ESA y ningún país africano no hacen sino aumentar esa idea. (Newman, 2020)

A pesar de ser unos acuerdos revolucionarios en el campo jurídico espacial, con la oposición de grandes potencias mundiales los acuerdos seguramente encontrarán resistencia diplomática y su mera existencia puede provocar resistencias y tensiones en los foros tradicionales de la ONU. (Newman, 2020)

3.3.2. Bases de Los Acuerdos Artemisa

El escrito se compone de 13 secciones que se pueden dividir en 3 grupos.

El primero de ellos sitúa los Acuerdos Artemisa dentro de la jurisdicción espacial internacional realizada hasta el momento, a excepción del Acuerdo Luna que es nombrado en todo el escrito. En esta cuestión se enfatiza que actividades espaciales deben tener *“fines pacíficos”* y realizarse *“en conformidad con el derecho internacional pertinente.”* Se ratifica que se debe cumplir en todo momento con el Acuerdo sobre el salvamento, la devolución de astronautas. (Wright, 2020)

El segundo grupo se relaciona con normativa de actuación específica, como el interés en la transparencia de intercambio de información, debiendo notificar al Secretario General de la ONU, a la comunidad científica y al público general en la medida de lo posible y fomentar la cooperación entre Estados. También se hace referencia a la basura espacial, donde los Estados signatarios se hacen responsables de desarrollar un plan para la eliminación de la basura espacial en sus misiones. (Wright, 2020)

En tercer lugar, se agrupan las novedades de los Acuerdos, que abarcan los principios de extracción y explotación de los recursos lunares, los procedimientos de

arreglo de conflictos entre Estados y por primera vez en el Derecho Espacial se habla de la protección del patrimonio lunar. Como característica del grupo se destaca la libertad de interpretación por parte de cada país de los artículos del OST que tienen relación con estas novedades. (Wright, 2020)

3.3.3. Diferencias con el OST y el Acuerdo Luna

Como ya se ha comentado, estas novedades se basan en la libre interpretación del OST para que las nuevas propuestas entren dentro del marco legal.

En primer lugar, se incluye el principio de la protección del patrimonio lunar en su sección 9 donde formula:

“Los Países signatarios tienen la intención de preservar el patrimonio del espacio ultraterrestre, que consideran que comprende sitios de aterrizaje humanos o robóticos históricamente significativos, artefactos, naves espaciales y otra evidencia de actividad en cuerpos celestes de acuerdo con estándares y prácticas desarrollados mutuamente.” (NASA, 2020b)

Se trata de una afirmación que beneficia principalmente a EEUU, con las llegadas de tripulación a la Luna del Programa Apollo o sus distintos robots enviados a la Luna y a Marte. Rusia también se podría ver beneficiada de esta sección gracias a sus primeras sondas que aterrizaron en la Luna.

Se produce una clara discrepancia con el artículo 2 del OST y con el polémico Artículo 11 del Acuerdo Luna donde se nombra que, *“La Luna no puede ser objeto de apropiación nacional mediante reclamaciones de soberanía, por medio del uso o la ocupación, ni por ningún otro medio”*.

En segundo lugar, la explotación de los recursos espaciales, discutida en la sección 10. Se permite su explotación porque, *“ la utilización de los recursos espaciales puede beneficiar a la humanidad al proporcionar un apoyo fundamental para operaciones seguras y sostenibles”*, además se establece que *“la extracción de recursos espaciales no constituye inherentemente una apropiación nacional en virtud del Artículo II del Tratado del Espacio Ultraterrestre”*, sin embargo, se finaliza imponiendo que las actividades que se realicen con recursos lunares sean compatibles con la normativa del OST. (NASA, 2020b)

En este caso no se produce una clara contraposición al OST al comentar que su utilización no supondrá el derecho a la propiedad de los recursos. No se establece que la extracción de recursos sea legal, sino que dicha extracción no supondrá su apropiación nacional. (Wright, 2020)

Por último, en la sección 11 se comenta la “desconflicción” entre Estados. Para evitar enfrentamientos o interferencias en las actividades, los estados miembros facilitarán las localizaciones de sus vehículos y sus bases. Además de notificar de las actividades que van a realizar, se crearán las denominadas zonas seguras para

cada Estado, denominadas como, “*el área en la que las operaciones nominales de una actividad relevante o un evento anómalo podrían razonablemente causar interferencia perjudicial*”. Las zonas seguras están sujetas a una serie de factores (NASA, 2020b):

1. El tamaño y el alcance vendrá dado por el tipo de misión y el lugar donde se llevará a cabo y en la medida de lo posible en favor del trabajo de los científicos e ingenieros.
2. Las dimensiones, la naturaleza y la existencia de las zonas seguras pueden ir cambiando con el tiempo conforme cambie el estado de la misión o se añadan nuevas misiones.
3. Las zonas seguras serán temporales y se retirarán con el fin de la misión.
4. Los Estados deberán notificar al Secretario General de la ONU sobre el establecimiento, modificación o finalización de cualquier zona de seguridad.

La creación de las zonas seguras generará problemas jurídicos con respecto al, anteriormente comentado, artículo 2 OST, delimitando claramente zonas para uso únicamente de un Estado, aunque se declare que dichas zonas sean temporales y que se eliminarán al acabar las actividades. Otro artículo que se contradice con la prohibición de entrada a las zonas seguras por parte de otros Estados es el artículo 1. En su segundo párrafo se establece la libre exploración de todas las áreas de los cuerpos celestes.

Otro artículo susceptible de ser incumplido por las zonas seguras y la conservación del patrimonio histórico es el número XI del Acuerdo luna donde se establece que “*la colocación de personal, vehículos espaciales, equipos, instalaciones, estaciones e instalaciones sobre o debajo de la superficie de la Luna[...] no creará un derecho de propiedad sobre[...] cualquiera de sus áreas.*” (Wright, 2020)

Si bien es cierto que los Acuerdos Artemisa nombran la importancia del cumplimiento paralelo del OST y que la simple firma no supone violar el régimen jurídico espacial establecido, las futuras actividades en la superficie de la Luna y demás cuerpos celestes requerirá una gestión y desarrollo extremadamente cuidadosos. (Wright, 2020)

Parte III

Una Mirada hacia el futuro

Capítulo 4

Futuro de la Exploración Espacial

4.1. El programa Artemisa

El Programa Artemisa, presentado en 2020 (figura 4.1 es el nuevo proyecto espacial impulsado por EEUU con el que pretende revivir la exploración espacial.



Figura 4.1: El logo del nuevo Programa Artemisa (NASA, 2020c)

El Programa liderado por la NASA, empresas privadas del sector aeroespacial y agencias espaciales socias de otros países, como la ESA, la ASA, la AEM, la AEB, la JAXA y la CSA, tiene como objetivo el establecer antes de 2030 una presencia continuada tanto en la órbita Lunar como en su superficie con el establecimiento de bases tripuladas. (NASA, 2020c)

Será necesaria una nueva generación de vehículos espaciales. Entre ellos se ha implementado la nave espacial Orión, desarrollada por la ESA, destinada a albergar a los astronautas desde el lanzamiento en Tierra hasta la órbita lunar, donde se atracará con la Plataforma Orbital Lunar Gateway, otra nave espacial en desarrollo, diseñada para permanecer en órbita lunar y usarse como punto intermedio en las expediciones de aterrizaje en la Luna. Observable en la figura 4.2 (NASA, 2020b)



Figura 4.2: La nave espacial Orion, desarrollada por la ESA (ESA, 2018)

A su vez, se tendrá que desarrollar un nuevo lanzador capaz de llevar las nuevas naves espaciales a la Luna y con la mirada puesta en posibles misiones a Marte a partir de 2030. El SLS (Sistema de lanzamiento espacial), como se aprecia en la figura 4.3, como nuevo lanzador del Programa Artemisa, será el cohete más potente jamás creado llegando a producir un empuje de 35.500 kN. Como muchos cohetes, la propulsión del cohete se realiza por etapas.



Figura 4.3: Concepto artístico del cohete Space Launch System y la cápsula Orion preparada para el lanzamiento (NASA, 2022b)

Entre las misiones programadas en el programa en la actualidad solo se han confirmado 3. Las dos primeras misiones realizarán una trayectoria alrededor de la Luna para probar sus sistemas de exploración del espacio profundo. Actualmente, están

trabajando en el lanzamiento de Artemis 1 para 2022 (retrasado, originalmente era para 2020), un vuelo sin tripulación para probar juntas las naves SLS y Orion, además de la colocación de 13 satélites en órbita lunar. Artemis 2, el primer vuelo de SLS y Orion con tripulación, se lanzará en 2024 (originalmente para 2022). Y la misión Artemis 3 donde NASA aterrizará astronautas en la Luna para 2025 (originalmente para 2024), llevando a la Luna a la primera mujer y el primer astronauta no blanco. (Bettina, 2020)

Una de las novedades, siguiendo con la tendencia tomada durante los últimos años es la inclusión cada vez vigente de la empresa privada en el ámbito aeroespacial. De este modo el Programa Artemisa pretende establecer una base estable y tripulada en la Luna y abriendo la puerta a que las empresas privadas establezcan una economía lunar, con proyectos como la minería lunar o el turismo espacial, para que años después, tras la experiencia conseguida en el satélite poder trasladar las miradas a Marte, al que ya se pretende llegar en para 2030 y tener una colonia humana para 2117. (González, 2022)

4.1.1. Próximas misiones a la Luna

Se está produciendo un auge internacional en la exploración espacial y EEUU no será la única potencia en llegar a la Luna, en los próximos años está prevista una numerosa cantidad de misiones dirigidas al astro, por parte de las agencias espaciales de otros países. En la siguiente tabla 4.1 se ordenan las principales misiones destinadas a la Luna de los próximos años.

| Misión | Objetivo |
|--------------------------|---|
| Artemis 1 , 2022 | Primera Misión no tripulada del programa Artemis |
| KPLO , 2022 | Primera Misión Lunar de Corea del Sur |
| SLIM , 2022 | Primera Misión Lunar de Japón |
| Destiny+ , 2022 | Misión japonesa para sobrevolar el asteroide 3200 Faetón |
| Chang'e 6 , 2024 | Misión china de recogida de muestras del Polo Sur de la Luna |
| Artemis 2 , 2024 | Primera misión tripulada del programa Artemis |
| Luna 26 , 2024 | Resistencia del aire próxima a cero |
| Luna 27 , 2025 | Aterrizaje lunar planificado por Roscosmos en colaboración con la ESA |
| Artemis 3 , 2025 | Primera mujer y hombre no blanco en la Luna |
| Chang'e 8 , 2027 | Misión china para comprobar las tecnologías necesarias para construir una base científica lunar |
| Federatsia , 2027 | Proyecto de Roscosmos para reemplazar la Soyuz |

Tabla 4.1: Próximas misiones a la Luna. (de Frutos, 2020)

4.2. La repartición de la Antártida

Un paralelismo con la herencia de las misiones de exploración en la Luna propuesta por EEUU es lo que ocurre del mismo modo con la Antártida.

El enorme continente glaciar de más de 14 millones de kilómetros cuadrados es el cuarto continente más grande del Mundo y algunos países reclaman la soberanía de alguna parte de su territorio. (BBC, 2020)

Este reclamo está relacionado, en gran parte, con los primeros aventureros que llegaron al continente, estableciendo una relación de herencia donde los países reclaman la fracción de la Antártida en la que se establecieron sus expediciones. Como se puede apreciar en la figura 4.4 son 7 los países que reclaman su soberanía:

Países que reclaman soberanía en la Antártida

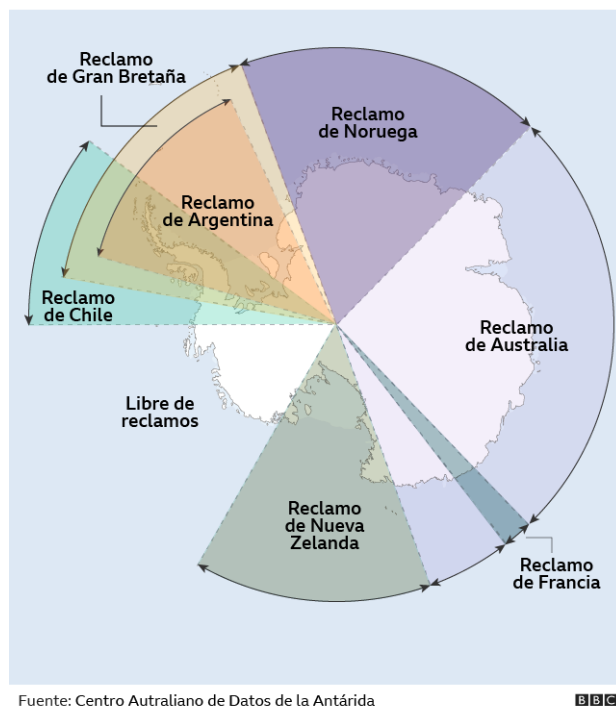


Figura 4.4: La Antártida separado en las distintas reparticiones (BBC, 2020)

En la zona noroeste se solapan los reclamos de Gran Bretaña, Argentina y Chile. El reclamo de Argentina viene por la consideración de la zona como una extensión del territorio de su provincia más al sur, Tierra del Fuego y donde establecieron la primera base científica del Continente en 1904. (BBC, 2020)

Reino Unido realizó su reclamo en 1908 superponiéndose al de Argentina, no debido a exploraciones, sino como una extensión de su territorio al tener en su control las islas colindantes de las islas Malvinas, Georgias del Sur y Sándwich del Sur. Del mismo modo hizo Chile en 1940 reclamando territorio solapado con Argentina y Gran Bretaña. (BBC, 2020)

Las zonas norte, este y sur que corresponderían a Noruega, Australia y una diminuta fracción a Francia y Nueva Zelanda respectivamente se reclamaron en función de las zonas que los primeros exploradores nacionales pisaron por primera vez. (BBC, 2020)

Sin embargo, la Antártida no tiene dueño al firmarse el Tratado Antártico que entró en vigor en 1961, un escrito firmado actualmente por 49 naciones, aunque solo los 29 que tienen bases en el territorio tienen capacidad de decisión, en el que se establece la no soberanía de la Antártida y su aprovechamiento únicamente con fines científicos y pacíficos. (BBC, 2020)

Cabe destacar también la gran riqueza natural que es la Antártida. El hielo que contiene en su superficie corresponde al 70% de toda el agua dulce mundial y se estima que es la tercera mayor reserva de petróleo del mundo y una gran fuente de minerales. Además de proporcionar ventajas en los sistemas de comunicaciones al no tener interferencias con otras señales. (BBC, 2020)

Con todo, debido a su gran cantidad de recursos y al Tratado Antártico se ven muchas similitudes con el tema de estudio del trabajo, la Luna que se puede ver en una posición similar.

Capítulo 5

Cuestiones Éticas

El Espacio está volviendo a ser un tema en primer plano. Cada vez son más los países que apuestan por el desarrollo de sus agencias espaciales, lo que ha aumentado considerablemente el número de misiones.

Este desarrollo internacional es un gran avance y ofrece vías para nuevos acuerdos entre países que favorecerían la exploración espacial. Sin embargo, este auge espacial trae consigo problemas éticos que si no se tratan en su momento pueden llegar a ser en un futuro problemas difíciles y muy costosos de solucionar.

Por ello son necesarios marcos jurídicos que no solo aborden los temas de la propiedad, explotación de recursos o el uso pacífico, aspectos que son totalmente necesarios y que contemplen las siguientes cuestiones éticas para facilitar la creación de planes que las solucionen.

5.1. Impacto medioambiental

5.1.1. Basura espacial

La basura espacial es un tema de preocupación mundial. El rápido aumento de los objetos lanzados y el de las misiones programadas, significa que se están creando cada vez más desechos. Dejar en órbita los satélites en desuso es un inconveniente debido a la lentitud con la que caen, cuya acumulación a la larga será una amenaza para las mismas tecnologías que se utilizan.

La Tierra tiene orbitando a su alrededor 7840 satélites aproximadamente, de los cuales solo 4,550 están activos, según el último registro en septiembre 2021 (UCS, 2021). A estos satélites se suman, los millones de partículas provenientes de desechos de otras misiones o como consecuencia de colisiones entre objetos o satélites. Estimaciones de la ESA dicen que, se encuentran orbitando 36500 objetos de tamaño mayor a 10 cm, 1 millón de objetos de tamaño entre 1 cm y 10 cm y 130 millones de objetos de tamaño entre 1 mm y 1 cm. En la figura 5.1 se puede ver la evolución de la basura espacial con los años (ESA, 2022)

La presencia de tanto objeto espacial supone un grave problema para las misiones. Los escombros espaciales llevan una velocidad de 10 km/s de media, lo que significa

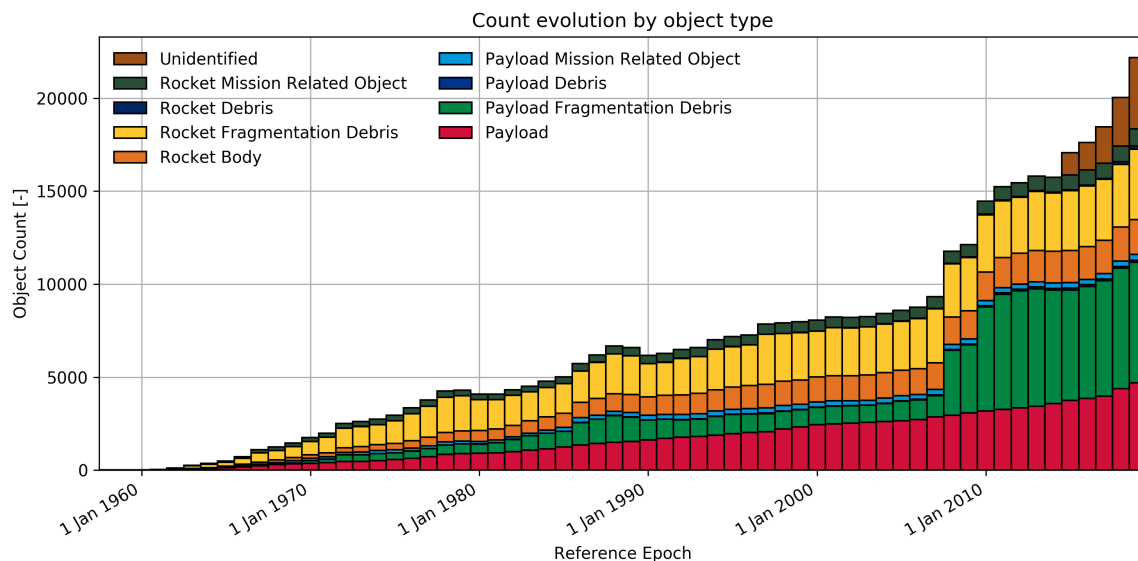


Figura 5.1: Evolución de basura espacial en todas las órbitas. Los colores se relacionan con diferentes fuentes de basura espacial (ESA, 2021a)

que la colisión con un fragmento de 1 cm genera la misma energía que un automóvil chocando a 40 km/h. Cualquier impacto entre una nave espacial o un satélite en desuso orbitando sin control produciría su destrucción inmediatamente produciendo todavía más partículas. (ESA, 2021b)

Ya se han dado colisiones entre satélites activos debido a la saturación de las órbitas terrestres. La primera colisión accidental entre dos satélites ocurrió el 10 de febrero de 2009, a 776 km de altitud sobre Siberia. Un satélite de comunicaciones estadounidense privado, Iridium-33, y un satélite militar ruso, Kosmos2251, chocaron a 11,7 km/s. (ESA, 2021a)

La Estación Espacial ha tenido que realizar 28 maniobras para evitar colisiones y 5 maniobras de colisión inminente donde no hay tiempo suficiente y los astronautas se refugian en la nave Soyuz acoplada. Los satélites en uso actualmente también se ven afectados continuamente, obligando a los operadores a programar maniobras de evasión que son muy costosas, por el tiempo en el registro y el cálculo de los riesgos empleado en las agencias y por la pérdida de información durante el proceso de maniobras. (ESA, 2021b)

Un control y una planificación al final de la vida de los satélites será esencial, además de una jurisdicción que dictamine la obligatoriedad de su retirada. En este apartado se puede ser optimista, Los Acuerdos Artemisa ya contemplan la necesidad, la responsabilidad propia con la basura espacial, aunque la poca adhesión de los Acuerdos y su reciente creación acercan a una visión más conservadora. En la figura 5.2 se puede ver un esquema de los objetivos a realizar para disminuir el volumen de escombros espaciales. (ESA, 2021b)



Figura 5.2: Esquema con las soluciones necesarias para eliminar la basura espacial (ESA, 2021b)

5.1.2. Impacto en la Luna

La Luna sería la otra gran damnificada. La más que probable minería lunar que se prevé en los próximos años supondrá cambios irreversibles en su superficie.

¿Tenemos los Seres Humanos la potestad de cambiar un Cuerpo Celeste, solo para aprovecharnos de sus materias? Es una cuestión de gran peso porque en menos de 100 años desde el primer aterrizaje humano, se pretende estar minando los recursos que habían permanecido en la Luna 4,5 miles de millones de años, siendo solo modificados por rocas espaciales de forma natural. No se sabe a qué ritmo se minaría ni, cuán rápido se agotarían los recursos, pero se hace evidente la notable diferencia en la escala de tiempos.

Otra cuestión importante es qué será lo siguiente tras el agotamiento de la Luna. En la actualidad se está produciendo la disminución de los recursos terrestres y las batallas por su obtención son cada vez mayores. ¿Cuánto tiempo pasará hasta que ocurra lo mismo en la Luna? Y ¿si se agotan los recursos lunares y terrestres, qué astro será el siguiente?

Todavía no se saben las respuestas a estas preguntas y desde la escala de tiempo humana, no se sabrán hasta un futuro lejano. Lo que sí está claro que el paso del Ser Humano por los cuerpos celestes no será en vano y podrá dejar daños irreversibles.

5.2. Impacto económico

Es públicamente conocido lo caro que es el sector espacial. En los últimos años, se está invirtiendo cada vez más en el Espacio. Sin embargo, tras el proyecto Apollo, con el fin de la Carrera Espacial y la Guerra Fría hubo un periodo de tiempo en el que el Espacio dejó de ser un tema principal, perdiendo gran parte de su presupuesto.

La cantidad de dinero invertido en la Carrera Espacial fue ingente, pero en cierto modo estuvo “justificado”. Con la Guerra Fría en su máximo esplendor, Rusia y EEUU gastaron inmensas fortunas en desarrollar mejores tecnologías espaciales que su competidor, para obtener el control estratégico militar. En total, la NASA destinó entre 1959 y 1973, 23.600 millones de dólares, cifra que en la actualidad debido a la inflación supondría 131.750 millones de dólares. Tras la paz en la Guerra Fría al no ser necesaria tal cantidad de inversión, el presupuesto destinado a la NASA fue disminuyendo drásticamente. Se ha pasado del 5,3 % del presupuesto total de EEUU en 1965 hasta el 0.45 % del presupuesto en 2019. (Faus, 2019) y (Otero, 2021)

La tendencia está cambiando con la llegada de los inversores privados y las grandes fortunas. El sector se está transformando. Se está relevando la inversión únicamente estatal por inversiones de empresas privadas, como es el caso de SpaceX y Blue Origin, las dos empresas del sector espacial cuyos propietarios son Elon Musk y Jeff Bezos respectivamente, las dos personas más ricas del planeta con una fortuna conjunta de 388.500 millones de dólares aproximadamente. (Otero, 2021)

La empresa privada en el Espacio es un hecho y se vio claramente el 16 de noviembre de 2020 cuando SpaceX, por medio de su nave Crew Dragon, transportó tripulación desde la Tierra a la Estación Espacial Internacional, como se observa en la figura 5.3. (Otero, 2021)

El Espacio está nuevamente en una época dorada y la Carrera Espacial actual no es entre países sino entre multimillonarios. Sí es verdad, que los programas espaciales se hacen en concordancia con la NASA, las empresas tienen sus propios objetivos y ambiciones, pudiendo rechazar propuestas en función de sus intereses. (Otero, 2021)

Cierto es que la inversión espacial genera beneficios para la humanidad, más allá del desarrollo elementos espaciales, como mejores sistemas de internet, avances científicos

en el campo de la salud, entre otros... Sin embargo, el ingente gasto mundial en el sector aeroespacial, estimado en 67.500 millones de dólares deja un espacio para la reflexión sobre qué otros problemas mundiales se podrían arreglar si fuesen los destinatarios de ese dinero. (Otero, 2021)



Figura 5.3: Imagen de una simulación del atraque entre nave Crew Dragon de SpaceX y la ISS (SPACEX, 2020)

Conclusiones

Para terminar esta memoria se redactan las siguientes líneas, en primer lugar con las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto y, en segundo lugar, una con una valoración personal que se ha realizado tras acabar el trabajo.

Conclusión

La exploración espacial es una rama en auge, las próximas misiones estimadas a llegar a Marte o la introducción del sector privado hacen que aumente a un ritmo sin precedentes. La antigüedad de los vigentes tratados, unidos con la ambigüedad y la polémica de algunos de sus artículos y principios, como el Artículo 11 del Acuerdo Luna, además de su baja adhesión entre las potencias espaciales mundiales, ponen en tela de juicio su validez, exigiendo la formulación de un nuevo Tratado internacional actualizado y flexible que acoja dentro del marco legal los siguientes pasos en la exploración.

La necesidad de un nuevo tratado internacional actualizado se hace vigente, sin embargo, el notable aumento de los países interesados en el Espacio, así como el número de agencias espaciales entrando en juego alianzas e intereses entre países podrían resultar en una mayor dificultad a la hora de acuerdos multilaterales, provocando el cambio a nuevos acuerdos aprobados bilateralmente. El primer ejemplo se ha visto con los Acuerdos Artemisa, fomentados por EEUU, que a pesar de dar una solución al artículo 11 permitiendo la explotación de los recursos lunares entre otras medidas, no han sido firmados, de momento, por las agencias Rusa o China. Además, el aumento de las tensiones entre oriente y occidente, visible en la actual Guerra de Ucrania, puede afectar en gran medida en las misiones de cooperación entre distintos países como es el caso de la ISS, lo que exige cada vez más un nuevo Tratado.

Por último, cabe mencionar el papel negativo que ha tenido la pandemia COVID-19 en la exploración espacial. El gasto masivo no planeado en material y personal sanitario han cambiado las prioridades de los gobiernos, quienes han debido posponer sus ambiciones y disminuir sus presupuestos espaciales en favor de la salud mundial. De todos modos, la pandemia previsiblemente pasará en el futuro a un segundo plano y la exploración espacial deberá afrontar los problemas aún no solucionados.

La realización de este Trabajo Fin de Grado ha supuesto un reto al que nunca me había enfrentado. Si bien es cierto que durante la carrera se nos han planteado el

Derecho Espacial en diferentes asignaturas para poder entender las bases de ciertos conceptos teóricos, estos casos, se realizaba de una manera superficial sin un profundo estudio, lo que ha supuesto un gran esfuerzo la documentación sobre el tema.

He descubierto, de manera práctica, la gran importancia de la fase de obtención, análisis y síntesis de información, lo cual ha implicado una inversión de tiempo y esfuerzo mayor de lo que me presumía. Han surgido múltiples problemas que he tenido que solventar para llegar a cumplir los objetivos.

Sin ninguna duda estoy orgulloso con el trabajo realizado, ya que, aunque era mi primera experiencia en el ámbito del Derecho Espacial, he conseguido trasladar varios aspectos adquiridos en la Universidad al proyecto. He tenido que lidiar con múltiples problemas cuya difícil solución parecía retrasar la continuación del proyecto, pero de manera autosuficiente me he visto superándolas. Esto ha resultado reconfortante.

Creo que lo que más me ha aportado este proyecto es aprender a trabajar de manera autónoma en un trabajo de estas magnitudes. Sin duda estoy contento con el trabajo realizado y el tema escogido, ya que los conocimientos que aporta esta experiencia creo que favorecen notablemente a desarrollar una idea más general del ámbito aeroespacial y complementar los conocimientos adquiridos en el Grado.

Presupuesto

Por último, se hace el cálculo de los costes de la realización de este Trabajo de Fin de Grado, incluyendo costes materiales y recursos humanos.

| | Tiempo (h) | Coste Unitario (€/h) | Coste Total (€) |
|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|
| Estudiante | 90 | 12 | 1.080,00 |

Tabla 5.1: Costes asociados a la investigación bibliográfica

| | Tiempo (h) | Coste Unitario (€/h) | Coste Total (€) |
|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|
| Estudiante | 210 | 12 | 2.520,00 |
| Tutora | 10 | 30 | 300,00 |

Tabla 5.2: Costes asociados a la redacción del trabajo y su revisión

| | Tiempo (h) | Coste Total (€) |
|---------------------|-------------------|------------------------|
| Ordenador | 300 | 890,00 |
| Electricidad | 300 | 30,00 |

Tabla 5.3: Costes asociados al material utilizado

| | Total Bruto (€) | IVA (21 %) (€) | Total Neto (€) |
|--------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Coste | 4.820,00 | 1.012,20 | 5.832,20 |

Tabla 5.4: Costes Totales del Trabajo

Bibliografía

- ABC (2019). El discurso con el que Kennedy prometió vencer a la URSS: «elegimos ir a la luna». https://www.abc.es/ciencia/abci-elegimos-luna-porque-dificil-discurso-integro-john-kennedy-201907200635_noticia.html. (Consultado el 22 de enero de 2022).
- Alvarez, R. J. (2018). Jenaro, el dueño de la luna. <https://lab.elmundo.es/hombre-en-la-luna/derecho-espacial.html#:~:text=Se%20llama%20Jenaro%20Gajardo%20Vera,el%20due%C3%B1o%20de%20la%20Luna>. (Consultado el 02 de febrero de 2022).
- Barbash, F. (2017). Nasa 'sting' operation against 74-year-old widow of Apollo engineer draws court rebuke. <https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2017/04/14/humiliating-sting-operation-against-elderly-widow-of-apollo-engineer-draws-court-rebuke/>. (Consultado el 02 de febrero de 2022).
- BBC (2019). Jenaro Gajardo Vera, el chileno que quiso comprar la luna. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48922328>. (Consultado el 02 de febrero de 2022).
- BBC (2020). Antártida: qué países reclaman su soberanía y por qué. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-54833919#:~:text=Siete%20pa%C3%ADses%20reivindican%20partes%20de,sobre%20sectores%20de%20la%20Ant%C3%A1rtida>. (Consultado el 01 de febrero de 2022).
- Becerra, J. (2014). El principio de libertad en el derecho espacial. ed. público. (Consultado el 05 de febrero de 2022).
- Bettina, I. (2020). Nasa publishes Artemis plan to land first woman, next man on moon in 2024. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-publishes-artemis-plan-to-land-first-woman-next-man-on-moon-in-2024>. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- Betz, E. (2020). Apollo-Soyuz mission: When the space race ended. <https://astronomy.com/news/2020/07/apollo-soyuz-mission-when-the-space-race-ended>. (Consultado el 30 de enero de 2022).
- Chang, K. (2017). ¿es posible monetizar el espacio exterior? <https://www.nytimes.com/es/2017/12/03/espanol/luna-asteroides-exploracion-espacial-negocios.html>. (Consultado el 08 de febrero de 2022).
- CNN (2021). Análisis sugiere que módulo del Apollo 11 aún podría estar orbitando en la luna. https://edition.cnn.com/el-universo/modulo-eagle-apollo-11-orbitando-luna_20210805/. (Consultado el 02 de febrero de 2022).

- Cosin, E. (2021). Apollo guidance computer: El computador que llevó al ser humano a la luna. <https://museo.inf.upv.es/en/apollo-guidance-computer/>. (Consultado el 25 de enero de 2022).
- CrónicaViva (2018). Demandan a la nasa por una muestra de polvo lunar regalada por neil armstrong. <https://www.cronicaviva.com.pe/demandan-a-la-nasa-por-una-muestra-de-polvo-lunar-regalada-por-neil-armstrong/>. (Consultado el 03 de febrero de 2022).
- de Frutos, P. (2020). Régimen jurídico de la luna y los cuerpos celestes. tfg. (Consultado el 17 de febrero de 2022).
- ESA (2014). How much does it cost? https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/How_much_does_it_cost. (Consultado el 30 de enero de 2022).
- ESA (2018). What is orion? https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Orion/What_is_Orion. (Consultado el 17 de febrero de 2022).
- ESA (2020). La esa abre una planta de oxígeno que produce aire a partir del polvo lunar. https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/ESA_opens_oxygen_plant_making_air_out_of_moon_dust. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- ESA (2021a). About space debris. https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/About_space_debris. (Consultado el 23 de febrero de 2022).
- ESA (2021b). Esa unoosa space debris infographics and podcast. https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/ESA_UNOOSA_space_debris_infographics_and_podcast. (Consultado el 23 de febrero de 2022).
- ESA (2022). Space debris by the numbers. https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers. (Consultado el 23 de febrero de 2022).
- Faus, J. (2019). ¿cuánto costó ir a la luna? ¿y cuánto costaría volver? https://elpais.com/politica/2018/02/15/sepa_usted/1518660959_356601.html. (Consultado el 25 de febrero de 2022).
- González, A. (2022). La expansión de la economía lunar. <https://forbes.co/2022/01/23/red-forbes/la-expansion-de-la-economia-lunar/>. (Consultado el 18 de febrero de 2022).
- Hormigos, M. (2018). Man on the moon: criterios para el diseño de la arquitectura lunar. https://oa.upm.es/51407/1/TFG_Hormigos_Mart%C3%ADnez_Marioop.pdf. (Consultado el 28 de enero de 2022).
- Infoespacial (2021). 60 aniversario de sputnik. <http://www.infoespacial.com/mundo/2017/10/09/noticia-satelites.html>. (Consultado el 15 de enero de 2022).

- Krechetnikov, A. (2017). La increíble odisea de laika, la perrita “pionera” enviada a morir al espacio. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41861654>. (Consultado el 15 de enero de 2022).
- Lunarembassy (2022). About our founder dennis hope. <https://lunarembassy.com/who-owns-the-moon-dennis-hope/>. (Consultado el 03 de febrero de 2022).
- Lussenhop, J. (2018). Woman sues nasa over ownership of moon dust vial. <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-44459297>. (Consultado el 04 de febrero de 2022).
- Martos, A. (2010). Breve historia de la carrera espacial. https://books.google.es/books/about/Breve_historia_de_la_carrera_espacial.html?id=HujTCgAAQBAJ&source=kp_book_description&redir_esc=y. (Consultado el 15 de enero de 2022).
- Murgic, I. (1959). Lunik 3. <https://proyectoidis.org/lunik-3/>. (Consultado el 16 de enero de 2022).
- NASA (1967). Lunar orbiter photo gallery-mission 5. <https://www.lpi.usra.edu/resources/lunarorbiter/mission/?5>. (Consultado el 16 de enero de 2022).
- NASA (1969). Apollo 11 csm being moved from its work stand for mating. <https://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/ap11-S69-32370HR.jpg>. (Consultado el 20 de enero de 2022).
- NASA (1992). Lunar orbit rendezvous and the apollo program. <https://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/Rendezvous.html>. (Consultado el 20 de enero de 2022).
- NASA (1999). Apollo 12 and surveyor 3. https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc_20090903_apollo12.html. (Consultado el 17 de enero de 2022).
- NASA (2008). Apollo 11 - “one giant leap”. <https://history.nasa.gov/apollo/apo11.html>. (Consultado el 26 de enero de 2022).
- NASA (2012). Vostok 1. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1961-012A>. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- NASA (2015). Apollo-1. <https://history.nasa.gov/Apollo204/>. (Consultado el 26 de enero de 2022).
- NASA (2018a). The apollo soyuz test project image gallery. <https://history.nasa.gov/astp/kipk.html>. (Consultado el 26 de enero de 2022).
- NASA (2018b). Surveyor. <https://www.nasa.gov/subject/3442/surveyor/>. (Consultado el 20 de enero de 2022).
- NASA (2019). Apollo 11 image library. <https://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/images11.html>. (Consultado el 26 de enero de 2022).

- NASA (2020a). Apollo 13. <https://history.nasa.gov/afj/ap13fj/03tde.html>. (Consultado el 26 de enero de 2022).
- NASA (2020b). The artemis accords. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html>. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- NASA (2020c). Artemis plan: Nasa's lunar exploration program overview. <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>. (Consultado el 13 de febrero de 2022).
- NASA (2022a). Explorer 1. <https://explorer1.jpl.nasa.gov/about/>. (Consultado el 13 de enero de 2022).
- NASA (2022b). Meet the rocket. <https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/index.html>. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- NationalGeographic (2020). La nasa confirma que en la luna hay más agua de la que se creía. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/nasa-confirma-que-luna-hay-mas-agua-que-se-creia_16044. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- nature astronomy (2020). Micro cold traps on the moon. <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1198-9>. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- Newman, C. (2020). Artemis accords: why many countries are refusing to sign moon exploration agreement. <https://reaction.life/artemis-accords-why-many-countries-are-refusing-to-sign-moon-exploration-agreement/>. (Consultado el 16 de febrero de 2022).
- Ormsbee, M. (2017). Reshaping space corps: A proposal for maintaining american space superiority. <https://www.tsijournals.com/articles/reshaping-space-corps-a-proposal-for-maintaining-american-space-superiority-13597.html#corr>. (Consultado el 18 de enero de 2022).
- Otero, N. (2021). 2021: odisea millonaria en el espacio. <https://elpais.com/economia/2021-08-08/2021-odisea-millonaria-en-el-espacio.html>. (Consultado el 24 de febrero de 2022).
- Pinkham, S. (2019). Valentina tereshkova, primera mujer en el espacio y símbolo de la igualdad soviética. <https://www.nytimes.com/es/2019/07/19/espanol/cultura/igualdad-femenina-urss-tereshkova.html>. (Consultado el 16 de enero de 2022).
- Pons, J. (2019). Especial 50 años llegada del hombre a la luna. <https://fly-news.es/espacio/asi-se-preparo-hombre-pisar-la-luna-primera-vez/>. (Consultado el 26 de enero de 2022).
- Ramón, F. (2017). Derecho espacial. teoría y prácticas. ed. tirant lo blanch, valencia. (Consultado el 05 de febrero de 2022).
- Reinhold, M. (2020). La increíble historia de jenaro gajardo vera, el chileno que fue el primer dueño de la luna. <https://www.lmneuquen.com/la-increible-historia-jenaro-gajardo-vera-el-chileno-que-fue-el-primer-dueno-la-luna-n751483>. (Consultado el 02 de febrero de 2022).

- Roulette, J. (2020). Exclusive: Trump administration drafting 'artemis accords' pact for moon mining. <https://www.reuters.com/article/us-space-exploration-moon-mining-exclusi-idUSKBN22H2SB>. (Consultado el 16 de febrero de 2022).
- RussianSpaceWeb (2021). Soviet probe makes world's first soft landing on the moon. <http://www.russianspaceweb.com/luna9.html>. (Consultado el 17 de enero de 2022).
- Sadurní, J. (2020). Wernher von Braun, el artífice de la conquista de la luna. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/wernher-von-braun-artifice-conquista-luna_15168. (Consultado el 20 de febrero de 2022).
- Siddiqi, A. (2018). Beyond earth a chronicle of deep space exploration, 1958–2016. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/beyond-earth-tagged.pdf>. (Consultado el 04 de febrero de 2022).
- Solaz, C. (2007). Historia de la iss. <https://www.estacionespacial.com/historia.php>. (Consultado el 02 de febrero de 2022).
- Space.com (2012). How long do footprints last on the moon? <https://www.space.com/14740-footprints-moon.html>. (Consultado el 14 de febrero de 2022).
- SPACEX (2020). <https://iss-sim.spacex.com/>. (Consultado el 25 de febrero de 2022).
- UCS (2021). Ucs satellite database. https://ucsusa.org/resources/satellite-database?_ga=2,206523283,1848871521,1598077135-464362950,1598077135. (Consultado el 24 de febrero de 2022).
- UNOOSA (1966). Treaty on principles governing the activities of states in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies. https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_21_2222S.pdf. (Consultado el 28 de enero de 2022).
- UNOOSA (1979). Agreement governing the activities of states on the moon and other celestial bodies. https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_34_68S.pdf. (Consultado el 05 de febrero de 2022).
- UNOOSA (2021). Status of international agreements relating to activities in outer space. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/status/index.html>. (Consultado el 04 de febrero de 2022).
- USDepartmentofState (2017). Treaty on principles governing the activities of states in the exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies. <https://2009-2017.state.gov/t/isn/5181.htm>. (Consultado el 05 de febrero de 2022).
- Usi, E. (2004). Propietarios de la luna. <https://www.dw.com/es/propietarios-de-la-luna/a-1138829>. (Consultado el 03 de febrero de 2022).
- Whitting, M. (2018). 60 years ago, soviets launch sputnik 3. <https://www.nasa.gov/feature/60-years-ago-soviets-launch-sputnik-3>. (Consultado el 16 de enero de 2022).

Wright, J. (2020). The artemis accords and the future of international space law. https://www.asil.org/insights/volume/24/issue/31/artemis-accords-and-future-international-space-law#_edn2. (Consultado el 07 de febrero de 2022).