

MINERÍA EN ASTEROIDES:
Un Análisis Legal de las Actividades Privadas y Comerciales de Explotación y
Exploración del Espacio Ultraterrestre en la búsqueda de alternativas Ambientales
para la Sostenibilidad de los Recursos Naturales

Vanessa Vargas Villafrádez

Universidad de los Andes

Facultad de Derecho

Bogotá D.C

2016

MINERÍA EN ASTEROIDES:
Un Análisis Legal de las Actividades Privadas y Comerciales de Explotación y
Exploración del Espacio Ultraterrestre en la búsqueda de alternativas Ambientales
para la Sostenibilidad de los Recursos Naturales

Vanessa Vargas Villafrádez

Trabajo de Tesis para optar al título de Abogado
Director de Tesis: Dr. Alfredo Rey Córdoba

Universidad de los Andes

Facultad de Derecho

Bogotá D.C

2016

MINERÍA EN ASTEROIDES:
Un Análisis Legal de las Actividades Privadas y Comerciales de Explotación y
Exploración del Espacio Ultraterrestre en la búsqueda de alternativas Ambientales
para la Sostenibilidad de los Recursos Naturales

*A DIOS principalmente. Mi gran fortaleza.
A mi padre Luis Ernesto Vargas mi gran orgullo, y a mi madre por
su apoyo.*

*A Alfredo Rey. Su enseñanza inspiró mi amor por el Derecho del
Espacio Ultraterrestre que dio un nuevo sentido a mi carrera*

*Finalmente a Laika la perra cosmonauta, y a todos los animales
que han sacrificado su vida por el hombre.*

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar la normativa del Derecho del Espacio Ultraterrestre en la Actividad Privada y Comercial. Especialmente, aquella destinada a la exploración y explotación de recursos naturales en Cuerpos Celestes a través de la Minería. De la interpretación conjunta del *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*, y el *Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes* se busca determinar la legalidad y los parámetros bajo los cuales podrían desarrollarse estas actividades. Una postura objetiva del tema permitirá identificar tanto logros como posibles vacíos o fallas en la regulación, presentados a través de diferentes posturas doctrinales. De esta manera, será posible centrarse en el particular e interesante mercado de la Minería de Asteroides, que surge como una medida necesaria ante el inminente agotamiento de recursos naturales en la Tierra. Un futuro en el cual la sostenibilidad de la población mundial estará fuera de nuestro planeta, y que promete ser ventajoso solo para unos pocos Estados constituidos como potencias mundiales por su nivel de desarrollo y capacidad económica. Esta eventual desigualdad, es la motivación del presente texto para abrir un nuevo debate frente a la conveniencia de la ejecución de proyectos de Minería en Asteroides y el planteamiento de una alternativa como desarrollo del marco jurídico y legal actual, sin requerir el reemplazo de los Tratados. Así, el ejercicio de actividades Comerciales y Privadas en la explotación y exploración espacial encontrará camino en un desarrollo legal que no solo mantenga sino que proteja y respete los pilares sobre los cuales el Derecho del Espacio Ultraterrestre fue concebido.

Palabras clave: Actividades privadas, Actividades comerciales, Recursos naturales, Minería de asteroides, NEAs, Tratado del Espacio, Tratado de la Luna, Cooperación internacional, Principios del Derecho del espacio.

Abstract

The objective of the present work is to analyze the rules of the Law of Outer Space in the Private and Commercial Activity. Especially, those one destined to the exploration and exploitation of natural resources in Celestial Bodies through the Mining. The joint interpretation of the Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, and the Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other celestial bodies seek to determine the legality and parameters under which it develops in these activities. An objective posture of the topic identifies as many achievements as possible gaps in regulatory failures, presented through different doctrinal positions. In this way, it will be possible to focus on the particular and interesting market of Asteroid Mining, which emerges as a necessary measure in the face of the imminent depletion of natural resources on Earth. A future in which the sustainability of the world's population is outside our planet, and promises to be advantageous only for a few States constituted as world powers by their level of development and economic capacity. This eventual inequality is the motivation of the present text to open a new debate regarding the appropriateness of the execution of mining projects in Asteroids and the proposal of an alternative as the development of the juridical and legal framework, without requiring the replacement of the Treaties. Thus, the exercise of commercial and private activities in exploration and space exploitation find the way in a legal development that not only maintain, but also protect and respect the pillars on which the Law of Outer Space was conceived.

Keywords: Commercial activities, Commercial resources, Asteroid mining, NEAs, Space Treaties, Moon Treatise, International Cooperation, Principles of Outer Space Law.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.

2. ACTIVIDADES PRIVADAS Y ACTIVIDADES COMERCIALES.

2.1. Breve historia de la actividad espacial.

2.1.1. Primera Fase: Las civilizaciones antiguas y los padres de la cohetaría.

2.1.2. Segunda fase: Los grandes avances de la carrera espacial

2.1.3. Tercera fase: de la post-guerra hasta nuestros días

2.2. Comercialización

2.3. Privatización.

3. LA MINERÍA ESPACIAL Y EL AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA TIERRA: ESTUDIO DE UN NUEVO MÉTODO PARA ALCANZAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE

3.1. Los Recursos Naturales, su agotamiento y el concepto de Desarrollo Sostenible.

3.2. Los Asteroides: definición, composición y clasificación.

3.3. ¿Qué es la minería en asteroides y por qué elegirla sobre la Minería en la Luna?

3.3.1. Los más cotizados: asteroides cercanos a la tierra - NEAs.-

3.4. Proceso de Minería Espacial Comercial: pasos.

3.5. Las Empresas y sus Proyectos

3.5.1. La Primera Empresa: Planetary Resources (2012).

3.5.1.1. Proyecto Minero

3.5.2. La Segunda Empresa: Deep Space Industries -DSI (2013).

3.5.2.1. Proyecto Minero.

4. EL TRATADO DEL ESPACIO Y LAS REGULACIONES EN MATERIA: LUCES Y SOMBRAS

4.1. Breve recuento histórico: un Derecho de paz q nació de la guerra.

4.2. Revisión General de la normatividad y principios aplicables

4.2.1. El Tratado del Espacio ultraterrestre (1967).

4.2.2. El Tratado de la Luna.

4.2.3. Principio de Cooperación Internacional.

4.3. Los inconvenientes de la regulación del Espacio Ultraterrestre en las actividades Comerciales y Privadas en la Minería Espacial.

4.3.1. Frente al tratado de 1967.

4.3.1.1 las directrices del tratado del espacio-parte1.

4.3.1.1.1. De la aplicación de principio de libertad y no discriminación en el espacio ultraterrestre.

4.3.1.1.2. El principio de interés común en las actividades espaciales.-4.3.1.1.3. La jurisdicción de los Estados sobre las entidades no gubernamentales que realizan

actividades comerciales en el espacio.-4.3.1.2. Las directrices del Tratado del Espacio –

parte 2.-4.3.1.2.1. ¿Las actividades del sector privado se encuentran blindadas frente a las prohibiciones del Tratado en materia de Explotación y uso?

4.4. Novedades en la Reglamentación local: aprobación de la ley espacial de 2015 por EE.UU. ¿Las actividades del sector privado se encuentran protegidas de la interferencia externa?-

5. PROPUESTA JURÍDICA.

6. CONCLUSIONES

Glosario Sugerido¹

¹ Los conceptos del Glosario han sido consultados de las fuentes presentadas. “afelio”, “excentricidad”, “perihelio” y “U.A.” en Sociedad Española de Astronomía SEA, Obtenido de: <http://www.sea-astronomia.es/drupal/node/242>., “apoapsis”, “periapsis”, “semieje” en Espacio profundo, todo sobre astronomía, Obtenido de: <http://www.espacioprofundo.com.ar/guias/glosario-de-astronomia/459-semieje-mayor.html>.

Afelio: Es el punto más distante de la órbita de un planeta alrededor del Sol. Tal como establece la segunda de las leyes de Kepler, la velocidad de traslación del planeta es mínima en el afelio. En los elementos orbitales se representa con una "Q". Por extensión, también se llama afelio al punto de cualquier cuerpo con órbita elíptica que se encuentre más alejado del cuerpo mayor alrededor del cual gira.

Apoapsis: el punto en órbita más alejado de un planeta.

Excentricidad: La excentricidad es una medida del aplanamiento de una Cónica. Cuanto más se separa la órbita de un cuerpo celeste de la circunferencia para adquirir la forma ovalada, mayor es su excentricidad.

En el Sistema Solar, Plutón tiene la órbita más excéntrica de entre todos los planetas, aunque todavía es mucho menor que la excentricidad de los cometas.

Se mide con un número comprendido entre 0 y 1, tanto mayor cuanto más alargada sea la cónica

Perihelio: en oposición al afelio, es el punto más cercano al Sol

Periapsis: el punto en órbita más cercano a un planeta

Semieje: La mitad de la mayor de las dimensiones de una elipse. Se representa con la línea que une el **periapsis** y el **apoapsis** de una **órbita**.

U.A. (Unidad Astronómica, A.U. por sus siglas en inglés) es la unidad de distancia utilizada para las dimensiones del Sistema Solar. Según la Unión Astronómica Internacional es "la distancia desde el centro del Sol a una partícula de masa pequeña que, siguiendo una órbita circular, tuviera un periodo de traslación de 365,2568983 días. 1 UA es exactamente 149.597.870,691 kilómetros".

1. INTRODUCCIÓN

Durante la Guerra fría y la Era espacial, por iniciativa de la Unión soviética y Estados Unidos se crearon Leyes nacionales e internacionales que proporcionan hasta la actualidad un marco jurídico para el uso, la exploración y las actividades a desarrollar en el espacio ultraterrestre. Y durante muchos años, desde su configuración, los Estados han sido los actores principales. Sin embargo, con los avances tecnológicos, el creciente interés por parte de la comunidad internacional, y la presencia de organismos privados en las actividades comerciales, el protagonismo de las actividades en el Espacio se ha inclinado hacia los particulares, en lugar de los Estados. Lo anterior ha sido causado por el auge de empresas espaciales privadas y nuevas entidades no gubernamentales dedicadas en su mayoría a actividades de teleobservación, telecomunicaciones y lanzamiento de satélites².

Cada actividad, regulada por el Derecho del espacio Ultraterrestre, ha surgido por el deseo del hombre por optimizar la forma de satisfacer sus necesidades e intereses. Por ejemplo, la necesidad de protección frente a desastres naturales a través de predicciones más precisas, la necesidad de comunicación rápida y efectiva a través el uso del internet y otros medios masivos de comunicación, el interés por explorar el espacio para conocer el origen de la vida en el Universo, a través de la exploración. Pero la satisfacción de las necesidades en formas avanzadas requiere también el consumo de recursos que a causa del progreso se encuentran gravemente amenazados, y que aun así, la humanidad sigue requiriendo.

Es preocupante, que los avances tecnológicos que continúan permitiendo desarrollar actividades fuera del planeta, sean una de las tantas razones que han contribuido al deterioro ambiental surgido desde mediados del siglo XIX. Entre estas, la satisfacción de la demanda energética de las sociedades industrializadas, que conllevó al uso desmedido de recursos naturales no renovables como el carbono y el petróleo, y minerales extraídos necesarios para su desarrollo socio-económico. Así, lo que permaneció como un consumo de energía estable de 24.000 kcal *per cápita* diarias por más de 1800 años desde las civilizaciones antiguas, pasó a 70.000 kcal en un par de décadas con el nacimiento del

² ((Kopal, Verschoor, 2008, p. 55)

hombre industrial (1850-1870). Lo que tan solo un siglo después, se triplicó en 230 kcal *per cápita* diarias, sin contar lo que significó su equivalente en petróleo. Un aumento del 1500% para 1985 respecto los 8 millones de barriles que se contaban por cada ciudadano en 1860³.

Estas cifras alarmantes respecto del consumo en las sociedades contemporáneas, hasta hace relativamente pocos años provocó el interés mundial por intentar resolver la problemática ambiental (1979). Lo que despertó la necesidad y el interés de ecologistas, científicos, académicos, y otros grupos, encaminados a encontrar alternativas viables que conllevaran a alcanzar un desarrollo sostenible de los recursos naturales y así preservarlos para la humanidad. Con los estudios realizados del espacio ultraterrestre, se identificó que además de recursos agotables, la Luna y otros cuerpos celestes, eran fuente de recursos inexistentes o escasos en la tierra como el como el níquel, o el Helio -3, isótopo que creó la esperanza de conseguir fuentes de energía limpia. Justo allí, se empieza a contemplar la idea de abastecer el planeta y ejecutar las actividades del espacio mediante el uso de recursos extraterrestres⁴, ante lo cual surge la Minería Espacial como el posible método para mejorar la obtención de algunos de estos recursos naturales y fuentes de energía sin perjudicar las generaciones futuras, ni el planeta tierra.

Aun así para los nuevos interesados, incursionar en el espacio exterior es un asunto que carece de regulación clara y específica, que permita tener certeza sobre la legalidad y parámetros de su actividad en el régimen vigente. Dado entonces que el actual marco jurídico aprobado por la Organización de Naciones Unidas, cubre a los Estados en temas de exploración, uso y responsabilidad mediante la aprobación de convenios específicos y – según algunas posturas- no al Sector privado específicamente⁵, sobre todo en el tema de explotación de recursos naturales. Las normas y principios del Derecho del Espacio Ultraterrestre son objeto de discusión por parte de empresas y particulares que buscan participar directamente en la explotación de recursos en la Luna y otros cuerpos celestes.

³ (Jardón, 1995, p. 46-47)

⁴ (Tronchetti, 2009, p. 211)

⁵ (Tatsuzawa,1988)

Se debe tener en cuenta que además de los límites impuestos por el Tratado de 1967 (TPAEEUEULCC/1967) y el Tratado de la luna de 1979, que por consenso establecieron que tanto la Luna como los demás cuerpos celestes no pueden “ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía”(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, , art II) y que constituyen “patrimonio común de toda la humanidad” (Acuerdo que debe regir las actividades de los estados en la Luna y otros cuerpos celestes de 1969, art. XI). El Tratado de la Luna dispone que, “los Estados partes en el presente Acuerdo se comprometen a establecer un régimen internacional, incluidos los procedimientos apropiados, que rija la explotación de los recursos naturales de la Luna, cuando esa explotación esté a punto de llegar a ser viable” (1969, Art. XI). De esta manera instó a la comunidad internacional para que llegado el momento en que fuera factible realizar actividades de explotación se actuara conforme a lo establecido.

Sin embargo aunque el momento llegó, es evidente que el régimen continúa inexistente, y las empresas que se interesaron por la explotación del espacio ultraterrestre han ideado la manera de encontrar la autorización para proyectar sus actividades. Amparadas por el Estado mediante desarrollos locales como el “*U.S Commercial Space Launch Competitiveness Act*” o Ley espacial de noviembre de 2015 aprobada por el Senado, países como Estados Unidos han empezado a facultar a sus ciudadanos en el uso y explotación del Espacio Ultraterrestre. Una Ley cuyo futuro es incierto toda vez que desconoce la armonía de los Tratados y Acuerdos que componen el Derecho del espacio, se presenta con anterioridad al régimen ordenado por Tratado de la Luna, y al no aprobarse mediante la figura del consenso, constituiría la violación de todo el Derecho Espacial.

Este desafío invita a revisar las posibles sombras y las luces dentro de las normas, para poder así contribuir a esclarecerlas y brindar una mayor seguridad jurídica desde su interpretación. Teniendo en cuenta que los estudios realizados a nivel ultraterrestre nos han revelado los múltiples beneficios de la exploración comercial del Espacio (los GPS, la comunicación satelital, la telemedicina, entre otros) y como se verá en el desarrollo del

presente estudio, también de la explotación del mismo a través de actividades mineras para la extracción de recursos naturales.

En base a lo anterior, considero que este trabajo tiene un propósito doble. Al analizar la aplicación del Derecho espacial a las actividades comerciales y privadas de explotación en el Espacio, ayuda a comprender la situación jurídica de los particulares en el sector Minero. A su vez, en el estudio de este mercado diferente de posibilidades en el espacio ultraterrestre, presenta una alternativa nueva que la humanidad ha encontrado ante la necesidad de aminorar los daños causados por la explotación minera en Tierra en cumplimiento de los convenios internacionales para mitigar los daños causados por el Calentamiento Global. En conclusión, esto permitirá determinar si la explotación del Espacio requiere de un Derecho del Espacio ultraterrestre más específico (nuevo) o si por el contrario el existente puede continuar siendo la base para las actividades y la participación de la industria e investigación por el sector privado en el Espacio y contribuir a una nueva manera de preservar el planeta evitando la degradación del medio ambiente.

Con el propósito de lograr lo anterior el presente artículo abordará los cuestionamientos y temas mencionados de la siguiente manera. En primer lugar, se hará un recuento histórico de las principales actividades espaciales desde la antigüedad para así lograr diferenciar los conceptos de comercialización y privatización. En segundo lugar, se introducirá la Minería en Asteroides como eje central, presentándolo desde la perspectiva del Desarrollo Sostenible como alternativa principal – incluso sobre la Luna- para solucionar el problema del agotamiento de recursos naturales y poder revisar así dos Proyectos Mineros de las empresas incursoras más grandes en esta área. Una vez comprendida la Minería y la finalidad de los proyectos desde la ciencia y la tecnología, se dedicará en tercer lugar, un espacio a analizar desde el punto de vista del Derecho del Espacio Ultraterrestre la Actividad comercial privada exponiendo algunas interpretaciones doctrinarias –amplias y restrictivas- de los Tratados y Convenios ratificados constituyentes del marco jurídico que cubre la Minería Espacial. Seguido a esto presentaré algunos avances o novedades normativas y jurídicas para el Derecho del espacio ultraterrestre y el Medio Ambiente concernientes al tema, para analizar sus posibles causas y consecuencias, y finalmente se

propondrán algunas soluciones a los vacíos que se encuentren. Se culminará así, con las conclusiones correspondientes mediante cuestionamientos críticos abiertos a debate.

2. ACTIVIDADES PRIVADAS Y ACTIVIDADES COMERCIALES

2.1 Breve Historia de la Actividad Espacial

2.1.1. Primera Fase: Las civilizaciones antiguas y los padres de la cohetaría.

El interés por el cielo y todo lo que puede haber más allá de los límites visuales altos ha intrigado al hombre desde civilizaciones muy antiguas. Partiendo por la observación del cielo mismo, grandes civilizaciones como la egipcia recrearon teorías acerca del aspecto del universo al que le atribuían la forma de una caja bañada en sus alrededores por el Nilo. Así como surgían otras cosmogónicas teorías de occidente a oriente⁶. Pasados algunos siglos la humanidad mantuvo en guardia su curiosidad por el cielo y todos los cuerpos celestes utilizando nada más que sus ojos y la lógica. En la época moderna nuevas teorías se hicieron presentes orientadas a la posición de la tierra en relación con el sol y los demás planetas, entre ellas la polémica exposición del Heliocentrismo de Nicolás Copérnico⁷.

Tal fue la curiosidad que siguió evolucionando a la par de las naciones que la fase de observación del cielo se hizo insuficiente para el hombre, dando lugar al interés por desarrollar la habilidad de surcar los cielos. Así, en una era impulsada por la ciencia ficción y la imaginación de escritores como Julio Verne, el hombre empezó a creer posible ir un paso más allá de la observación para aventurarse a explorar el espacio exterior. De manera que, previo al registro histórico de las primeras actividades en el espacio ultraterrestre, desde finales del siglo XIX hubo quienes ahondaran en la aplicación de principios científicos para vuelos espaciales. Un hombre llamado William Leitch sostuvo - incluso años antes del primer avión- que un cohete podría funcionar más eficientemente en el vacío del espacio⁸. Ya en la época contemporánea de principios del siglo XX los hermanos

⁶ (Hacyan, 1996, p.7)

⁷ (Ibídem, p. 7)

⁸ (La historia secreta del hombre que inventó un cohete espacial en 1861) Obtenido de: <http://mx.tuhistory.com/noticias/la-historia-secreta-del-hombre-que-invento-un-cohete-espacial-en-1861>)

estadounidenses, Wilbur y Orville Wright desafiaron el poder de la gravedad y lograron desplazar por el aire durante 12 segundos y 40 metros lo que posteriormente se conocería como el primer avión⁹. Hecho que rompió la mentalidad del hombre respecto a los límites de su espacio, encaminando cada vez más la ficción por el camino de la realidad.

Hermann Ganswindt también hizo parte de la época de descubrimientos. Un ingeniero alemán que pese a las burlas que despertó al hablar sobre máquinas propulsadas por cohetes que a cierta altitud no requerirían energía para continuar su vuelo, constituyó con su invento, uno de los antecedentes legítimos de los módulos espaciales de la actualidad¹⁰. Posteriormente el Plan Tsiolkovsky –adelantado para su época-, fijó en 16 pasos el procedimiento para que el hombre pudiera salir de la tierra y explorar el universo¹¹, convirtiendo a su autor Konstantin E. Tsiolkovsky, Robert Goddard¹² y Hermann Oberth, en padres de la cohetaría. Finalmente en 1933 el primer cohete de prueba se levantó a 400 metros del suelo en Moscú y en 1937 a orillas del mar báltico, Oberth y un grupo de ingenieros lanzaron el cohete más avanzado de la época¹³. Todos estos, obras muy ambiciosas y visionarios proyectos que precedieron la época de la aeronáutica.

2.1.2. Segunda fase: Los grandes avances de la carrera espacial

Aun cuando los avances en la cohetaría tenían claros propósitos en la astronáutica, se enfocaron en un principio en estrategias militares para ganar la guerra¹⁴. Sus modelos sin embargo, allanaron el terreno que dio inicio a la Era Espacial a mediados del siglo XX con el lanzamiento del primer satélite artificial en órbita terrestre en 1957, durante el apogeo de

⁹ (el primer vuelo, 2003) Obtenido de: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_3324000/3324957.stm

¹⁰ (Vicente, 2009, p. 13)

¹¹ (ibídem, p. 14-15)

¹² (20 Century and Beyond. Traducción al español: “a pesar de las numerosas dificultades, Goddard logra el primer vuelo con éxito con un cohete de combustible líquido, el 16 de marzo de 1926. Impulsado por oxígeno líquido y gasolina, el cohete voló por sólo dos segundos y medio, subió 12,5 metros, y cayó a 56 metros de distancia en un campo de coles. Según los estándares de hoy en día, el vuelo era impresionante. Pero al igual que el primer vuelo del avión accionado por los hermanos Wright en 1903, la gasolina de los cohetes de Goddard fue el precursor de una nueva era en el vuelo de un cohete. Los experimentos de Goddard en cohetes de combustible líquido continuaron durante muchos años. Sus cohetes se hicieron más grandes y volaron más alto (...). Goddard, por sus logros, ha sido llamado el Padre de la Cohetería Moderna.”) Obtenido de: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/BottleRocket/20thBeyond.htm>

¹³ (por su hazaña, Oberth fue llamado posteriormente, el padre del primer vuelo espacial. ibídem)

¹⁴ (Vicente, 2009, p. 16)

la Guerra fría. Fue así que el misil intercontinental R-7 -de uso militar- integrado en el programa espacial soviético, lanzó al espacio el 4 de octubre de 1957 una pequeña esfera de solo 60 centímetros de diámetro. El Sputnik, también llamado “compañera de viaje”, orbitó la tierra durante 92 días, y abrió la puerta para que menos de un mes después se lanzara el Sputnik 2 que llevaba en su interior a Laika, la valiente perra cosmonauta cuya vida fue tristemente sacrificada para permitir que la Unión Soviética determinara su nivel de preparación en el lanzamiento de misiones tripuladas¹⁵. No por nada la NBC estadounidense se refirió al sonido del *bip-bip-bip* emitido por el Sputnik, como: “el sonido que [separaría] para siempre lo antiguo de lo nuevo”¹⁶.

Una vez tomaron impulso las primeras actividades en el espacio, los logros alcanzados por estas dos naciones en competencia no se detuvieron. Tras el sputnik 2, el 18 de diciembre de 1958 Estados Unidos puso en órbita el primer satélite de comunicaciones SCORE (Signal Communication by Orbiting Relay Equipment), y en 1959 se aventura a pronosticar con mayor precisión el clima, lanzando el primer satélite meteorológico *Vanguard 2*. Por su parte la URSS para no quedarse atrás lleva a cabo varios proyectos. Primero, lanza en 1959 la nave *Luna 2* conocida como el primer satélite en alcanzar la superficie de la luna. Luego, solo dos años más tarde en 1961 a bordo del *Vostok 1* el ruso Yuri Gagarin se convierte en el primer ser humano en viajar al espacio tras alcanzar la órbita terrestre – también es el primer avistamiento de la tierra desde el espacio exterior- , a lo que se suma el *Vostok 6*, que llevó a la primera mujer al espacio en 1963. La Unión Soviética culmina su actuación de la década con el *Venera 3*, conocida como la primera sonda en alcanzar otro planeta. La superficie de Venus.

Los años posteriores de finales de los 60’s se convirtieron en los momentos más fuertes de los EE.UU, quienes en 1968 lograron poner en marcha la primera misión tripulada capaz de orbitar alrededor de la luna, lo que catapultó la nación hacia uno de los mayores

¹⁵ (Ibídem, p. 22)

¹⁶ (ibídem, p.17)

acontecimientos de la historia humana: el primer hombre en pisar la Luna (Neil Armstrong) el 16 de Julio de 1969 en la misión *Apolo 11*¹⁷.

Así, pasando por la milicia, la astronomía, las comunicaciones, la meteorología, la teleobservación y demás logros de la exploración astronáutica, la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética tuvo fin en la misión pacífica y compartida *Apolo-Soyuz* en 1975. Esto, no solo significó el fin de la rivalidad y el inicio de muchas misiones conjuntas entre los dos países¹⁸, sino un referente muy importante dentro del Derecho Internacional respecto de la forma pacífica de resolver las diferencias en el Derecho del Espacio Ultraterrestre mediante el Consenso y la Cooperación- conceptos que se desarrollarán más adelante-. En resumen, las tensiones de la Guerra Fría sumadas a los enormes gastos militares en sectores como la cohetaría, la aviación y la exploración del espacio, impulsaron a privilegiar los sectores de la investigación y el desarrollo¹⁹ permitiendo los avances que hoy tenemos tanto en el sector público como en el privado.

2.1.3. Tercera fase: de la post-guerra hasta nuestros días

La historia no termina. Los ojos del mundo puestos en los continuos avances tecnológicos que apuntaban a la exploración de nuestra galaxia, y el incremento de las actividades estatales en el medio, crearon la fuerte necesidad de una regulación tendiente a ordenar el uso del espacio ultraterrestre por parte de los Estados. Quienes mediante sus instituciones y recursos habían sido hasta el momento los autores de los proyectos espaciales impulsados hasta finales de la Guerra Fría.

Desde aquella época hasta la actualidad algunas cosas han cambiado, y las actividades espaciales han seguido evolucionando y tocando espacios importantes de la sociedad de nuestros días como la televisión digital, el internet, el uso de telefonías celulares, los sistema de posicionamiento global (GPS), y demás servicios satelitales (telemedicina, teleobservación). Más importante aún, ese desarrollo ha llamado la atención de sujetos de

¹⁷ (Los 13 grandes hitos de la carrera espacial, 2011) Obtenido de: <http://recuerdosdepandora.com/ciencia/astronomia/los-13-grandes-hitos-de-la-carrera-espacial/>

¹⁸ (ibídem)

¹⁹ (Heffer, Launay, 1992, p. 22)

Derecho privado, organizaciones no gubernamentales y particulares. Casos en los que sorprende la ausencia normativa que en materias específicas aún se tiene. Tal vez porque para el año 1967 la sociedad no contemplaba aún muchas de las actividades que hoy se desarrollan en el espacio exterior, ni las que se proyectan desarrollar. Aun así, la Constitución del Espacio²⁰ proporcionó un campo en el Derecho para que los Estados no encontraran trabas desproporcionadas en su camino de exploración y uso del espacio exterior. Una preocupación que fue extendida al ámbito de lo privado pero que no ha sido tan sencillo de entender. Lo cual hace relevante que mucho antes de abordar el marco jurídico vigente y en aras de poder entender los proyectos de las nuevas empresas privadas, se diferencien algunos conceptos relativos al carácter de las actividades que pueden desarrollar los diferentes sujetos del sector público y privado en el Derecho espacial ultraterrestre.

2.2. Diferenciación de conceptos: comercialización y privatización

Existe la tendencia general a confundir estos dos términos aislando de su esfera participativa la presencia de los Estados y sobre todo, a equipararlos como conceptos generales implicados necesariamente. De manera que se entiende que todo lo comercial es propio del sector privado. Sin embargo como se muestra a continuación derivan varias diferencias de uno y otro y su incidencia como se verá, trae implicaciones particulares para el Derecho del Espacio.

2.2.1. Comercialización

Comercio y Comercialización –en su sentido general- son conceptos concernientes a la transferencia lucrativa de bienes y servicios. Esta no se enfoca de manera específica a la actividad en sí, o a los métodos empleados. Pues unos y otros son diversos en contenido e implicaciones, y no califican aisladamente en sí mismos en el acto de comerciar o comercializar. La razón de esto está en que los sujetos que realizan estas transferencias pueden bien ejercer la profesión de comercio o llevar a cabo estos actos de manera

²⁰ (TPAEEUEULCC/1967)

ocasional, por lo que el concepto en su lugar guarda relación con los actos que cumplen este fin de transferir²¹.

Resulta importante identificar como sujetos de la actividad comercial a: (i) Los comerciantes y auxiliares de comercio, (ii) las personas jurídicas comerciantes, y (iii) los sujetos no comerciantes. Dentro de esta última división, en primer lugar están las personas naturales y en segundo lugar, las personas jurídicas no comerciantes²², lo que concierne al tema.

Las personas jurídicas no comerciantes se subdividen en dos grupos:

- Personas jurídicas de derecho privado: de origen e iniciativa particular, con patrimonio particular y administrados por organismos que no pertenecen al sector público.
- Personas jurídicas de derecho público: después del Estado que es la persona jurídica pública más importante, hacen parte de esta categoría todas las demás que emanan directamente de él como parte del territorio o como parte de su constitución, esto es por su creación, patrimonio u órganos²³. Aquí aunque pueden haber algunos actos aislados es más frecuente encontrar que la explotación de actividades comerciales se da en forma organizada.

Aun cuando los Tratados y Principios desarrollados durante la Era espacial se enfocaron en estos últimos sujetos de Derecho, el desarrollo de las actividades y su atención por parte de los particulares hace ahora necesario examinar por ende el concepto de *privatización*.

2.2.2. Privatización

El término privatización implica a diferencia del concepto anterior una transición en la que el Gobierno o Estado deja de reputarse como dueño, propietario y principal operario de las actividades espaciales y éstas pasan a manos independientes, a la industria privada de

²¹ (Persona Jurídica, 2010) Obtenido de: <http://www.gerencie.com/persona-juridica.html>

²² (Sujetos de la actividad Comercial) Obtenido de: <http://www.derechocomercial.edu.uy/ReSujRelCom.htm>

²³ (Op.Cit)

capital propio (concretamente esto referiría al desarrollo de actividades espaciales civiles que se originan por medio de la iniciativa privada)²⁴.

2.2.2.1. Participación directa e indirecta de las empresas privadas en las actividades estatales²⁵

Un país según su esfera política y su estructura económica tendrá un grado de participación en la industria privada en dos niveles.

- Participación indirecta
- Participación directa

Participación indirecta o indirect involvement:

En la actividad espacial muchas empresas de carácter privado han querido comprometerse e incursionar. Sin embargo al tiempo que deciden participar se involucran de tal manera que permanecen fuera del alcance de las leyes internacionales en materia espacial. De esta manera aunque se sienten influyentes en las actividades espaciales se cuidan de manera que el Estado los ampare sin un mayor interés por actuar de manera completamente independiente aun si así se pudiera. Esto se ve reflejado en las actividades que realizan, con lo cual estas empresas mantienen un perfil más bajo.

Básicamente esta participación se refiere a actividades como la donación de recursos monetarios, instalaciones, equipo o servicios varios, para que el Estado mismo o sus organizaciones desarrollen las actividades. Incluso sin que la empresa privada apoye un proyecto en particular cuando decide aportar recursos.

Así, dentro de la participación indirecta de las industrias privadas en el Derecho particularmente se presentan dos situaciones:

²⁴ (Tatsuzawa, 1988)

²⁵ (Van Traa-Engelman, 1993, p. 277-281)

- a) las empresas privadas no desempeñan únicamente el papel de contratistas o subcontratistas del Estado sino que buscan abarcar otros espacios como lo son los seguros y la financiación de proyectos,
- b) las empresas privadas participan como compradores de los resultados de las actividades espaciales. Son clientes del Estado o sus entidades.

Participación directa o direct involvement:

Al contrario y mucho más breve, aquí no es la donación ni el aporte de recursos, sino la participación activa de las empresas en proyectos en papel de ejecutores. En aspectos mucho más puntuales, los recursos son propios y por ende manejados por la propia industria, aunque a nivel internacional y nacional requieran el permiso del Estado. Éste sin embargo no se encuentra particularmente involucrado puesto que las empresas actúan a nombre propio realizando todas sus actividades de manera independiente.

La diferenciación de los conceptos previamente expuestos, en el ámbito espacial ha ido adquiriendo relevancia con el creciente interés de entidades particulares por intervenir en actividades tradicionalmente a cargo de entidades públicas. Particularmente observable en los cambios a los que ha tenido que enfrentarse recientemente la agencia de gobierno espacial, quizá con mayor reconocimiento a nivel mundial, encargada de la administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, más conocida como NASA (National Aeronautics and Space Administration), quien pasó de tener un presupuesto correspondiente al 4% del presupuesto federal cercano a su fundación en 1958, a tener hoy en día tan solo el 0.5%. De hecho, públicamente se ha considerado que haya sido una de las razones por las que la institución ha requerido la participación privada (inversión) en la Estación Espacial (ISS)²⁶. Lo que abre el cuestionamiento acerca de si estas entidades o empresas privadas cuentan con garantías y permisos amparados por la normatividad Internacional dispuesta por el Derecho del Espacio Ultraterrestre.

²⁶ (la NASA da un paso hacia la “privatización” del espacio, 2014)

Estas transiciones o hibridaciones pueden presentarse según el nivel de participación anteriormente explicado sin constituir algún tipo de novedad. O puede empezar de ceros. Una empresa nueva en un campo nuevo, que en lugar de prestar su colaboración a un Estado que lo requiere, invita a éstos a brindar su apoyo y protección, o aval. Grupos de sujetos que constituyen la persona jurídica de una empresa para alcanzar fines inimaginables, un paso más allá de las necesidades actuales de la sociedad. La Minería de Asteroides para extraer recursos no renovables y escasos en nuestro planeta. ¿Negocio o solución? Es el tema a desarrollar en a continuación.

3. LA MINERIA ESPACIAL Y EL AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA TIERRA: ESTUDIO DE UN NUEVO MÉTODO PARA ALCANZAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE

3.1. Los Recursos Naturales, su agotamiento y el concepto de Desarrollo Sostenible

Dentro de los recursos que nos brinda la naturaleza hay dos tipos de servicios ambientales. (a) los ofrecidos por el medio ambiente para su consumo directo, entre los que se encuentra la recreación estética del paisaje, o la materia viva y no viva útil para el estudio científico, y (b) aquellos que permiten la continuidad de la vida por tratarse de procesos naturales como el mantenimiento de la diversidad genética, o la composición de la atmósfera y la regulación del clima; que aunque los seres humanos no son conscientes de su consumo dado su carácter intangible, su vida depende de ello.

Las actividades económicas dependen a su vez del correcto funcionamiento de estos servicios, pues la explotación de los recursos requiere la existencia de cada uno de ellos.²⁷ Sin embargo, como capital natural los recursos renovables entendidos como los bosques, ríos, humedales, suelos; y los no renovables entendidos como minerales, combustibles y algunas especies en extinción²⁸, sufren un proceso de agotamiento continuo como producto

²⁷ (Jacobs, 1966, p.48)

²⁸ (Herrero, 1966, p. 148)

del uso desmedido de los mismos por el comportamiento consciente e inconsciente de los seres vivos que buscan obtener beneficio de los diferentes ecosistemas.²⁹

El agotamiento de los recursos no renovables atrae una preocupación general frente a los combustibles fósiles y los metales, puesto que las predicciones acerca de las provisiones de estos recursos –considerando las reservas conocidas en relación con las tasas de consumo– presentan largas expectativas, al igual que sucede con los recursos renovables. Su disminución drástica desde mediados del siglo XXI se ha hecho visible en los fenómenos de desertización y pérdida del suelo que han atacado gran parte de todos los continentes, existiendo estudios que revelan una pérdida anual de aproximadamente 20 millones de hectáreas de tierra augurando solo algunos trozos aislados y útiles para el año 2025.³⁰

Gracias a la conciencia colectiva que sobre esta situación tuvo la comunidad académica y científica, se dio lugar al concepto de Desarrollo Sostenible –utilizado por primera vez en la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente en Estocolmo en 1972 bajo la idea de Desarrollo Responsable³¹ y posteriormente consolidado en el informe Brundtland en 1987 y el Protocolo de Kyoto en 1992³²– al que hoy en día la comunidad mundial hace referencia constante en todas sus actividades como un importante fin a seguir. Cada vez más parecido a una responsabilidad moral y ética imposible de desconocer entre la sed de desarrollo y la preocupación por las generaciones futuras.

Entendido como el “desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras” el Desarrollo Sostenible involucra cuatro dimensiones interconectadas: la sociedad, la cultura, el medio ambiente y la economía³³. Por lo que varias ONG han considerado que la contribución de la comunidad Internacional a la sostenibilidad radica en tomar acción frente a áreas como el cambio

²⁹ (Vilches, A, Gil Perez, 2003)

³⁰ (Jacobs, 1966, p. 51). Citando a: World Resources Institute, 1990.

³¹ (Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Ambiente Humano, Preámbulo y Art. 4, 13)

³² (Protocolo de Kioto. Art. 2, 10, 12)

³³ Definición de desarrollo sostenible dada por la UNESCO. Obtenido de: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/sustainable-development/>

climático, la energía, el transporte, la ordenación del territorio, el turismo, el agua, la agricultura, la pesca, la conservación de la biodiversidad, los bosques, los residuos, la Cooperación Internacional, la productividad industrial, la educación e investigación, y la participación y sensibilización social³⁴.

El campo de las Actividades Espaciales, también parece considerar estos aspectos. Respecto del tema de los recursos naturales, se sabe que en la bastedad sistema solar, incluida la Luna y los demás cuerpos celestes, existe una gran cantidad de recursos³⁵ -al parecer susceptibles de explotación por determinación de los EE.UU según la Ley Espacial de 2015, sobre la que se hablará más adelante- como la energía obtenible del Helio-3 presente en la luna y otros cuerpos del Sistema Solar. Energía limpia y por ende de beneficio para el medioambiente de la Tierra³⁶. Esto considerando seriamente como ya se dijo que el agotamiento de recursos naturales no es un mito. Así como el Helio-3, existen otro tipo de recursos a obtener incluso de forma más sencilla, en presentaciones diversas dentro de formaciones rocosas que orbitan en zonas específicas de la vía láctea, y que conocemos como Asteroides.

Extraer recursos de Asteroides no es una idea incoherente. Por el contrario, ante la enorme devastación que deja la explotación minera en la Tierra, sus terribles consecuencias sobre ecosistemas irrecuperables y poblaciones civiles desplazadas por el daño de extensas áreas de vegetación y fauna. Deforestadas, contaminadas en sus fuentes hídricas y erosionadas por el uso de químicos fuertes para extraer de los más profundo minerales arraigados en pequeñas cantidades al subsuelo. La Minería de Asteroides es más una alternativa, una solución ambiental que busca una retribución y que puede generar beneficios para las generaciones futuras aún en riesgo.

Ante el crecimiento inminente de la población que exigirá estándares de vida altos y mantenidos que derivarán en un mayor consumo de todo recurso natural, más que necesario

³⁴ 225 medidas para el Desarrollo Sostenible: alternativas a la estrategia española de D.S.

³⁵ (Tronchetti, 2009, p. 5)

³⁶ (Piñeros, 2015. P7)

se convertirá en un asunto de responsabilidad y ética aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos a zonas fuera del planeta en las que no hayan ecosistemas o biodiversidad que puedan verse seriamente afectadas, en lugar de seguir destruyendo la Tierra. La reducción del impacto ambiental daría como resultado más tierras fértiles, ecosistemas sanos, y fuentes de energía libre de desechos contaminantes, entre otros beneficios. Razones por las que debe abordarse el tema desde lo más básico para poder comprender su importancia e intentar resolver algunas inquietudes jurídicas que se plantearan más adelante.

3.2. Los Asteroides: definición, composición y clasificación

Los asteroides, son considerados cuerpos celestes rocosos de menor diámetro que giran en la órbita alrededor del sol. Con un máximo de 1000 kilómetros de diámetro, estos planetas menores y ausentes de atmósfera se encuentran mayoritariamente concentrados entre los planetas Marte y Júpiter, formando lo que se conoce como el “Cinturón de Asteroides” (**Main Belt** of Asteroids). Heinrich Olbers formuló en 1802 la hipótesis sobre la existencia de un planeta mayor del Sistema Solar que alguna vez giró en torno al sol y que fue destruido dejando cientos de fragmentos que quedaron gravitando. Posteriormente en 1944 el astrofísico ruso Otto Schmidt postuló que por el contrario estos eran fragmentos que por la fuerza gravitatoria de Júpiter no pudieron formarse como planeta, por lo que hoy se les considera como restos que quedaron de la aglomeración de planetas³⁷.

Lo que los hace llamativos es su composición, principalmente por hielo de agua con partículas de polvo incrustadas – mucho más rica en el sistema planetario interior cercano al sol-, que constituyen un material remanente prácticamente sin cambios que convierte a los asteroides en una gran evidencia del proceso de formación del Sistema Solar hace 4,6 millones de años como piezas sobrantes de esas aglomeraciones y colisiones iniciales de planetas. Por lo que de sus partes – se ha considerado- se pueden deducir las mezclas químicas por las que los planetas se formaron.³⁸

³⁷ (Gutiérrez, López, 2008, p. 106-113)

³⁸ (Near Earth Object program) Obtenido de: <http://neo.jpl.nasa.gov/neo/>

Entre los asteroides más importantes del Cinturón en orden de tamaño se encuentran, *Ceres*- al que hago mención pese a ser considerado hoy en día un planeta enano, pues fue considerado tras su descubrimiento –por Giuseppe Piazzi en 1801- durante más de un siglo, el asteroide más grande del cinturón³⁹. Seguido por Pallas, quien ahora toma el puesto del asteroide más grande por la nueva categorización de Ceres, y cuya masa corresponde al 0,3% de la masa lunar, y Vesta con 235 miembros en su familia rocosa, entre otros como se observa en la tabla 1.

Asteroide	Radio	Distancia media al Sol	Descubierto en
Ceres	457 km.	413.900.000 km.	1801
Pallas	261 km.	414.500.000 km.	1802
Vesta	262 km.	353.400.000 km.	1807
Hygíea	215 km.	470.300.000 km.	1849
Eunomia	136 km.	395.500.000 km.	1851
Psyche	132 km.	437.100.000 km.	1852
Europa	156 km.	436.300.000 km.	1858
Silvia	136 km.	512.500.000 km.	1866
Ida	58 x 23 km.	270.000.000 km.	1884
Davida	168 km.	475.400.000 km.	1903
Interamnia	167 km.	458.100.000 km.	1910
Gaspra	17 x 10 km.	205.000.000 km.	1916

Tabla 1.⁴⁰ 12 asteroides con sus respectivos tamaños, distancia del sol y año de descubrimiento entre los que se encuentra Ceres considerado hoy un Planeta Enano⁴¹

Una vez considerada su definición, tamaño, y algunos de los primeros descubrimientos más importantes, podemos pasar a revisar algunas de las clasificaciones o categorías existentes de acuerdo sus características más relevantes.

³⁹ (Ceres: by the Numbers). Obtenido de: <http://solarsystem.nasa.gov/planets/ceres/facts>

⁴⁰ (Asteroides) Obtenido de: <http://www.astromia.com/solar/asteroides.htm>

⁴¹ (Dwarf planet Ceres, Artist's Impresión, 2014) Obtenido de: <http://www.nasa.gov/jpl/herschel/dwarf-planet-ceres-pia17830>

Los asteroides, generalmente por algún tipo de colisión o división de un miembro mayor resultan agrupados en familias cuyas características varían según su inclinación, excentricidad, axis y composición. El descubrimiento de estas agrupaciones se le otorga desde 1918 a K. Hirayama, en honor a quién este fenómeno se conoce como familias Hirayama donde por lo general, las agrupaciones de estas rocas acompañantes de una mayor, suelen llevar el nombre del miembro más prominente del grupo.⁴²

Adicionalmente, si se imagina la posición de los planetas del sistema solar desde el sol hasta Júpiter, se observa que en el espacio del cinturón de asteroides o *main belt*, hay tipos de asteroides bien diferenciados según el comportamiento de sus órbitas. De aquí se desprende la primera clasificación. Se tiene entonces, que por la posición o comportamiento orbital de estos cuerpos se identifican principalmente tres tipos de asteroides: los *Trojanos*, los *Centauros* y los *NEAs*. Estos últimos respecto a los cuales posteriormente se encontrará un desarrollo más amplio debido a su importancia y utilidad.

- Asteroides Troyanos: principalmente asteroides encontrados en la órbita de Júpiter, en lo que se conoce como puntos Lagrange o puntos “L”. Los puntos Lagrange en honor a su descubridor Joseph Lagrange, son básicamente cinco posiciones en el espacio que permiten a otro objeto mantenerse en órbita entre dos cuerpos celestes de gran tamaño –tierra y sol, o sol y Júpiter- que anulan mutuamente su fuerza gravitatoria permitiendo que el objeto quede sometido a fuerza cero. los puntos L4 y L5 son conocidos como los puntos más estables, que respecto de dos cuerpos celestes como el sol y Júpiter, ocurren formando un triángulo equilátero entre ambos a 60 grados delante y detrás de Júpiter, o en el caso de la tierra y el sol, delante y detrás de la tierra sobre su misma órbita (véase Fig.1).⁴³ Con el estudio de los Troyanos se pudo evidenciar la aplicación de esta regla en virtud de la cual

⁴² *Focea, Eos, Hildas, Cibeles y Themis*, son algunas de las familias conocidas que reciben su nombre del asteroide principal.

⁴³ Los puntos Lagrange, han sido de gran utilidad para la comunidad espacial. El punto L1 por ejemplo, ha permitido entre la tierra y el sol la ubicación del Observatorio Solar (SOHO) y se ha proyectado en el caso de la Tierra y la Luna como el lugar ideal para una estación base de investigación lunar. Se mencionan como puntos estables L4 y L5 por cuanto su lugar se mantiene a pesar de la presencia de posibles perturbaciones, mientras en el caso de los puntos L1 a L3 cualquier perturbación menor podría empujar el objeto fuera del punto Lagrange, haciendo necesario que sobre estos puntos se efectúen ajustes constantes para mantener el equilibrio y lugar.

cuerpos de menor masa ocupan la órbita de planetas de gran masa cumpliendo el requisito de los 60 grados (puntos Lagrange), encontrando así troyanos marcianos, e incluso terrestres como el 2010TK7 de tan solo 300 metros de diámetro confirmado en 2011 por el telescopio espacial WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer)⁴⁴.

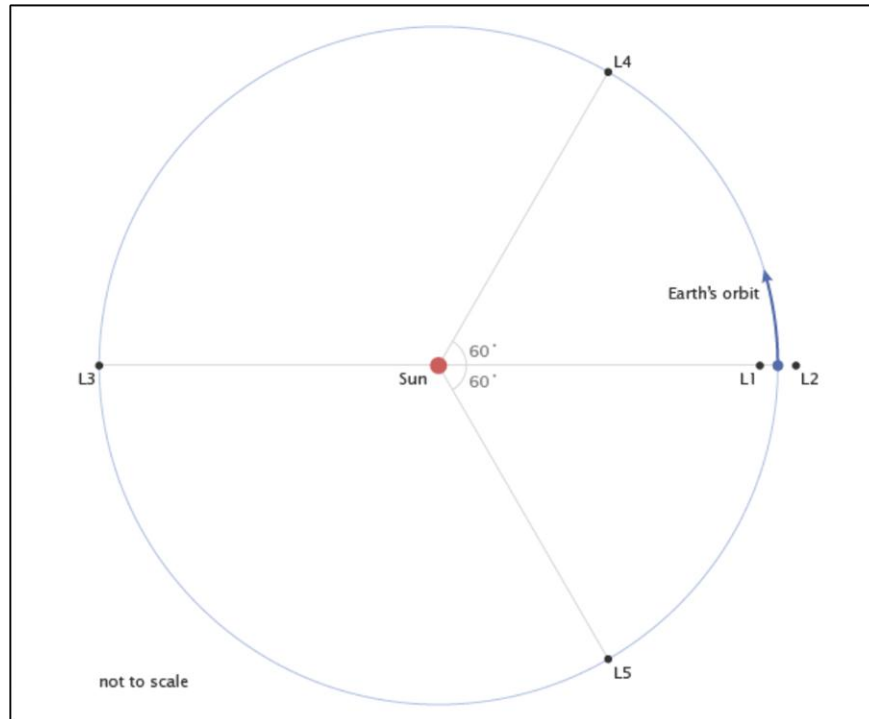


Fig. 1. Los puntos de Lagrange o L en la imagen, muestran lugares especiales en los que un satélite se quedará inmóvil con respecto a la Tierra. El satélite y la Tierra giran alrededor del Sol, por lo que L1 y L2 se colocan en los laterales de la tierra. L3 está en el otro lado del Sol, frente a la Tierra, mientras L4 y L5 se ubican 60 ° por delante y por detrás de la Tierra en la misma órbita.⁴⁵

- Asteroides Centauros: en este tipo se encuentran los asteroides –y cometas- cuyas orbitas se ubican entre Júpiter y Neptuno pasando por el exterior del sistema solar. Además de la característica de sus orbitas inestables se sabe que el rango de los diámetros de los asteroides de este tipo oscila entre los 50 y 300 km y se cree que

⁴⁴ (Nasa's WISE Mission Finds First Trojan Asteroid Sharing Earth's Orbit). Obtenido de: http://www.nasa.gov/mission_pages/WISE/news/wise20110727.html

⁴⁵ (ilustración de la NASA por Robert Simmon). Obtenido de: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/OrbitsCatalog/page2.php>

existen varios cuerpos del grupo sin explorar. Entre los más conocidos están Pholus descubierto en 1992 que pasa cerca de Saturno pero más allá de la órbita de Neptuno, y HA₂ en 1993.⁴⁶

- NEAs: en 1898 el astrónomo alemán Gustav Witt y el francés Auguste Charlois, descubrieron de forma independiente un asteroide que parecía moverse a una velocidad mucho mayor que aquellos que se encontraban en el cinturón principal de asteroides o *main belt*. Éste se ubicaba dentro de la órbita de Marte y recibió el nombre de Eros, lo que rompía con la tradición de utilizar nombres femeninos para designar asteroides. Todo en razón de su singular orbita. Posteriormente este asteroide se convertiría en el primero de los más de 15.000 cuerpos rocosos llamados Asteroides cercanos a la Tierra (near-Earth-asteroid), y cuyo número aumenta en un promedio de 30 asteroides por semana. Aunque la regla general pareciera indicar que este tipo de asteroides tiene un diámetro cercano a 1 kilómetro, existen más de 2000 que lo superan, encontrando casi 400 cerca de los 10 kilómetros⁴⁷. Adicionalmente, los NEAs tienen la característica de orbitar a 1,3 veces la distancia entre la tierra y el sol (195 millones de kilómetros), permitiéndole acercarse a aproximadamente 50 millones de kilómetros de la tierra⁴⁸. Su subdivisión orbital se presente en tres grupos (AAA) sobre los cuales y como fue mencionado más arriba, se hablará más adelante al centrarnos en el tema de la Minería de Asteroides.

Ahora bien, la segunda categoría o clasificación física, puede ser denominada espectral o de composición, puesto que se da por la relación espectro-composición, cuya íntima relación surge por los materiales que son inferidos de un asteroide según el espectro de luz solar reflejada en su superficie (una vez comparados con muestras reales de meteoritos dado que su composición es bastante similar). En esta clasificación encontramos los tipos espectrales A, B, C, D, E, F, G, M, P, Q, R, S, T y V, de los cuales se hará referencia únicamente a los

⁴⁶ (Ridpath, 1999, p. 125)

⁴⁷ (Nowicki, 2002, p.15)

⁴⁸ (Catalog of Known Near-Earth Asteroids Tops 15,000) Obtenido de: <https://www.nasa.gov/feature/jpl/catalog-of-known-near-earth-asteroids-tops-15000>

tipo C, S y M no solo por constituir la mayoría, sino los de más interés para la industria por su valor (riqueza) y gran utilidad (materiales recuperables, como se explicará más adelante).

- Tipo C (*carbonaceous, chondrites*): son los de tipo carbón. Su denominación C, proviene de las condritas carbonáceas⁴⁹ de las que mantienen muchas de sus características. Son asteroides que por el espectro de luz son muy difíciles de ver, muy oscuros en color y considerados los más primitivos por seguir la elemental composición del sol. Constituyen el 75% de los asteroides conocidos y son ricos en agua. Razón principal por la que serían minados.
- Tipo S (*stony*): asteroides básicamente compuestos por silicatos que portan hierro y magnesio, mezclados con níquel metálico y hierro. Una mezcla de roca y metales. Es el caso del asteroide Eros (el primer NEAs) y otros NEAs. Constituyen el 17% de los asteroides conocidos⁵⁰.
- Tipo M (*metallic*)⁵¹ : asteroides compuestos casi puramente por metales, níquel-hierro, y provenientes al parecer de gigantes de más de 100 kilómetros diferenciados completamente en manto y núcleo que fueron pulverizados por colisiones hace cientos de años, de las que quedaron expuestos los densos núcleos expuestos como se conocen en la actualidad. Constituyen el porcentaje restante de los asteroides conocidos (más del 8%). Se cree que de ellos podrían extraerse enormes cantidades de platino, sin equivalencia a las obtenidas en la Tierra.

Adicionalmente cabe resaltar que dentro de la composición de todos los tipos de asteroides conocidos hasta hoy, aunque hay varios componentes disponibles no todos son rentables. Por esta razón no todos los tipos de asteroides resulten de interés para aquellas empresas interesadas en incursionar en la exploración y explotación de recursos minerales. ¿Qué importancia tienen algunos de estos recursos que los hacen tan apetecidos? Una vez

⁴⁹ Las Condritas son meteoritos rocosos cuya composición ha aportado históricamente datos acerca del origen y edad del Sistema Solar o la presencia de agua en la tierra, y que no han sufrido procesos de diferenciación como asteroides. («2.2 La composición de la Tierra: el modelo condrítico». *Planetología. Universidad Complutense de Madrid.*)

⁵⁰ (Barnes-Svarney, 1996, p. 94)

⁵¹ (Asteroid Composition) obtenido de: <http://www.planetaryresources.com/asteroids/#asteroids-types-of-asteroids>

identificados varios de sus materiales de acuerdo con la segunda clasificación, vale la pena mencionar dos que resultan muy importantes. Uno no mencionado por creerse aprovechable mayor y particularmente de un cuerpo celeste de mayor masa, y otro muy conocido pero en gran riesgo de agotamiento: El helio-3 y el agua (respectivamente).

- El Helio-3: es el material más cotizado de la Luna. Un isótopo del helio producido por el sol y transportado en el viento solar que llega a la luna – y a diferentes partes del Sistema Solar- y se deposita sobre su superficie. En los asteroides en los que abundan los metales, el agua, algunos compuestos orgánicos y otros materiales con valor comercial, no parece ser el caso del Helio-3, que aunque resulta más escaso y raro en la tierra, abunda en la luna⁵². La importancia del helio-3 radica en sus aplicaciones en fusión nuclear (como combustible en reactores de fusión), y el poder que tiene para generar energía limpia a través de procesos de fusión nuclear que no producen desechos, por lo que representa un enorme cambio en la concepción de fuentes de energía para la tierra al poder reemplazar combustibles fósiles y otras sustancias que constituyen energía primaria en la tierra. Algo de enorme valor económico para las empresas que lo exploten por sobre cualquier recurso generador de energía. Esto por cuanto existen estudios que señalan la capacidad del Helio -3 para abastecer todo EE.UU durante un año completo utilizando 25 toneladas del isótopo ⁵³. Lo anterior representa dinero y adicionalmente un logro ambiental entre las metas propuestas para disminuir la huella de carbono que dejan los Estados tras la contaminación, permitiendo por el contrario la promoción de energía renovable que contribuya al Desarrollo Sostenible por el bienestar de las generaciones futuras.
- El Agua: representa el combustible del espacio, y la vida de la tierra. La riqueza de agua presente en el espacio abre un nuevo mercado que promete ahorrar millones de dólares que son invertidos año tras año en combustible para el lanzamiento de cohetes y el mantenimiento de naves seguras en sus posiciones. La ventaja del agua

⁵² (Viorel, 2013, p.81)

⁵³ (Tronchetti, p. 6, 241)

en el espacio, está en los elementos que la componen⁵⁴. Mediante la separación de los mismos (H₂ y O), el vapor de agua puede ser electrolizado en hidrógeno, a la vez que el oxígeno se somete al proceso de licuefacción para ambos convertirse en combustible. De esta manera se pretende revolucionar y potencializar la propulsión de los cohetes y generar material vital de apoyo para los astronautas que contarían con fuentes de reabastecimiento. Entre las proyecciones que sobre este recurso se tiene en el espacio, se promete entre otras cosas, extender la vida de los satélites y eliminar desechos peligrosos a un costo mucho más bajo⁵⁵.

Todo lo anterior, incluidos otros recursos como el platino y el oro, traen consigo propuestas en la reducción en costos desde la investigación que constituye en identificar, y abordar los pasos necesarios para materializar cualquier proyecto minero como se verá más adelante, de acuerdo al tipo de objetivo.

3.3. ¿Qué es la Minería en Asteroides y por qué elegirla sobre la Minería en la Luna?

Es un hecho que el subsuelo terrestre no es la única fuente rica en minerales y recursos naturales. Tanto la Luna como los demás cuerpos celestes se encuentran provistos de muchos de estos recursos. En cuerpos celestes, como la Luna y el planeta Marte, se ha probado la posibilidad de obtener directamente o por reacción elementos y compuestos de utilidad para la actividad espacial, que se han denominado recursos in-situ, ISRU. *La Utilización de recursos In-Situ o In-Situ Resource Utilization (ISRU)*⁵⁶ de acuerdo con la NASA, sucede en las actividades espaciales explorativas (misiones tripuladas o robóticas) que a lo largo de su trayectoria hacia el objetivo respectivo, van encontrando en cada fase una enorme cantidad de recursos propios de los cuerpos celestes. Por lo que tanto arquitectos como científicos han estudiado la posibilidad de lograr su máximo aprovechamiento considerando los largos periodos de tiempo –semanas o meses- que puede tomar una misión. Con el propósito de optimizar las misiones se busca realizar

⁵⁴ (ibídem, p. 5)

⁵⁵ (*Market for H₂O*) obtenido de: <http://www.planetaryresources.com/asteroids/market-for-h2o/>

⁵⁶ (*Developing Technologies For Living Off the Land In Space*) Obtenido de: <http://www.nasa.gov/exploration/analogs/isru/>

funciones como el reabastecimiento de las naves, mediante el uso de los recursos encontrados en entornos espaciales, permitiendo hacer más rentable y segura la operación. La NASA se ha planteado la implementación de los ISRU en las misiones espaciales como uno de los componentes claves y necesarios a empezar a implementar.

En cuanto a la obtención de minerales, estudios en geología durante el 2009 revelaron que algunos minerales hallados en las rocas bajo la superficie, tales como el oro, cobalto, manganeso, molibdeno, osmio, paladio, tungsteno, rodio, hierro, platino, entre otros, son de origen extraterrestre, más precisamente residuos de lluvias de meteoritos y asteroides ocurridas cientos de años atrás⁵⁷. Algunos de estos minerales sin embargo, además de ser raros en nuestro planeta, son como el níquel, dado el Proceso de Diferenciación mediante el cual durante la formación de la tierra ciertos minerales fueron desplazados hacia el núcleo, imposibles de extraer. Irrecuperables.

3.3.1. Antes que pensar en la Luna...

Gracias al conocimiento científico, no es desconocido que bastos recursos, entre ellos los minerales de difícil acceso en la Tierra que pueden ser obtenidos de diferentes cuerpos celestes del Sistema Solar – Luna y otros satélites, planetas, cometas y asteroides- se pueden explotar a través de la Minería Espacial. La exploración y explotación minera hacen parte de un mundo de posibilidades con ejes muy reales y prácticos. Por lo mismo, aunque la riqueza de elementos minerales e hidrocarburos de utilidad para la humanidad y la industria han probado poder encontrarse en esos cuerpos celestes mayores, como planetas y satélites, lo cierto es que no todos resultan igualmente rentables.

Algunos de los asteroides cercanos a la Tierra son logística y energéticamente más accesibles que la Luna por varias razones. La primera de ellas resulta ser su cercanía a la Tierra, en ocasiones mucho mayor a la que existe entre esta y la Luna. Seguido a esto se encuentra como ya se mencionó, la presencia de materiales ausentes o escasos tanto en la

⁵⁷ (Geologist point to outer space as source of the earth's mineral riches, 2009) Obtenido de: <https://www.sciencedaily.com/releases/2009/10/091018141608.htm>.

tierra como en la Luna. Metales libres en enormes concentraciones que pueden superar en 100 veces las concentraciones del suelo lunar. No menos importante está el hecho de que dado el proceso de formación de estos cuerpos rocosos, la mayoría no sufrió procesos de diferenciación que les otorgaran núcleos bien definidos, por lo que los minerales se encuentran distribuidos por todo el objeto, y aún ante la presencia de núcleo, la poca masa y menor tamaño facilitan enormemente la extracción de sus recursos debido a la falta de gravedad. Sin contar que el núcleo en ocasiones se encuentra expuesto (caso de los asteroides “tipo M”). Todas razones que permiten anteponer la elección de un asteroide como la fuente de cualquier material útil, incluso si ese material también se encuentra disponible en la Luna puesto que acceder a los materiales requerirá un gasto energético y de inversión considerablemente menor en proporción a sus ganancias. Esto debido también a los compromisos de reducción de costos y alternativas económicas adquiridos por la NASA y la industria privada⁵⁸. Con la reducción del impacto ambiental al realizarse fuera de la Tierra con recursos obtenidos de los cuerpos mismos (ISRU), viene un nuevo tipo de ahorro en lanzamientos, pues la mayor parte del dinero utilizado en lanzamiento de satélites o estaciones espaciales está destinado al lanzamiento y los materiales requeridos, mas no al objeto en sí.

Contar con recursos disponibles en diferentes zonas orbitales cercanas a la tierra en lugar de un solo punto, permitiría además, mantener en continuo desarrollo la tecnología de satélites posicionados en la órbita baja de la tierra con los materiales necesarios para su mantenimiento sin necesidad de nuevos lanzamientos, e incluso para la construcción de nuevos satélites en el espacio⁵⁹. Esto, mencionando solo algunas de las utilidades.

La gravedad de los cuerpos celestes de mayor masa –como la Luna, cuya proximidad a la tierra, tamaño y cualidades ideales la harían en principio ideal- los hace un objetivo más costoso y por consiguiente menos atractivo para su explotación. Los NEAs como se verá, resultan preferibles a otros cuerpos celestes al permitirles un uso más eficiente de energía

⁵⁸ (Nowicki, p. 19)

⁵⁹ (ibídem, p. 18)

en el espacio durante la trayectoria de las misiones, con periodos cortos de actividad minera, y una gran variedad de distancias, excentricidades y formas⁶⁰.

3.3.2. *Los más cotizados: Asteroides cercanos a la Tierra - NEAs*

El interés de la explotación minera se centra en un tipo de asteroides –como ya se mencionó– catalogados por la ciencia espacial como **NEAs** o Near Earth Asteroids (Asteroides cercanos a la tierra), llamados así por tener órbitas cerca o cruzando la órbita heliocéntrica terrestre, y diferentes de los NEOs o Near Earth Objects que abarcan una categoría más amplia entre la que se incluyen también Cometas⁶¹. Los NEAs con diversos tamaños y formas –como se observa en la *Tabla 2*– se pueden clasificar según su manera de orbitar teniendo en cuenta los valores de distancia al afelio (Q) al perihelio (q) además del valor del semieje mayor de su órbita (a). Explicados con mayor claridad en la gráfica (Fig. 2)⁶², tenemos:

- Apolos: asteroides que pasan la mayor parte del periodo orbital fuera de la órbita de la Tierra aunque la cruzan, y cuyas orbitas cumplen las condiciones $a > 1.0$ U.A. y $q < 1.02$ U.A. (semieje mayor es mayor a 1 U.A. con distancias al perihelio inferiores a 1.02 U.A.). este primer tipo resulta abarcar en número el mayor porcentaje de asteroides (un 62%)
- Aten: asteroides considerados como los más cercanos también al sol, pero sobre todo y la mayor parte del tiempo o periodo orbital dentro de la órbita de la Tierra. Razón por la cual junto con los del tipo Apollo serían los mejor aprovechados (en recursos) pero también los más peligrosos. Sus orbitas cumplen las condiciones $a < 1.0$ U.A. y $Q < 1.0167$ U.A. (semieje mayor es inferior a 1 U.A. con distancia al afelio inferior a 1.0167 U.A.)
- Amor: asteroides que quedan completamente por fuera de la órbita de la tierra pero que en su perihelio se aproximan a nuestro planeta. sus orbitas cumplen las

⁶⁰ (Lee 2012, p. 10)

⁶¹ (Near Object Program, NASA)

⁶² (Trigo, Madiedo, 2013, p. 296)

condiciones $1.017 \text{ U.A.} < q < 1.3 \text{ U.A.}$ (perihelio mayor a 1.017 U.A. y menor a 1.3), por lo que no cruzan la órbita de la tierra sino la de marte y a menos que sean perturbados no tienen riesgo de colisionar con la tierra.⁶³

- IEOs (Inner Earth Objects): asteroides cuya orbita se contiene al contrario de la categoría Amor, dentro de la órbita terrestre. Es el grupo con menor número de cuerpos, con solo 6 identificados.

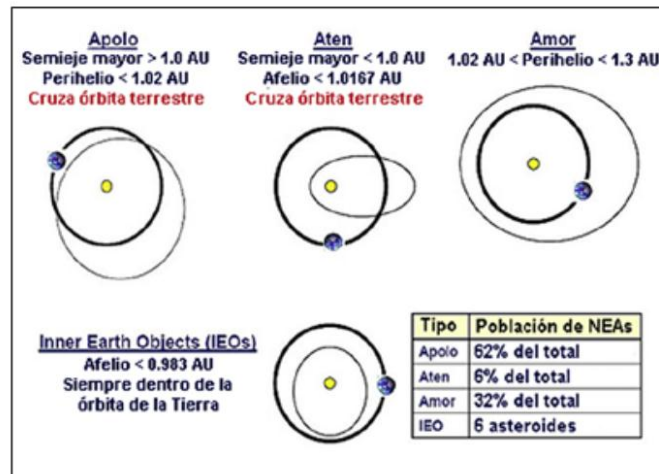


Fig. 2. Clasificación de los NEAs según valores orbitales de: semieje mayor, distancia al perihelio, distancia al afelio.

Year	LINEAR	NEAT	Spacewatch	LONEOS	Catalina	Pan-STARRS	NEOWISE	All others
1995	0	0	26	0	1	0	0	6
1996	1	10	28	0	0	0	0	6
1997	17	11	14	0	0	0	0	11
1998	136	11	34	7	4	0	0	12
1999	162	0	19	14	30	0	0	4
2000	259	16	26	38	13	0	0	12
2001	277	92	22	42	1	0	0	6
2002	288	146	22	21	1	0	0	11
2003	235	67	56	55	8	0	0	17
2004	304	26	70	39	85	0	0	12
2005	136	38	83	41	308	0	0	20
2006	96	22	99	19	394	0	0	8
2007	111	4	46	12	466	0	0	10
2008	140	0	85	1	563	0	0	16
2009	109	0	63	0	574	0	0	35
2010	105	0	43	0	604	17	124	23
2011	70	0	32	0	577	172	3	35
2012	54	0	26	0	628	251	0	33
2013	3	0	25	0	601	359	1	47
2014	0	0	16	0	616	622	40	184
2015	69	0	7	0	566	753	34	133
2016	27	0	1	0	310	376	9	73

Tabla 2. Se muestran el número de descubrimientos NEAs por año, por encuesta, hechos por as diferentes compañías de descubrimientos en el programa de observaciones (NEO) de la NASA, con los totales de NEAs de todos los tamaños.⁶⁴

⁶³ (Nowicki, p.15)

Este tipo de asteroides cercanos a la tierra, resultan ser mucho más accesibles que

3.4. Procedimiento típico en las operaciones de Minería Espacial Comercial: pasos⁶⁵

Se tiene que de manera generalizada la operación se cumple en siete pasos:

- (1) Segmento de planificación: es la etapa de estudio mineralógico y técnico de la viabilidad de la minería en ciertos cuerpos celestes seleccionados.
- (2) Segmento de exploración: que implica el uso de naves espaciales para analizar muestras mineralógicas y, con el uso de tecnología de detección remota, evaluar la viabilidad de varios depósitos.
- (3) Segmento de lanzamiento: que abarca la operación desde su concepción hasta la puesta en marcha del lanzamiento de la nave espacial minera o, si la operación involucra múltiples lanzamientos, hasta el último de los mismos.
- (4) Segmento de tránsito: que abarca la operación desde el segmento de lanzamiento hasta la llegada de la nave minera al cuerpo celeste de destino.
- (5) Segmento de extracción: el cual comienza desde el aterrizaje de la nave minera en el cuerpo celeste seleccionado hasta la plena recuperación de todos los minerales extraídos;
- (6) Segmento de regreso: el cual involucra el regreso de los minerales extraídos a la tierra ya sea con el procesamiento in situ del mineral o de otra manera, lo cual puede implicar el transporte del cuerpo celeste que se extrae o una gran parte de estos a la órbita terrestre o lunar; y
- (7) Segmento de explotación: cuando los minerales extraídos son vendidos con miras a obtener beneficios en su forma no procesada, procesada o utilizada.

Los asteroides por tanto pueden significar no solo es la más acertada sino el enfoque más realista de la Minería espacial. El motivo es explicado en términos de practicidad.

⁶⁴ (Near Object Program, NASA). Obtenido de: <http://neo.jpl.nasa.gov/stats>

⁶⁵ (Lee, 2012, p.10)

3.5. Las Empresas y sus Proyectos

Tras el único precedente de muestras obtenidas del asteroide (NEA) 25143 Itokawa, obtenidas en la misión Hayabusa adelantada por la Agencia de exploración Aeroespacial Japonesa(JAXA) el 13 de junio de 2010, en abril de 2012 los medios bombardearon internet con noticias que parecían ser ciencia ficción interplanetaria. ¿La razón? Una empresa conocida como Planetary Resources, se había aventurado a anunciar públicamente que iniciaría proyectos de búsqueda de oro y recursos en el espacio exterior, más específicamente, en asteroides. Algo para no tomar en juego cuando la empresa es impulsada por el director de cine James Cameron y los fundadores de Google Eric Schmidt y Larry Page. 9 meses después en el 2013 otra empresa llamada Deep Space Industries (DSI) anunció su participación en el mismo mercado. Algunos medios han denominado esto la segunda carrera espacial, con el objetivo de encontrar asteroides con minerales equivalentes a 20 billones de dólares. Actualmente son las dos únicas empresas en el mercado, con proyectos son bastante serios y consolidados.

3.5.1. La Primera Empresa: Planetary Resources (2012):

Esta empresa antes conocida como Arkyd Astronautics, se reorganizó y abrió sus puertas nuevamente en junio del 2011 con la declaración pública sobre su deseo de “expandir la base de recursos naturales de la tierra” lo que planean hacer mediante tecnología que permita actividades mineras en asteroides. La empresa cuenta con la asociación del reconocido director de cine James Cameron y los fundadores de Google, además de un equipo interdisciplinario que tiene pensado dentro de sus proyectos la construcción y renta privada de sus telescopios espaciales orbitales y construcción y venta de satélites, de la mano del proyecto líder que consiste en desarrollar una industria robótica de minería de asteroides-

3.5.1.1. Proyecto Minero:

Planetary Resources propone investigar a los asteroides desde lejos con telescopios especiales encargados de identificar los asteroides que valgan la pena ser explotados. El proyecto de la empresa se divide en tres fases:

- Primera fase: puesta en órbita del telescopio espacial (LEO) capacitado con un sistema de detección remota que le permite descubrir asteroides cercanos a la tierra teniendo en cuenta de los cientos encontrados, hay otros cientos sobre los que aún no se tiene conocimiento. Sin embargo la empresa ya cuenta con una lista de prospectos clasificados en principio por su cercanía orbital a la tierra (NEA).⁶⁶ Su primer modelo de telescopio espacial ha sido el Arkyd⁶⁷.
- Segunda fase: lanzamiento de sondas de reconocimiento para sobrevolar asteroides cercanos a la tierra, trazar un mapa de estos y analizar más de cerca sus características mediante misiones de exploración profunda, cargadas de interceptores que determinaran las cualidades físicas del asteroide tomando muestras del objeto. En esta fase la empresa planea tardar aproximadamente 10 años.
- Tercera fase: una vez elegido el asteroide adecuado se dará inicio a la extracción de recursos y el procesamiento de los mismos de forma robotizada y automatizada con la tecnología adecuada para transportar los minerales y demás recursos a donde sean requeridos. La fase incluye la producción de agua con funciones de propulsión orbital.

3.5.2. *La Segunda Empresa: Deep Space Industries-DSI (2013)*

La empresa, anunciada el 22 de enero de 2013, es una empresa minera de asteroides de origen Norteamericano y carácter privado que planea entre sus funciones no solo la exploración y extracción de recursos sino su consolidación como empresa proveedora de agua, propulsores, y materiales de construcción para servir al mercado del espacio y brindar así apoyo a las nuevas estaciones de investigación del sector privado en órbita alrededor de la tierra. Su propósito es desarrollar tecnologías de naves espaciales para la minería de

⁶⁶ (La compañía tiene entre su lista los asteroides: 1999 JU3; 2001 QC34, 2002 TC70; 2008 HU4; 2011 CG2; 2013 PA7; 2014 SC324 Y 2014 EK24.) Obtenido de: Planetaryresources.com <http://www.planetaryresources.com/asteroids/#asteroid-targets>

⁶⁷ (El primer telescopio introducido es creado en un contrato conjunto con la NASA, llamado arkyd-100) Obtenido de: (<http://www.aeromental.com/2013/01/24/mineria-en-asteroides-asi-empieza-la-segunda-carrera-espacial/>)

asteroides y lograr establecer una estructura de reabastecimiento de combustible y energía, procesamiento de minerales en asteroides y la industria de la fabricación.

3.5.2.1. *Proyecto Minero:*

Según la empresa el enfoque de su proyecto se desarrolla en 4 etapas⁶⁸:

- **Prospección:** consiste en el uso de exploradores de menor tamaño para localizar depósitos de minerales a través de la perforación experimental, la excavación y evaluación de los recursos. A diferencia de la Planetary Resources que pretende hacer esto mediante observación orbital, las naves para las misiones robóticas se encargarán de la geología de los asteroides tomando imágenes espectrales y transmitiendo los datos a la tierra para ser analizados. Las misiones de prospección encontrarán agua, minerales de hierro y metales. Las naves utilizadas se denominan *Firefly* y no superan las dimensiones de 30x15cm. También se hará uso de la tecnología *CubeSat*. Diez centímetros de cubos que actúan como bloques de construcción en misiones de un solo viaje sin regreso por 6 meses y equipadas con el estado de la técnica y subsistemas patentados diseñados para la prospección e investigación directa en los asteroides más ricos en minerales
- **Cosecha:** consisten en la recogida y transporte de recursos valiosos identificados mediante naves espaciales robóticas especializadas. La nave espacial *Harvester* usará agua extraída de los asteroides como propulsor para su regreso a la tierra, además de materias primas procesadas en producto como combustibles, oxígeno y suministros para impresoras 3D en órbita.
- **Tratamiento:** mediante el uso de energía solar se transformará el regolito⁶⁹ en materias primas con un equipo robusto para separar éstas del asteroide. El regolito se procesará para convertirlo en suministro de combustible, para agua y construcción con el uso del *Harvester* que llevará la carga a un complejo de procesamiento donde las muestras serán trituradas, separadas y magnetizadas.

⁶⁸ (Deep Space Industries) Obtenido de: <https://deepspaceindustries.com/space-resources/>

⁶⁹ (También llamado protosuelo. Es una capa de roca suelta y fragmentos minerales que no forman aún un suelo y se acumulan sobre superficies del terreno. En la luna se le llama coloquialmente polvo lunar) Obtenido de: http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema03/Tema_03_Suelos_1.htm

- Fabricación: consiste en la creación de productos terminados, para iniciar su venta en el espacio. Se construirán estaciones en condiciones de micro gravedad (gravedad cero) con la ventaja de lograr tamaños que antes no eran posibles por no poder ser contenidos en el carenado de carga útil de un vehículo de lanzamiento.

Mediante esta última fase DIS muestra su interés no solo por ser una empresa minera un conjunto de estaciones espaciales sirvan para que otras misiones que necesiten alejarse más encuentren en sus complejos (a modo de taller) un micro mercado espacial donde cualquiera llegue y por un gran precio pague por recursos como oxígeno, combustible y repuestos metálicos (hechos con las impresoras).

La empresa cuenta con la tecnología reciente del Prospector-x, una pequeña nave espacial robótica accionada por agua equipada con tecnología para buscar y demostrar, entre las que se incluye un sistema de navegación óptica y un sistema resistente a las radiaciones cósmicas. Asteroides cercanos a la tierra. Lo más interesante resulta ser la cooperación que tendrá por parte de Luxemburgo, pues el país se ha propuesto trabajar en conjunto con la empresa para llevar a cabo el uso de este proyecto. Lo cual evidencia que pese a la privatización de las actividades espaciales, la puerta sigue estando abierta para los Estados, precursores en el uso y la exploración del espacio.⁷⁰

Sin embargo, aún falta averiguar cómo se deben regular este tipo de proyectos, participaciones y alianzas, para resolver entre las dudas o vacíos que puedan presentarse ante este tipo de innovaciones, si de estos proyectos deriva o no una contravención a los Tratados y Principios del Derecho del Espacio Ultraterrestre

4. EL TRATADO DEL ESPACIO Y LAS REGULACIONES EN MATERIA: LUCES Y SOMBRAS

⁷⁰ (Luxemburgo quiere ser pionero en minería espacial, 2016) Obtenido de: <http://www.sophimania.pe/espacio-y-cosmos/misiones-espaciales/luxemburgo-quiere-ser-pionero-en-mineria-espacial/>

4.1. Breve recuento histórico: un Derecho de paz que nació de la guerra

Para mediados del siglo XX la historia del mundo había sido conmovida por segunda vez por la guerra y sus devastadores efectos. Con el inicio de la *Carrera Espacial* tras el lanzamiento del Sputnik I por La Unión Soviética, Estados Unidos y la URSS como potencias líderes opuestas durante la Guerra fría, decidieron redirigir sus inversiones militares hacia campos investigativos y científicos en los que ante la ausencia de una declaración formal de guerra competirían para demostrar al mundo su poder mediante la conquista del espacio, y así llevarse alguno el título de “potencia espacial”.

Esta Guerra si bien fue mucho más silenciosa que las Mundiales, resultaba muy competitiva. Lo que despertó el temor de la comunidad internacional respecto a los alcances que tendría una eventual conquista del espacio por un limitado número de países con los recursos para hacerlo, convirtiéndolo en un nuevo lugar para prolongar y expandir las rivalidades entre las superpotencias. La preocupación internacional motivó a desear en todo aspecto una forma diferente de regular este nuevo mundo de relaciones jurídicas que había empezado a gestarse en paz e igualdad.

En consecuencia, en el marco de las Naciones Unidas se estableció con ese propósito, la Comisión –ad hoc- sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con fines Pacíficos (COPUOS)⁷¹ compuesta por 18 miembros encargados de ordenar las actividades y los recursos de las Naciones Unidas y otras Agencias internacionales en relación con el uso pacífico del espacio. Además de las disposiciones organizativas para facilitar la Cooperación internacional en este campo, junto con los problemas legales que pudieran surgir en los programas de exploración del espacio exterior.

Al año siguiente, en 1959, este organismo se establecería de forma permanente para fortalecer su trabajo mediante la creación interna de dos subcomisiones a saber, la Subcomisión de asuntos Jurídicos y la Subcomisión de asuntos Científicos y Técnicos. En conjunto compuestas por 77 miembros. De forma que, este Derecho emergido de la guerra, fuera de lo común, y lo terrestre, trajo consigo la necesidad de una negociación diferente. Un espacio de paz para limitar la ambición de los países. Así que con la

⁷¹ (Resolución 1348, 1958)

Resolución 1721 (XVI), de 20 de diciembre de 1961, la Asamblea General aprobó un amplio programa de cooperación multilateral con esos fines, usando como método de decisión –distinto a la manera de tomar decisiones en el Derecho Internacional- la figura del consenso.

El consenso –seguido de la cooperación que se estudiara más adelante- es una figura que la Real Academia de la Lengua Española define como el acuerdo al que una multitud de personas llega mediante el consentimiento de todos (parafraseo)⁷², una definición vaga para el peso que tiene esta figura. Pues a diferencia de las decisiones tomadas por mayoría y unanimidad, que mantienen una parte manifiestamente en contra, lo importante del consenso está en que hay una aceptación más que una aprobación. Aunque haya posiciones que disientan, estas no alcanzan a ser radicalmente opositoras. Es básicamente, “la ausencia de oposición activa”.

Es merecido el paréntesis hecho en aras de comprender la relevancia de cada uno de los Tratados y Acuerdos que regulan actualmente el Espacio Ultraterrestre. Esto, debido a que el COPUOS junto con su Subcomisión Científica y Técnica adoptaron el consenso como la manera de tomar todas las decisiones de Derecho en el espacio ultraterrestre en armonía con la Cooperación Internacional (Kopal 2009).

Posterior a 1961 y el establecimiento del COPUOS, durante el primer periodo de sesiones de la Subcomisión de asuntos Jurídicos, La URSS presentó un proyecto sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. Este proyecto aunque no recibió en un principio el apoyo de todos los Estados miembros de la Comisión (COPUOS) tomó progresivamente la fuerza necesaria para convertirse en *La Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre* el 13 de diciembre de 1963. Esta declaración sentó las bases iniciales para un desarrollo jurídico mucho más profundo en todos los aspectos que abordaba, pero no pudo establecer normas de carácter vinculante por tratarse de una resolución de la Asamblea General.

⁷² (Diccionario de la Lengua Española)

Presionados por los continuos sucesos de la carrera espacial y especialmente por la llegada del hombre a la luna, el 16 de Junio de 1966 Estados Unidos presentó el proyecto del “Tratado por el que se rige la exploración de la luna y otros cuerpos celestes”⁷³, mientras la Unión Soviética presentó a su vez un proyecto de “Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, la luna y otros cuerpo celestes” (A/6352). Pese a provenir cada proyecto de las dos potencias históricamente enfrentadas, las diferentes propuestas fueron tenidas en cuenta, superando las diferencias y permitiendo iniciar negociaciones para abarcar ampliamente el tema. Así las deliberaciones sobre el primer acuerdo al respecto, iniciadas en julio de 1966, no solo retomaron los principios obtenidos en la Declaración sino que se interesaron por incluir el tema de la Cooperación internacional, aspecto sobre el cual las deliberaciones se hicieron más intensas, un tanto polémicas y mucho más difíciles de aceptar que en el caso de los principios.

El fruto de las negociaciones culminó en la aprobación del Tratado el 19 de diciembre de 1966 y su posterior entrada en vigor en octubre de 1967⁷⁴, y permitió además allanar de manera importante todo el terreno y los aspectos de los futuros acuerdos y declaraciones de las cuales se puede decir son las ramas del tronco principal que constituye lo que hoy nos permite tener la llamada Constitución del Espacio Ultraterrestre.

4.2. Revisión General de la normatividad y principios aplicables

4.2.1. El Tratado del Espacio Ultraterrestre (1967)

El *Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y la utilización del espacio ultraterrestre incluso la Luna y otros cuerpos celestes*, es aprobado por la resolución 222 (XXI) de 1966. Reconoce el interés general de la humanidad por la exploración y utilización de espacio ultraterrestre, y sienta desde un comienzo las bases del uso del espacio con fines pacíficos, en cooperación y promoviendo los principios convenidos por la Carta de las Naciones Unidas.⁷⁵

⁷³ (A UN/AC.105/32, 1963)

⁷⁴ (Naciones Unidas, 2008, p. v)

⁷⁵ (Ibídem, p. 3)

La configuración del libre acceso en condiciones de igualdad a todos los Estados sin importar su desarrollo económico (art. I), la aplicabilidad del Derecho Internacional (art. III), y la renuncia a la apropiación nacional del espacio (art. II) son algunos de los preceptos establecidos en los primeros artículos del Tratado. Los artículos posteriores regularán aspectos como el tratamiento debido a las actividades iniciadas por entidades no gubernamentales, de las cuales se hace responsable al respectivo Estado parte en el Tratado, quien debe autorizarlas y hacer supervisión constante de las mismas.

El Tratado del Espacio además prohíbe el uso de armas nucleares y restringe las actividades militares solo al uso de personal militar en el espacio, confirmando lo convenido en la Resolución de 1884⁷⁶ respecto al no posicionamiento en órbita de objetos portadores de armas nucleares o de destrucción masiva. Aspectos que conllevan a la utilización con fines pacíficos de la Luna y otros cuerpos celestes (art. IV), la mención de asistencia a astronautas, salvamento y responsabilidad por daños causado por objetos espaciales, y el registro de objetos espaciales (art. VIII).

El final del articulado abordará cuestiones más profundas como la asistencia mutua y el respeto por los intereses de todos los estados partes que si bien no es de carácter obligatorio dependerá de consultas y acuerdos. Lo que se conoce como el principio de Cooperación Internacional (art. IX); la garantía de observación de objetos lanzados al espacio desde el territorio de Estados extranjeros examinando cualquier solicitud al respecto en condiciones de igualdad; el compromiso de los Estados partes a informar al Secretario General en la medida de lo posible “viable y factible” el carácter, realización, lugar y resultados de las actividades espaciales; el acceso de los representantes de otros Estados a las estaciones y equipos en la luna y otros cuerpos celestes en condiciones recíprocas mediante consultas (art. XIII); y la responsabilidad de las actividades realizadas por organizaciones espaciales internacionales (art. XIII).

⁷⁶ (Resolución (XVIII), 1963)

4.2.2. El Tratado de la Luna.

El *Acuerdo que debe regir las Actividades de los Estados en la Luna y en otros Cuerpos Celestes* surge en el contexto de los años 60 con la preocupación de los estados Unidos por su desventaja frente a la Unión Soviética en la Carrera Espacial. Debido principalmente al exitoso descenso de la sonda no tripulada *Lunik 9* sobre la superficie lunar en 1966. Tras el inicio del proyecto Apolo desarrollado por la joven NASA –fundada unos pocos años atrás- para lograr el objetivo de alcanzar la Luna, la misión espacial tripulada Apolo 11, es lanzada el 16 de Julio de 1969⁷⁷, y como resultado del primer alunizaje obtiene muestras de materiales hallados en la superficie lunar como el regolito o polvo lunar. Lo que abrió paso a la posibilidad no solo de explorar sino también de explotar los minerales del satélite natural y de otros cuerpos celestes⁷⁸. Con esto, los mismos efectos negativos en el uso y exploración del espacio que quisieron contraponerse al Tratado del Espacio – fines bélicos entre las superpotencias, uso inequitativo del espacio, entre otros- se tomaron como motivación principal para negociar una regulación más específica en materia.

En razón a lo anterior, *el Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos Celestes* fue aprobado finalmente por la Asamblea General en su resolución 34/68 de 5 de diciembre de 1979, reafirmando los principios de Cooperación Internacional y uso pacífico, desarrollando el principio de no apropiación de la Luna ni de otros cuerpos celestes (Art. 11.3) y consignando la expresión “patrimonio común de la humanidad” respecto de los mismos (Art.11).

Es necesario mencionar que esta expresión nunca contó con un significado oficial que permitiera entender su aplicación dentro del Tratado de la Luna, por lo que se prestó desde el inicio a significativas disputas que sirvieron como uno de los motivos por los cuales este Tratado finalmente fue ratificado por muy pocos Estados (solo 15) en relación con los

⁷⁷ (Vicente, 2009, p. 41-56)

⁷⁸ (Tronchetti, 2009, p. 41)

demás tratados que forman parte del Derecho del Espacio Ultraterrestre.⁷⁹ Desafortunadamente, las potencias mundiales que más interés han mostrado en la ejecución de proyectos y actividades espaciales, como Estados Unidos, Rusia y China tampoco lo han ratificado.

Sin embargo, aun frente a la escasa ratificación, el Tratado de la Luna constituye la base más importante para determinar la forma en que deben explotarse los recursos en el Espacio, que en materia de comercialización de los mismos se traduce al tema de la apropiación. Al respecto, el Tratado de la Luna resalta particularmente dos importantes consignaciones que deben ser interpretadas de manera conjunta. Estas son, la declaración de “patrimonio común de la humanidad” (Art. 11)⁸⁰ y el principio de no apropiación contenido también en del Tratado del Espacio (Art. II). De ambas, se debe entender que los recursos naturales pertenecen a toda la humanidad, la cual debe poder acceder a ellos en condiciones de igualdad tanto en el uso como en la explotación de los mismos, sin que ningún Estado u organismo pueda reputarse soberano de estos. Principios que no pueden desconocerse deliberadamente toda vez que el entendimiento del Tratado como parte del *ius cogens* concebido por el artículo 53 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados (1969) vincula a todos los Estados de la sociedad internacional ante obligaciones jurídicas consideradas *opinio iuris*⁸¹

⁷⁹ (Garzón, 2016, p.34)

⁸⁰ (Tratado de la Luna, artículo 11, numerales 1 al 5: “(1)La Luna y sus recursos naturales son patrimonio común de la humanidad conforme a lo enunciado en las disposiciones del presente Acuerdo y en particular en el párrafo 5 del presente artículo; (2)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;(3)Ni la superficie ni la sub-superficie de la Luna, ni ninguna de sus partes o recursos naturales podrán ser propiedad de ningún Estado, organización internacional intergubernamental o no gubernamental, organización nacional o entidad no gubernamental ni de ninguna persona física. El emplazamiento de personal, vehículos espaciales, equipo, material, estaciones e instalaciones sobre o bajo la superficie de la Luna, incluidas las estructuras unidas a su superficie o la sub-superficie, no creará derechos de propiedad sobre la superficie o la sub-superficie de la Luna o parte alguna de ellas. Las disposiciones precedentes no afectan al régimen internacional a que se hace referencia en el párrafo 5 del presente artículo; (4)Los Estados Partes tienen derecho a explorar y utilizar la Luna sin discriminación de ninguna clase, sobre una base de igualdad y de conformidad con el derecho internacional y las condiciones estipuladas en el presente Acuerdo; (5)Los Estados Partes en el presente Acuerdo se comprometen a establecer un régimen internacional, incluidos los procedimientos apropiados, que rija la explotación de los recursos naturales de la Luna, cuando esa explotación esté a punto de llegar a ser viable. Esta disposición se aplicará de conformidad con el artículo 18 del presente Acuerdo...”).

⁸¹ (Piñeros, 2014, p. 13-15)

Adicionalmente, si bien es cierto que más allá de los principios que derivan del Tratado, no hay una regulación que establezca procedimientos para la explotación de los recursos naturales en la Luna y otros cuerpos celestes. Es imperativo recordar que los principios del Tratado se sujetan a una condición *sine qua non*. Una condición que debe ser anterior a todo tipo de regulación interna que los Estados pretendan desarrollar para ordenar la exploración y explotación del espacio, contenida en el numeral 5 del Artículo 11. La disposición representa un compromiso de los Estados parte a establecer un régimen internacional para la explotación de los recursos. Lo que debe suceder en el momento en el cual dicha explotación se encuentre cerca de ser viable.

En esta medida, la apropiación de los recursos provenientes de la Luna y los cuerpos celestes dependen de un régimen que está pendiente por desarrollar. Por lo que a falta de éste no es concebible aún que los Estados dispongan apropiarse de bienes reconocidos por la comunidad internacional para beneficio de todos. Prerrogativa que además constituye una de las finalidades previstas para el régimen internacional ordenado por el Tratado en aras de asegurar que los recursos naturales sean susceptibles de participación equitativa por parte de todos los Estados (Art. 11.7)

Finalmente en cuanto a las posturas doctrinales, algunos autores, a favor del Tratado de la Luna lo han considerado relevante para la comunidad internacional dada su aprobación mediante consenso por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS) que le da un peso jurídico importante por aplicación del principio de *pacta sunt servanda* (lo pactado se cumple), y el entendimiento de que constituye una extensión del Tratado del 67 en temas muy específicos⁸². Otros por el contrario, han manifestado que por no existir dentro del articulado del Tratado una reglamentación completa, clara ni particularmente precisa, y exponerse conceptos imprecisos como el de “utilizar” (art. 11.4) y el de la mera designación de los cuerpos

⁸² (Lee, 2012, p. 168)

celestes y la Luna bajo el concepto abstracto de “patrimonio común de la humanidad”⁸³ (art. 11.1). La interpretación es ambigua e incierta.⁸⁴

4.2.3. Principio de Cooperación Internacional

Mencionado anteriormente, y cuya aprobación en el Tratado del Espacio resulto tan polémica, es un principio que nace al finalizar la Segunda Guerra Mundial, y una herramienta a través de la cual diversos actores de la comunidad internacional establecen una relación de colaboración y apoyo en procesos de desarrollo y alcance de metas consensuadas mediante la transferencia de recursos técnicos, económicos, y administrativos⁸⁵.

El principio de Cooperación Internacional es abordado en el preámbulo del Tratado del 67 con dos propósitos generales a saber. El primero de ellos, “contribuir a una amplia cooperación internacional en lo que se refiere a los aspectos científicos y jurídicos de la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos”. Al que le sigue la contribución de dicha Cooperación “(...) al desarrollo de la comprensión mutua y al afianzamiento de las relaciones amistosas entre los Estados y los pueblos”. Dentro del articulado, son el artículo IX y posteriores los que se encargan de fijar la aplicación del principio.

Así mismo, por aprobación de la Asamblea General se tienen las Resoluciones 1721 A y B (XVI), de 20 de diciembre de 1961 sobre Cooperación internacional para la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos⁸⁶, y actualmente La labor de promoción del principio, corre a cargo de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (UNOOSA)⁸⁷. De esta manera, el principio de Cooperación fue una respuesta a las necesidades científicas y técnicas de la época, que aseguró en su momento el apaciguamiento de las tensiones generadas durante la Guerra Fría, y que en la actualidad previene las futuras que puedan

⁸³ (Lee, 2012, p. 265)

⁸⁴ (Op.Cit, p. 17)

⁸⁵ (RACI, 2008, p. 25-27)

⁸⁶ (Tratados y Principios de las Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre. Naciones Unidas, 2008)

⁸⁷ (“Oficina de asuntos del espacio ultraterrestre” ONUV) Obtenido de: <http://www.unvienna.org/unov/es/unoosa.html>

derivar del posible desarrollo de nuevas competencias o intereses en contra, que conlleven a una eventual desigualdad en el acceso al espacio, la Luna y los cuerpos celestes.

4.3. Los inconvenientes de la regulación del Espacio Ultraterrestre en las actividades Comerciales y Privadas en la Minería Espacial

Nos encontramos entonces con una regulación que surge rápidamente con Tratados y Acuerdos aprobados en un periodo muy breve de tiempo, correspondiendo probablemente al acelerado número de avances, actividades y logros espaciales (concentrados en un periodo aproximado de 10 años) durante la Guerra Fría. Posterior a ese tiempo aun cuando se disminuye el número de actividades impulsadas por el Gobierno de los diferentes Estados, el interés que ya había despertado en los privados abrió paso a las actividades espaciales de uso comercial de las que hoy la humanidad saca provecho. Ante lo cual, los Gobiernos dejan de ser los actores principales en la exploración y uso del espacio Ultraterrestre y son reemplazados por empresas espaciales civiles.

La comercialización del espacio no era más que una consecuencia lógica del desarrollo de las actividades espaciales en el paso del tiempo, por lo que no deja de extrañar que a la par de este interés no hayan surgido regulaciones más específicas con las cuales los Estados puedan proteger el acceso equitativo de sus particulares frente a los intereses comerciales de los organismos privados.

Es válido cuestionarse si se están viendo las cosas desde la óptica adecuada para comprender los vacíos frente a campos como la Minería y la Construcción- e incluso futuros campos por descubrir-. Para lo cual analizaremos las disposiciones concernientes de los Tratados y principios mencionados en el literal anterior con la salvedad hecha respecto del Tratado de la Luna.

4.3.1. Frente al Tratado de 1967

Es un hecho que el régimen desarrollado entre los años 60 y 70, dado el contexto de la época, no anticipó con precisión la posibilidad de una futura explotación comercial de recursos minerales provenientes del espacio, lo que hoy se ha convertido en una práctica real. Según Vladimir Kopal, “Aunque el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre aportó

soluciones apropiadas a muchos problemas difíciles, no constituía un instrumento exhaustivo que abarcara todos los aspectos existentes y previsibles de las actividades espaciales”⁸⁸, por lo que no hay entre sus disposiciones normas que regulen las actividades económicas de explotación y aprovechamiento de recursos, menos aun si estas tienen fines comerciales.

El Tratado del espacio sin embargo estableció en su artículo VI la responsabilidad de los Estados frente a las actividades espaciales que realizaran los organismos gubernamentales, como aquellas entidades no gubernamentales. Lo que significó una puerta abierta a la participación de entidades privadas en el espacio, y una reflexión en la que si bien fue claro en su momento que las primeras incursiones en el terreno serían lideradas por los Estados, se podría hoy en día entender como una voluntad de las partes en la redacción a considerar la posible irrigación de este Derecho a diferentes áreas de carácter civil y comercial más allá de lo puramente estatal. Sin más preámbulos, entre los temas concernientes al tratamiento de recursos, la soberanía y la jurisdicción se encuentra:

4.3.1.1. Las directrices del Tratado del Espacio – parte 1.

Artículo I:

“La exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, deberán hacerse en provecho y en interés de todos los países, sea cual fuere su grado de desarrollo económico y científico, e incumben a toda la humanidad.

El espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, estará abierto para su exploración y utilización a todos los Estados sin discriminación alguna en condiciones de igualdad y en conformidad con el derecho internacional, y habrá libertad de acceso a todas las regiones de los cuerpos celestes.

*El espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, estarán abiertos a la investigación **científica**, y los Estados facilitarán y fomentarán la cooperación*

⁸⁸ (Kopal 2009, p. 7)

internacional en dichas investigaciones.”

Del artículo se desprenden dos directrices, la Aplicación del principio de libertad y no discriminación en el espacio Ultraterrestre, y el principio de Interés común en las actividades en el espacio⁸⁹.

4.3.1.1.1. De la aplicación de principio de libertad y no discriminación en el espacio ultraterrestre

El texto nos muestra en primer lugar el deber de los Estados parte de promover y llevar a cabo, en beneficio e interés de todos los países la exploración y uso del Espacio exterior sin lugar a discriminación. Igualmente, usa la expresión “acceso libre” que se entiende a la luz del articulado no solo como la posibilidad de llegar a cualquier área del espacio ultraterrestre – considerando los límites impuestos por las leyes de la Física y demás naturales- sino como la posibilidad de acceder a este sin interferencia, explorándolo y usándolo libremente en forma gratuita.

Bajo este entendido, en desarrollo además de los principios básicos de uso pacífico, no apropiación y cooperación internacional, y en concordancia con el artículo VI, la mención del libre acceso se extiende a todas las áreas de los cuerpos celestes, y por la participación bien de los Estados, de sus entidades, y de sus personas naturales y jurídicas, incluidas las empresas privadas.

Apreciación que se fortalece teniendo en cuenta que según el contexto histórico en que se dio lugar a la “Declaración sobre los Principios Jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del Espacio Ultraterrestre” en 1962⁹⁰, la Unión Soviética presentó como propuesta el que todas las actividades de cualquier naturaleza

⁸⁹ (K. Tatsuzawa, 1988)

⁹⁰ (Doc.A UN / AC. 105/L.2 de 1962 y A/5181, anexo 3, 1962.)

relacionadas con la exploración y utilización del espacio exterior se llevaran a cabo única y exclusivamente por los Estados, considerando que de hacer lo contrario se generaría desorden y confusión en el uso del espacio.

Ante lo cual, reacción del delegado del gobierno de los Estados Unidos en su representación fue la siguiente afirmación relativa al principio de libertad de los mares:

"El hombre debe ser libre para aventurarse en el espacio sobre la misma base que se ha aventurado en alta mar – salvo aquellas restricciones impuestas por las leyes de su propia nación y por las normas del derecho internacional, incluida la Carta de las Naciones Unidas"⁹¹

La mencionada analogía rechazó por completo la propuesta soviética. Considerando la posibilidad de una futura relación en la que el gobierno contara con el apoyo de empresas privadas y viceversa⁹² En septiembre de 1963 que el Delegado de la URSS retiró su propuesta y en su lugar sugirió un examen de la propuesta Norteamericana de permitir empresas privadas, pero bajo la condición de un debido control por parte del Estado para que este asumiera su responsabilidad a nivel internacional⁹³ (art. VI del Tratado del 67).

Apreciación: el libre acceso y la no discriminación son principios que pueden entenderse no fueron excluidos de la voluntad de la Asamblea General para las actividades de las Empresas privadas -aun cuando no fueron contemplados desde un principio como beneficiarios directos- siempre y cuando se cuente con la debida supervisión y autorización del Estado quien figurará como responsable internacionalmente ante cualquier situación que le sea atribuible.

⁹¹ (Declaración del embajador Stevenson en la Comisión 1 -Político y de Seguridad- de la Asamblea General el 4 de diciembre de 1961, citado por J. A. Johnson en su documento titulado "Libertad y control en el espacio ultraterrestre", en las Actas de la Conferencia de Ciencia Espacial y del Espacio, 1963, P 0.139.)

⁹² (Doc.A UN / AC. 105/C.2/SR.20, 1963)

⁹³ (Consignación que posteriormente quedo también en pie en el Tratado sobre responsabilidad por Daños)

4.3.1.1.2. El principio del interés común en las actividades espaciales

Si bien quedó clara en su mayor parte la posibilidad de realizar actividades privadas en el espacio, puede parecer que aún no es lo suficientemente claro si los particulares pueden efectuarlas para su explotación y exploración con fines comerciales. Es necesario por tanto examinar si estas actividades están dentro del **interés común** que promueven Los Tratados del espacio Ultraterrestre, en especial el Tratado del 67⁹⁴.

El interés de exploración se encaminaría de forma científica y económica, por lo que prestaría un beneficio común, frente a lo cual falta dilucidar si el interés comercial – privado, respetaría ese acceso equitativo, o promovería el principio de Cooperación internacional en varios niveles.

Si se revisa nuevamente el **artículo I** del Tratado, se observa la disposición referente al interés común, y se puede inferir que lo que busca el Tratado es asegurar un acceso equitativo a toda la humanidad considerando que el espacio es un lugar de máximo interés del que busca obtenerse el mayor provecho, para que al hacerlo sea haga siempre en beneficio de la humanidad y sin ser objeto de apropiación.

Desde la óptica más favorable, no es discutible por la mayoría la fuerza que tiene el consenso en materia Internacional y los Tratados según la Convención de Viena⁹⁵. Pero para una minoría, la fuerza vinculante no está presente y es una mera y simple declaración que aconseja estos parámetros de comportamiento a las partes. Este segundo grupo sin lugar a dudas no tendría mayores obstáculos para desarrollar actividades comerciales por entidades privadas pues el Tratado no sería coercitivo en cuanto a la prohibición de actos en beneficio propio. Para el primer grupo sin embargo –que es la mayoría- sería diferente.

En segundo lugar, si no se debate de manera alguna el carácter vinculante del Tratado del 67, en la medida en que el Tratado busca asegurar el uso equitativo y promover la

⁹⁴ (Art. 2)

⁹⁵ (Convención de Viena, Art. 38)

Cooperación Internacional en miras al interés común, aún queda la posibilidad de mantener en estado de observación, supervisión y análisis la actividad comercial específica bajo el lente del “beneficio para toda la humanidad” para impedir así en el peor de los casos que se hiciera del Derecho Ultraterrestre un Derecho egoísta que además de la exploración y uso científico y económico propendiera por el beneficio de un solo Estado, o un grupo de ellos.

En el caso de las empresas de minería espacial –Planetary Resources y DSI- se menciona la expansión de la humanidad a las fronteras espaciales⁹⁶, y se busca que entre sus proyectos existan servicios con los cuales puedan ayudar futuras misiones –como los recursos *In Situ*-, albergar cientos de personas en su infraestructura espacial y proveer recursos útiles a las actividades industriales en la tierra.

En consecuencia el principio de interés común aplicado también a la Actividad Comercial es una condición que debe darse como un sistema de pesos y contrapesos que den equilibrio al Uso del Espacio en relación con otros principios del Derecho del Espacio exterior fijados por los Estados parte. Esto por cuanto el interés común complementa el principio de libertad de acceso al espacio exterior para evitar que una interpretación demasiado extensiva devenga en un abuso del Derecho que desvíe a los Estados al uso del Espacio en beneficio propio. Sino que por el contrario se siga obteniendo de dicha exploración y explotación un beneficio para toda la humanidad.

Es importante recordar que basta un solo desconocimiento de una norma de los Tratados correspondientes a la materia para que todo el sistema caiga, pues ha sido en virtud del consenso que toda la regulación se ha edificado.

De lo anterior se entiende que las Actividades Espaciales Ultraterrestres Comerciales de carácter privado o realizadas por los Estados para la exploración y explotación de recursos, en principio no contravienen el Derecho Espacial en la medida que respeten el bienestar

⁹⁶ (DSI, hace mención de la expansión de la humanidad en sus fases de enfoque del proyecto minero. Así mismo Planetary Resources, en su sección de “Asteroides, los mejores regalos del Sistema Solar”, habla de los recursos como medio para llevar a la humanidad un paso adelante en la tierra y el espacio)

común de toda la humanidad aun cuando tengan fines lucrativos-siempre que sean razonables-.

Es importante no desconocer los beneficios de la actividad privada por cuanto su capacidad de inversión en recursos, permitiría el adecuado trabajo conjunto con el Estado en cooperación – recordemos el caso de Luxemburgo en el lanzamiento del Proyector-X-, para un mayor desarrollo en los proyectos científicos y económicos de exploración y uso. Esto representa no solo uno de los medios para alcanzar y mantener los ideales del Desarrollo Sostenible sino incluso para lograr brindar ayuda a muchos países en desarrollo cuyas posibilidades de inversión en estructura son muy bajas. Probablemente les resultaría mucho más fácil actuar como participantes indirectos de las actividades comerciales de economía privada de Estados con mayor capacidad económica y adquisitiva.

Apreciación: las actividades comerciales y privadas desarrolladas pueden entenderse contempladas dentro de los tratados así como aquellas iniciadas por los Estados y que dependen de entidades de carácter privado para su realización. Lo anterior en el entendido de acudir al respectivo Estado y requerir su autorización para actuar. Es de recordar que actividades de otros campos como la telecomunicación y la tele-observación están reguladas y permitidas, y son de carácter comercial, mas cuentan con un organismo encargado de la administración de las posiciones orbitales como es el UIT. Resulta claro entonces, que el Estado sigue siendo el responsable en virtud del Tratado del Espacio, y que las actividades de estas empresas no deben contravenir los principios básicos del Espacio Ultraterrestre aun en desarrollo de leyes nacionales que regulen su ejercicio.

4.3.1.1.3.

La jurisdicción de los Estados sobre las entidades no gubernamentales que realizan actividades comerciales en el espacio

Artículo VI:

“Los Estados Partes en el Tratado serán responsables internacionalmente de las actividades nacionales que realicen en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, los organismos gubernamentales o las entidades no gubernamentales, y deberán asegurar que dichas actividades se efectúen en conformidad con las disposiciones del presente Tratado. Las actividades de las entidades no gubernamentales en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, deberán ser autorizadas y fiscalizadas constantemente por el pertinente Estado Parte en el Tratado. Cuando se trate de actividades que realiza en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, una organización internacional, la responsabilidad en cuanto al presente Tratado corresponderá a esa organización internacional y a los Estados Partes en el Tratado que pertenecen a ella.”

De acuerdo con el artículo 6, la responsabilidad del Estado empieza en el momento en que decide llevar a cabo actividades en el Espacio y por ende debe desarrollarlas de conformidad con el Tratado. Esto implica un control sobre sus nacionales, en principio no más allá de su frontera. Pero dada la responsabilidad internacional para asegurar el cumplimiento de las actividades espaciales bajo supervisión, según el Tratado, también recaerá sobre los particulares que ejerzan actividades fuera de su territorio. En cuanto a la mención de responsabilidad del Estado pertinente, se ha establecido por doctrina que esta se constituye tanto del Estado –cuya entidad es nacional- como por aquel en cuyo territorio se llevan a cabo las actividades⁹⁷. Así, si una entidad no gubernamental realiza lanzamientos desde el territorio de un Estado o instalación extranjera, la autorización y la supervisión continua siendo del Estado cuya nacionalidad mantiene la entidad, siempre y cuando lo admita el Estado de lanzamiento, puesto que la jurisdicción personal para ejercerse en un país extranjero ha de requerir su consentimiento.

⁹⁷ (Vereshchetin, p.263)

Artículo VIII:

“El Estado Parte en el Tratado, en cuyo registro figura el objeto lanzado al espacio ultraterrestre, retendrá su jurisdicción y control sobre tal objeto, así como sobre todo el personal que vaya en él, mientras se encuentre en el espacio ultraterrestre o en un cuerpo celeste.

El derecho de propiedad de los objetos lanzados al espacio ultraterrestre, incluso de los objetos que hayan descendido o se construyan en un cuerpo celeste, y de sus partes componentes, no sufrirá ninguna alteración mientras estén en el espacio ultraterrestre, incluso en un cuerpo celeste, ni en su retorno a la Tierra. Cuando esos objetos o esas partes componentes sean hallados fuera de los límites del Estado Parte en el Tratado en cuyo registro figuran, deberán ser devueltos a ese Estado Parte, el que deberá proporcionar los datos de identificación que se le soliciten antes de efectuarse la restitución.”

De acuerdo con el artículo 8, se permite la intervención de dos países para ejercer jurisdicción. El término jurisdicción en sentido general, hace referencia al poder o autoridad de gobernar o de ejercer dominio sobre otro⁹⁸. Que resultaría en los derechos y la autoridad del Estado sobre sus objetos espaciales y personas a bordo, sus nacionales. La jurisdicción manifiesta la soberanía y el control sobre esas actividades operacionales.

En la jurisdicción que refiere el Tratado se despliega una discusión sobre si el artículo 6 refiere al derecho a la libertad en el Espacio exterior solo a los Estados, o también a las entidades no gubernamentales. Se entiende que cada Estado es responsable por sus actividades gubernamentales o privadas a nivel internacional, y que asegurar por tanto el cumplimiento del tratado implica –nuevamente- que si bien pueden ejercerse actividades por entidades privadas estas dependerán de la autorización y supervisión del Estado.

⁹⁸ (Diccionario de la lengua española)

Apreciación: el Estado mismo es el encargado de regular en forma local el ejercicio de todas las actividades espaciales impulsadas por sus nacionales de la misma manera en que la Asamblea General y la Comisión del espacio son autoridades regulatorias en materia Internacional, y siempre y cuando no contraríe los presupuestos del Tratado y en general del Derecho Espacial como compromiso adquirido al momento de su ratificación.

4.3.1.2. Las directrices del Tratado del Espacio – parte 2.

4.3.1.2.1. ¿Las actividades del sector privado se encuentran blindadas ante las prohibiciones del Tratado en materia de Explotación y uso?

Para dar respuesta a esta pregunta es necesario establecer a través de la Constitución del espacio cual es la relación que existe entre las actividades comerciales privadas, los recursos y la prohibición de apropiación, para determinar si los Derechos de una entidad no gubernamental escapan a la prohibición de apropiación.

Artículo II:

“El espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera.”

La interpretación de este artículo ha resultado ser la piedra en el zapato de las empresas privadas, y al respecto se han generado diferentes discusiones:

- ***Apropiación del Espacio Ultraterrestre:***

Por un lado a favor de la actividad privada poco restrictiva, se puede tener la idea de prohibición de apropiación únicamente respecto del Estado, por lo que hay posturas doctrinales que consideran que ésta restricción no puede predicarse igual respecto de las

de empresas privadas⁹⁹, y que incluso algunas traducciones del Tratado e otros idiomas como el Chino, son explícitas en esto¹⁰⁰. Por otra parte está el imperativo de ver el Tratado como un sistema¹⁰¹ –no en partes aisladas- y de acuerdo con los principios generales del Derecho. Si se observan el Common law y el Derecho de otros países como Colombia, para que el Estado pueda conferir título a sus ciudadanos sobre un territorio debe primero tener soberanía sobre el mismo. Por lo que la postura mayoritaria sostiene que la prohibición de apropiación es igualmente aplicable a los particulares del Estado¹⁰².

- ***Apropiación de los Recursos del Espacio Ultraterrestre:***

Este aspecto, también ha sido motivo de discusión entre los sectores académicos a favor y en contra de las actividades espaciales de iniciativa privada. Sobre todo porque dentro del Tratado no se hace referencia a los Recursos naturales o minerales en el Espacio. Existen posturas que consideran que la razón por la cual se hace mención de la luna y “otros cuerpos celestes” es porque se está excluyendo, por diferentes propósitos, objetos que puedan ser removidos de su órbita para que los recursos contenidos en esos objetos puedan ser explotados sin tener que recurrir a los términos y provisiones del Tratado de espacio o el Tratado de la Luna¹⁰³. Dentro de la misma postura hay quienes consideran que la libertad de acceso mencionada en el artículo I del Tratado autoriza la apropiación de los recursos¹⁰⁴. Por otro lado quienes están en contra, consideran que la prohibición se extiende a los recursos naturales que son extraídos de los cuerpos celestes en el Espacio y que deben diferenciarse de los que se obtienen extrayéndose de cuerpos cuya llegada a la tierra se da por causas naturales, como los excluye el Tratado de la Luna¹⁰⁵.

Adicionalmente, si se tiene en cuenta la existencia de los recursos In-situ (ISRU) habría que considerar que dados los procedimientos de obtención de estos recursos, los

⁹⁹ (White, 2003, p. 75)

¹⁰⁰ (Lee, 20..., p. 167)

¹⁰¹ (Convención de Viena, Art. 31)

¹⁰² (Tronchetti, p.29)

¹⁰³ (Lee, 2012, p. 191)

¹⁰⁴ (Tronchetti, 2009, p.31)

¹⁰⁵ (Gorove, 1960, p. 350-351)

derechos e intereses de otros Estados no se verían significativamente afectados en la medida en que las actividades realizadas para su extracción u obtención no dejarían sin acceso a otros Estados o Particulares en las mismas actividades, dentro del mismo cuerpo celeste, aunque claramente no dentro de la misma región¹⁰⁶.

Apreciación: de acuerdo con la postura mayoritaria puede pensarse que la apropiación por un sector, fracciona los deberes que recaen sobre el territorio en la medida en que se condiciona la no apropiación respecto de la persona jurídica del Estado en forma excluyente, y respecto de sus entidades en forma permisiva como si no las cobijara Estado alguno, evitando así que las leyes les sean aplicadas. La falta de certeza respecto al tema de la prohibición no puede sin embargo entenderse a favor de la postura minoritaria toda vez que el uso pacífico y la cooperación no solo son principios básicos del Tratado sino que además fueron el motor guía para idear una regulación que distensionara el ambiente propio del contexto. De manera que extender la regulación a los organismos del sector privado, quienes no fueron desconocidos por el Tratado – como ya se vio- resulta ser una interpretación no solo más coherente, sino sistemática en los términos del Derecho Internacional.

En cuanto a los Recursos Naturales sin embargo, frente a las posturas opuestas si es meritoria una regulación internacional más precisa dado el interés creciente y real de Empresas privadas y entidades estatales por explotar y utilizar estos recursos, además del desarrollo de leyes nacionales en materia. Pues de no ser un tema en sombras no habría partes considerando la nueva Ley aprobada por EE.UU. como abiertamente violatoria de los Tratados del Espacio¹⁰⁷. Lo anterior sin embargo no obsta el reconocimiento del Tratado del 67 y en esta medida si debe (a) tenerse en cuenta el requerimiento de que la explotación y el uso de los cuerpos celestes y sus recursos se haga en beneficio de la humanidad y, (b) hacer efectivo el artículo 11.5 del Tratado de la Luna como una extensión de los principios del Tratado del Espacio, toda vez que no se debe desconocer el interés del Comité (COPUOS) al aprobarlo por consenso¹⁰⁸,

¹⁰⁶ (Lee, 2012, p. 198)

¹⁰⁷ (“Los fundadores de Google presionan para que se permita la propiedad en el espacio”, 2014)

¹⁰⁸ (Araujo y Guio, 2013, p.23)

recordando además que su propósito fue contrarrestar los efectos negativos de la desmedida apropiación de los recursos (véase pág. 27).

4.3.1.2.2. ¿Las actividades del sector privado se encuentran protegidas de la interferencia externa?

Artículo IX:

“En la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, los Estados Partes en el Tratado deberán guiarse por el principio de la cooperación y la asistencia mutua, y en todas sus actividades en el espacio ultra- terrestre, incluso en la Luna y otros cuerpos celestes, deberán tener debidamente en cuenta los intereses correspondientes de los demás Estados Partes en el Tratado. Los Estados Partes en el Tratado harán los estudios e investigaciones del espacio ultra- terrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, y procederán a su exploración de tal forma que no se produzca una contaminación nociva ni cambios desfavorables en el medio ambiente de la Tierra como consecuencia de la introducción en él de materias extraterrestres, y cuando sea necesario adoptarán las medidas pertinentes a tal efecto. Si un Estado Parte en el Tratado tiene motivos para creer que una actividad o un experimento en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, proyectado por él o por sus nacionales, crearía un obstáculo capaz de perjudicar las actividades de otros Estados Partes en el Tratado en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, incluso en la Luna y otros cuerpos celestes, deberá celebrar las consultas internacionales oportunas antes de iniciar esa actividad o ese experimento. Si un Estado Parte en el Tratado tiene motivos para creer que una actividad o un experimento en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos

celestes, proyectado por otro Estado Parte en el Tratado, crearía un obstáculo capaz de perjudicar las actividades de exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, incluso en la Luna y otros cuerpos celestes, podrá pedir que se celebren consultas sobre dicha actividad o experimento.”

Del artículo 8 y 9 en conjunto, se conserva la jurisdicción del Estado sobre el objeto y el personal nacional desde la tierra hasta el Espacio exterior (incluida la luna y otros cuerpos celestes), y se prohíbe la interferencia con las actividades y la autoridad jurisdiccional antes mencionada. Se protege de esta manera el derecho de propiedad incluso a través de la defensa por el mismo Estado o por otro de una actividad que le cause interferencia. Aun así se protege la actividad y propiedad que desarrolle el Estado –como se vio en el artículo VI también se hace referencia a las entidades no gubernamentales- ordenando se celebren consultas al respecto para determinar el riesgo, como conducto regular toda vez que se crea que una actividad es perjudicial o interferente.

Apreciación: aun cuando el artículo tampoco hace alusión específica a la explotación de recursos existen posturas según las cuales, puede considerarse que los artículos 2, 8 y 9 dan a las naciones jurisdicción sobre las instalaciones espaciales, llevando a cabo sus actividades sin la interferencia de otros Estados que le perjudiquen. Donde los recursos naturales extraídos una vez removidos se⁴ hacen susceptibles de ser apropiados, aun cuando de respecto de la zona de explotación no se pueda predicar tal derecho de propiedad una vez abandonada o retirada la actividad¹⁰⁹. Si bien la postura es polémica al intentar separar el recurso extraído del objeto en sí mismo para evitar confundir los derechos que emanarían respectivamente, resulta permisiva, y un tanto conveniente para los desarrollos legislativos que actualmente se están dando y que han sorprendido al mundo -como ya se verá-.

4.4. Nuevos Compromisos en materia del Espacio Ultraterrestre y el Ambiente: EE.UU. a la vanguardia. ¿qué esperar?

¹⁰⁹ (White, 2001) obtenido de: http://www.spacefuture.com/archive/the_legal_regime_for_private_activities_in_outer_space.shtml

Estados Unidos instituido como una de las potencias mundiales, con posiciones de autoridad a nivel internacional –como miembro del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas- podría ser un ejemplo para las Naciones en temas de Paz, Derechos Humanos, Desarrollo y Medio Ambiente. Impulsando a otros países a desarrollar políticas a favor de estos temas de mundial importancia. Aunque se reconoce su interés por haber desarrollado leyes nacionales para el cuidado del aire y el agua (PNUD 1972) y ser precursor en la firma del Protocolo de Montreal para la protección de la Capa de Ozono (1987), su contribución y por ende su ejemplo decayó en los años posteriores, de manera que se le ha considerado uno de los principales obstructores de los Tratados internacionales multilaterales frente a los cuales pareciera siempre evitar comprometerse, llegando en algunos a la firma más no a la ratificación. Ambientalmente por ejemplo la situación no es menos que contradictoria puesto que Estados Unidos junto con China ha sido considerado uno de los principales contaminantes del planeta al conformar juntos aproximadamente el 40% de las emisiones mundiales de gases contaminantes de la atmosfera. Sin embargo, el gobierno norteamericano se negó -entre otros Tratados- a firmar el Protocolo Kioto (1992), el Convenio sobre la Protección y Utilización de cursos de Agua transfronterizos y Lagos Internacionales (1992), a ratificar el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos (2001), y el Convenio de Biodiversidad (2003). Esta práctica se ha extendido a otras áreas importantes como la mujer y el desarme, a lo que tampoco ha escapado el espacio ultraterrestre.

- **En materia Espacial Ultraterrestre: Ley [Nacional] Espacial de 2015 (Space Act of 2015)**

Sí. Estados Unidos es uno de los 103 países que a la fecha ha firmado y ratificado el Tratado del Espacio Ultraterrestre, pero que no ratificó el Tratado de la Luna, al parecer por presiones políticas y por el fuerte lobby ejercido por varias organizaciones espaciales que consideraban que dicho Tratado iba en contra de los intereses del país pudiendo afectar a futuro las posibilidades de obtener provecho económico¹¹⁰ de actividades en la luna y otros

¹¹⁰ Un argumento similar se presentó durante el gobierno del presidente Bush para no firmar el Protocolo de Kioto. En su momento declaró para la cadena de televisión Danesa ITV, que descartó apoyar un acuerdo apoyado en dicho Protocolo, pues en sus palabras hacerlo, "habría hundido nuestra economía". Véase *Politics*

cuerpos celestes¹¹¹. Parece ser que las organizaciones auguraban lo que finalmente sucedió hace aproximadamente dos años (2014) con los empresarios de Planetary Resources quienes empezaron a presionar al gobierno de EE.UU para que permitiera a las compañías mineras tener el derecho de explotar asteroides de forma exclusiva amparándose en una iniciativa legislativa¹¹². Pese a la oposición de varios sectores y la consideración de que la norma manifiestamente contrariaba algunos de los principios del Derecho del Espacio Ultraterrestre, la Ley fue aprobada el 25 de noviembre del 2015¹¹³, y ha sido públicamente conocida como la Ley espacial de 2015 (oficialmente “U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act”). La decisión que entre otros aspectos busca una regulación más organizada frente al tráfico de satélites en cooperación con diferentes instituciones como la NASA, también ha ordenado facilitar la exploración de recursos por parte de los ciudadanos norteamericanos, tuvo al parecer entre sus argumentos de lobby –se cree que decisivo para conseguir la aprobación de la Ley- el concepto de *res nullius* o cosa de nadie en virtud del cual de lo que nadie es propietario cualquiera puede serlo¹¹⁴. Lo cual parece no estar muy claro dentro del texto, por lo que resaltaré particularmente dos artículos sobre los cuales considero necesario reflexionar. Ambas disposiciones se encuentran en el Título IV de la Ley, denominado “Ley de exploración y utilización de recursos espaciales de 2015”. Frente a los Derechos de propiedad (SEC. 402), se dispone:

“§ 51303. Asteroid resource and space resource rights.

A United States citizen engaged in commercial recovery of an asteroid resource or a space resource under this chapter shall be entitled to any asteroid resource or space resource obtained, including to possess, own, transport, use,

on NBC news, Obtenido de: <http://www.nbcnews.com/id/8422343/ns/politics/t/bush-kyoto-treaty-would-have-hurt-economy/#.WCPCIngQPEY>

¹¹¹ (Araujo y Chovil, 2013, p.18)

¹¹² (Proyecto de Ley H.R 5063, 10/07/2014)

¹¹³ (U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act, 2015)

¹¹⁴ (Estados Unidos privatiza el espacio al legalizar la minería en asteroides, 2015) Obtenido de: <http://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/7139285/11/15/El-Senado-de-EEUU-abre-la-puerta-a-privatizar-el-espacio-al-legalizar-la-mineria-espacial.html>

and sell the asteroid resource or space resource obtained in accordance with applicable law, including the international obligations of the United States.’’

Aquí, la norma básicamente da a todo ciudadano norteamericano dedicado comercialmente a la obtención de recursos en asteroides, y respecto de dichos recursos u otros del espacio obtenidos de conformidad con la Ley y las obligaciones internacionales del Estado el derecho de “poseer, transportar, usar y vender” los materiales obtenidos. Lo cual de principio podría entenderse como una violación al Tratado del Espacio del 1967 en su artículo II, que claramente prohíbe la apropiación nacional tanto de la luna como de cualquier cuerpo celeste. Empero lo anterior, al continuar leyendo el Título IV (SEC. 403) la Ley cierra su texto de la siguiente manera:

“SEC. 403. DISCLAIMER OF EXTRATERRITORIAL SOVEREIGNTY.

It is the sense of Congress that by the enactment of this Act, the United States does not thereby assert sovereignty or sovereign or exclusive rights or jurisdiction over, or the ownership of, any celestial body.’’

Esto como puede observarse, es una renuncia expresa en la que textualmente el Estado norteamericano afirma que las disposiciones de la nueva ley de ninguna manera constituyen o significan “...derechos soberanos o exclusivos, o la jurisdicción sobre, o la propiedad de cualquier cuerpo celeste”¹¹⁵, que sumada a la consignación en virtud de la cual dichas actuaciones deben contar con la autorización y bajo la supervisión del Estado¹¹⁶ pareciera bastante respetuosa del Tratado del 67, incluso reafirmando la posición de que la actuación de empresas privadas no es ajena las normas del Espacio Ultraterrestre toda vez que en un sentido más amplio, admite su participación siempre que esté supervisada por el Estado

¹¹⁵ ([traducción al español] Op.Cit Sec. 403)

¹¹⁶ (ibídem, Sec. 402, §51302.5)

quien internacionalmente figurará como responsable por sus actividades, sean estas privadas o no –véase numeral 4.3.1.1.3 -.

La Ley por tanto, interpretada en conjunto no deja de parecer contradictoria en este aspecto y como era de esperarse despertó la atención de diferentes sectores. Las posiciones están parcialmente divididas entre la duda y la convicción. De un lado, Frans von der Dunk, profesor de Derecho en la Facultad de Derecho de la Universidad de Nebraska, ha manifestado su duda frente a la legalidad de minería espacial, mientras del otro, el doctrinante académico Fabio Tronchetti –citado previamente- sostiene que la Ley constituye una violación de las disposiciones del Tratado del Espacio que prohíbe a los países la apropiación de cualquier parte del espacio ultraterrestre, en lo que se incluyen las entidades privadas, por lo crear un derecho de propiedad sobre los minerales en asteroides o cualquier parte del espacio ultraterrestre, “constituye un acto de soberanía inadmisibles” ha dicho¹¹⁷. De un lado o del otro, lo cierto es que la Ley ya está dando sus frutos, y EE.UU ya autorizó a una compañía privada llamada Moon Express¹¹⁸ para que en 2017 viaje a la Luna. Lo que le otorgaría el título de la primera compañía privada en arribar a la Luna y reanimaría el debate acerca de los derechos sobre los recursos explotados al concretarse en la práctica lo que para algunos aún puede parecer solo una idea.

- **En materia Ambiental: (COP 21) Convenio de París**

La buena noticia del Estado históricamente poco comprometido con el ambiente, está intentando cambiar desde el mes de diciembre del pasado 2015 cuando durante la Cumbre del Clima - COP21 en París se llegó al Acuerdo de París sobre Cambio Climático o *Paris Agreement*. El Acuerdo que para entrar en vigor requería además de la ratificación de más de 55 países, que estos sumaran el 55%¹¹⁹ de las emisiones contaminantes a nivel mundial, logró hacerlo el 04 de octubre del presente año¹²⁰ tras la ratificación de países con alto nivel

¹¹⁷ (Law Provides New Regulatory Framework for Space Commerce). Obtenido de: <http://www.regblog.org/2015/12/31/rathz-space-commerce-regulation/>

¹¹⁸ (definida por la compañía misma como: “Privately funded commercial space company created to develop and mine the resources of the Moon and further space exploration”). Obtenido de : www.moonexpress.com

¹¹⁹ (*Paris Agreement*, Art. 21)

¹²⁰ (Estado de ratificación publicado por Naciones Unidas). Obtenido de: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php

de contaminación como la India, China y claramente Estados Unidos¹²¹. No en vano resulta llamativa la participación de Estados Unidos en este Acuerdo. Así como parece histórica su ratificación, lo es el acuerdo en sí mismo por el poder vinculante y los compromisos serios que respecto a las COP anteriores representa. Veamos. El instrumento jurídico se plantea por primera vez una meta seria al fijarse el objetivo de dejar muy por debajo de los 2 grados centígrados la temperatura del planeta respecto de los niveles que se tenían en la era preindustrial, con esfuerzos por limitarlo incluso a 1.5 grados¹²², algo que deberá ser efectivo hacia finales del siglo actual. Adicionalmente, propone contribuciones nacionales con las que cada Estado materialice su compromiso de reducción de emisiones, y obliga a la ayuda internacional mediante el apoyo económico a países con menos recursos para que estos también reduzcan sus emisiones. Finalmente, el acuerdo tiene un carácter vinculante mucho mayor a los acuerdos anteriores en materia, puesto que si bien no resultan legalmente vinculantes los objetivos de reducción de emisión de gases contaminantes, cuenta con mecanismos de revisión a efectuar cada 5 años¹²³, y de seguimiento en el proceso de contribución de todos los miembros parte hacia la meta¹²⁴, sin necesidad de sanciones.

Este compromiso adquirido por Estados Unidos permite especular acerca de las razones por las cuales accedió a la firma de manera que podría llegarse a relacionar con la promulgación de la Ley del espacio. O bien Estados Unidos ha tomado conciencia de la necesidad de actuar para proteger el Medio Ambiente dada la crisis actual y los nada prometedores años venideros para las generaciones futuras por la degradación y agotamiento de recursos vitales como el agua y el oxígeno; o la firma y ratificación del presente Acuerdo Climático podría ser el escudo a través del cual llevará a la práctica la Ley Espacial, justificando la extracción de minerales proveedores de energía limpia –como el Helio-3- y de recursos no renovables para disminuir la contaminación provocada por la minería en la tierra. Todo como contribuciones a la meta establecida en la Cumbre. Un aspecto más sobre el cual resulta apropiado reflexionar, y un llamado para seguir de cerca

¹²¹ (en el orden mencionado: firmado el 22 de abril, ratificado el 02 de Octubre; firmado el 22 de abril, ratificado el 3 de septiembre; firmado el 22 de abril, ratificado el 3 de septiembre)

¹²² (*Paris Agreement*, Art. 2)

¹²³ (*Paris Agreement*, Art. 4.9)

¹²⁴ (*ibídem*, 13.5)

los movimientos del Estado en los significativos avances de la actual era de exploración espacial.

5. PROPUESTA JURÍDICA

La necesidad de explotar la Luna y los cuerpos celestes, es una realidad cada vez más cercana que no resulta ajena a lo que ha venido sucediendo en el espacio ultraterrestre con la explotación de la Órbita geoestacionaria. El Derecho del Espacio dispuso permitir que todos los Estados pudieran explotar y utilizar determinadas posiciones orbitales que serían administradas por un órgano encargado de asegurar el acceso a éstas sin importar el país o su grado de desarrollo. Con esto, se aseguró de lograr que su aprovechamiento fuera racional y equitativo¹²⁵, y que además se vigilara el cumplimiento de los principios de no apropiación, uso pacífico, cooperación y beneficio común como pilares del Derecho del Espacio Ultraterrestre.

La designación hecha por la Asamblea General a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) como Órgano Administrador, no solo ha resultado ser satisfactoria para los Estados, sino que funge como un claro ejemplo de la posibilidad de explotar los recursos naturales sin desconocer el principio de no apropiación y beneficio común, y promover el régimen internacional ordenado por el Tratado de la Luna.

Si bien es claro que los recursos que albergan los Asteroides podrían ser infinitos, además de mucho más accesibles y provechosos por su cercanía, concentración y número, respecto de la Luna. Mientras el espacio es amplio y generoso, los Estados no siempre lo son. Por los que los recursos económicos y tecnológicos con que cuentan los Estados Desarrollados utilizados sin control institucional o normativo, llevarían a la desigualdad de acceso y beneficios, obtenidos del comercio de los recursos naturales contenidos en cuerpos celestes.

¹²⁵ (A/AC.105/738, anexo III, 1996)

El riesgo que implican estas Actividades, podría emerger del interés particular de algunos Estados por conquistar el espacio. Con lo cual los recursos obtenidos de la Luna y los Cuerpos Celestes vendidos a precios irracionales, solo provocarían la reacción negativa de Estados cuyos territorios son ricos en recursos minerales como el petróleo (Irak, Irán, Venezuela, entre otros), quienes competirían con sus recursos en el mercado, obligando a los países menos desarrollados a continuar haciendo uso de éstos, sin importar los efectos del Calentamiento global. Con esto, caería el Mercado de la Minería de Asteroides, y con él el ideal de alcanzar un Desarrollo Sostenible mediante el uso de energía limpia y recursos inagotables. Posiblemente enfrentándonos a una Tercera Guerra Mundial, esta vez, por los recursos naturales fuera del planeta.

Si nos preguntamos que esperar de la promulgación del *U.S Commercial Space Launch Competitiveness Act*, el futuro podría ser catastrófico. La actual consignación de la Ley Espacial de Estados Unidos y los grandes Proyectos a iniciar en menos de 10 años, son un llamado urgente a la creación del Régimen internacional que ordenó en su momento el Tratado de la Luna en el contexto de viabilidad de la explotación (Art. 11.5) que hoy ya no se cuestiona.

La creación de un Órgano internacional administrativo podría ser una opción través de la cual la Comunidad Internacional aceptara la explotación de los recursos naturales bajo la existencia de un régimen consensuado encargado de proteger dichos recursos en beneficio común de la humanidad.

Este Órgano Administrador de los Recursos Naturales principalmente en Asteroides, tendría como función principal la asignación de cuerpos o partes de cuerpos celestes susceptibles de explotación, previa solicitud de los Estados como responsables de las actividades de sus particulares interesados en extraer recursos naturales del espacio. Pero además se encargaría de establecer un mecanismo por el cual se distribuyeran equitativamente los beneficios de los recursos obtenidos por un Estado Potencia en desarrollo del principio de Cooperación Internacional.

Para esto, sugiero que el Órgano Administrador incluya algunas de las mejoras previstas por el documento presentado por Colombia ante la Subcomisión de Asuntos jurídicos, titulado *Algunos Aspectos Relativos a la Utilización de la órbita geoestacionaria* (1996) respecto de las funciones de la UIT. Principalmente en lo referente a la aplicación del principio “*first come, first served*” (primer llegado, primer servido) al que se le han señalado algunas desventajas por la ausencia de recursos que tienen los países en desarrollo para acceder a la órbita geoestacionaria.

En su lugar, el numeral 8 del documento, aplicado a la actividad Minera en el Espacio, ordenaría que ante solicitudes equiparables entre un país que ya tenga acceso a los recursos naturales de un Asteroide, y un país en desarrollo o un país que busque acceder a ellos, el país que ya tenga acceso, deba adoptar “las medidas viables para permitir que el país en desarrollo o el otro país tenga acceso equitativo al recurso”¹²⁶

Planteo la efectiva creación de este Órgano, tras la configuración del régimen Internacional dispuesto por el Tratado de la Luna, con el cual, no solo se lograría el desarrollo y la actualización del Derecho espacial como un derecho dinámico y estable, sino que se potencializarían las expectativas del COP 21, haciendo efectivas las metas propuestas por el Convenio de París en la disminución de la temperatura global mediante la erradicación de desechos generados por la explotación minera en la tierra y el uso de energías provenientes de recursos no renovables altamente contaminantes¹²⁷ .

¹²⁶(Ibídem, num. 8)

¹²⁷ (véase sección 3.1 del presente texto)

6. CONCLUSIONES

La regulación del Derecho del Espacio ha surgido como una necesidad de regular las actividades de los Estados en el Espacio Ultraterrestre, la Luna y otros cuerpos celestes, que con ocasión de los avances tecnológicos alcanzados por la comercialización de las actividades espaciales en el continuo desarrollo de la humanidad, ha desplazado a los Estados como actores principales del Espacio abriendo paso a la participación del sector privado en la exploración y uso del espacio. Sin embargo pese al interés por regular estas Actividades comerciales y privadas, no se cuenta con un régimen específico en áreas como la minería y la construcción. Ante lo cual se ha despertado el interés de Estados Unidos por regular la explotación de espacio por parte de sus ciudadanos, en un abierto desconocimiento de los Tratados y Acuerdos que conforman el Derecho del Espacio. De lo anterior, se concluye que:

- A la par del desarrollo de las Actividades Espaciales, el crecimiento de la población y el uso desmedido de los servicios medioambientales, se ha acelerado el proceso de agotamiento de los recursos naturales haciendo más y más difícil su sostenibilidad. Sin embargo, aun cuando existen diversas maneras de atenuar los efectos del agotamiento, surge una opción innovadora que plantea la posibilidad de hallar nuevas fuentes de agua, minerales e hidrocarburos fuera del Planeta, con la facilidad de hacer uso de los cuerpos celestes más cercanos a la tierra. La Minería de Espacial se presenta como un proyecto de expansión de la humanidad a fronteras inimaginables con ventajas que van desde el suministro de recursos hídricos y el aprovechamiento de fuentes de energía limpia para la tierra y las misiones especiales, hasta la construcción de complejos habitables capaces de albergar cientos de vidas humanas.
- Dentro de las Actividades Comerciales y Privadas en el Espacio, entre las que se encuentra la Minería Espacial, se ha planteado que la extracción de recursos naturales en los Asteroides resulta ser una alternativa cuyos beneficios superan en gran manera los que por años se ha considerado podría ofrecer la Luna. Aspectos como la proximidad a la tierra, el tamaño de estos cuerpos rocosos, la cantidad de los mismos en el Espacio y la concentración de los recursos en su superficie, son

algunas de las razones por las que resultan ser los Asteroides los mejores objetivos para la extracción de variedad de minerales en vía de agotamiento, en estado de escasez o ausentes en nuestro planeta. Que prometen una mejor logística con un costo de inversión mucho mas bajo que permitiría la obtención de los recursos a costos mucho mas razonables, Lo que en consecuencia resulta más amables a los fines del Derecho Espacial y que harían posible bajo un régimen organizado, y una correcta administración, aprovechar estos recursos naturales en beneficio de toda la humanidad.

- Existen diversas posturas frente a La regulación jurídica de las Actividades comerciales y privadas de explotación en el Espacio. Está aquella que lo ve de forma restrictiva en la medida en que considera que inhabilita a los Estados y a los particulares para explotar el Espacio Ultraterrestre impidiendo que sea objeto de apropiación¹²⁸. La de quienes consideran que resulta ambiguo, y que sus vacíos legales dan lugar a la incertidumbre de sus actores¹²⁹. Y finalmente la de quienes ven en el Derecho del Espacio Ultraterrestre una oportunidad abierta a desarrollos legales importantes¹³⁰, por considerarlo una serie de principios rectores (orientadores). La postura del presente trabajo comparte la idea de que el Derecho del Espacio es un Derecho seguro y garantista en su aplicación. Abierto a la actuación de los particulares a quienes solo se les exige participar al amparo, autorización y supervisión de su propio Estado, y en cumplimiento de los principios del Derecho espacial: la no apropiación, el uso pacífico del espacio, el beneficio común y la Cooperación internacional.

- No se requiere la modificación de los Tratados y principios, tampoco la sustitución de la regulación por una más profunda, sino el desarrollo de sus directrices mediante la participación de los Estados a nivel nacional en regulaciones nacionales respetuosas del Derecho de Espacio Ultraterrestre y tendientes a profundizar y actualizar el Derecho en las Actividades Espaciales de explotación. Dentro de lo

¹²⁸ (Dinkin, 2004)

¹²⁹ (Lee, 2012)

¹³⁰ (White, 2003)

cual se incluye obligación de la Comunidad Internacional para el Régimen Internacionales ordenado por el Tratado del Espacio.

- Adicionalmente, frente al desarrollo legal vigente, se reconoce que ha habido una adecuada evolución en el Derecho Espacial Ultraterrestre que considera útil actuar ahora y no antes cuando el Tratado del espacio no podía prever los avances tecnológicos y científicos del hoy, y por el contrario habría obstaculizado el logro de un acuerdo final sobre la Constitución del Espacio, que era el objetivo que todos consideraban más urgente.¹³¹

- Finalmente, se reconoce el interés de los EE.UU como impulsor de Actividades de exploración y explotación del espacio Ultraterrestre mediante empresas Privadas interesadas en la Luna y demás Cuerpos Celestes, respecto a lo cual si bien no queda clara la legalidad de sus actividades privadas y comerciales de la manera en que lo contempla la ley, resulta evidente la violación del Derecho Espacial. Del análisis de la legalidad en la comercialización de Recursos Naturales (ISRU) o in-situ en cuerpos celestes como los Asteroides se reafirma que existe la necesidad de exploración, explotación y uso del Espacio. Y que su ejecución por los particulares no puede desconocer su obtención “en beneficio de toda la humanidad”, recordando que no se permite la apropiación de ningún cuerpo celeste por parte de ningún sujeto, para lo cual se propone a partir del desarrollo legal del Régimen Internacional ordenado por el Tratado de la Luna, la creación de un Órgano Internacional encargado de la administración de los Recursos Naturales disponibles en el espacio, la Luna y los cuerpo celestes.

¹³¹ (Kopal, 2009, p.7)

Bibliografía Utilizada

- Araujo Chovil, C. y Guio Español, A. (2012). *El régimen jurídico de la Luna y otros cuerpos celestes* (tesis de pregrado). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Asteroides. Recuperado de: <http://www.astromia.com/solar/asteroides.htm>
- *Asteroids and comets as parent bodies of meteorites: clues on Earth's impact hazard* . Josep M. Trigo Rodríguez y José M. Madiedo Revista fundamentos conceptuales y didácticos, España.
- Barnes-Svarney, P. *Asteroid: Earth Destroyer or New Frontier?*. 1996. Ed. Springer. New York. 292 pp.
- Ceres: by the Numbers. Solar System Exploration NASA Science. Recuperado de: <http://solarsystem.nasa.gov/planets/ceres/facts>
- D.L.E. Diccionario de la lengua española. Real Academia de la Lengua Española. Recuperado de: <http://dle.rae.es>.
- Deep Space Industries. Recuperado de: <https://deepspaceindustries.com>
- Dwarf planet Ceres, Artist's Impresión, 2014. Recuperado de: <http://www.nasa.gov/jpl/herschel/dwarf-planet-ceres-pia17830>
- Carta de las Naciones Unidas. firmada en San Francisco, Estados Unidos el 26 de junio 1945, entrada en vigor: 24 de octubre de 1945. Recuperado de <http://www.acnur.org/t3/fileadmin/scripts/doc.php?file=biblioteca/pdf/0002>
- Catalog of Known Near-Earth Asteroids Tops 15,000. Oct. 27, 2016 Recuperado de: <https://www.nasa.gov/feature/jpl/catalog-of-known-near-earth-asteroids-tops-15000>.
- Convención de Viena sobre los derechos de los tratados. Recuperado de https://www.oas.org/dil/esp/Convencion_de_Viena_sobre_derecho_tratados_Colombia.pdf
- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente. Aprobada durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 1972.

- Declaración de los principios jurídicos que deber regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. Aprobada por la Resolución 1962 (XVIII), de 13 de diciembre de 1963. Recuperado de http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/st_space_11rev2S.pdf
- Declaración sobre la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre en beneficio e interés de todos los Estados, teniendo especialmente en cuenta las necesidades de los países en desarrollo. Naciones Unidas, Nueva York, 2008.
- Definición de desarrollo sostenible dada por la UNESCO. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/sustainable-development/>
- Developing Technologies For Living Off the Land In Space) Recuperado de: <http://www.nasa.gov/exploration/analogs/isru/>
- Dinkin, E. (2009). *Property Rights and Space Commercialization*. From The Space Review: <http://www.thespacereview.com/article/141/1>
- Doc.A UN / AC. 105/L.2 de 1962 y A/5181, anexo III, 1962.
- Doc.A UN / AC. 105/C.2/SR.20, 1963.
- El primer telescopio introducido es creado en un contrato conjunto con la NASA, llamado arkyd-100. Obtenido de: (<http://www.aeromental.com/2013/01/24/mineria-en-asteroides-asi-empieza-la-segunda-carrera-espacial/>)
- El primer vuelo, 2003. Recuperado de: http://news.bbc.co.uk/1/hi/spanish/science/newsid_3324000/3324957.stm
- Espacio profundo, todo sobre astronomía, Recuperado de: <http://www.espacioprofundo.com.ar/guias/glosario-de-astronomia/459-semieje-mayor.html>.
- Estados Unidos privatiza el espacio al legalizar la minería en asteroides, *El economista*. Fernando puente 11 noviembre 2015. Obtenido de: <http://www.economista.es/tecnologia/noticias/7139285/11/15/El-Senado-de-EEUU-abre-la-puerta-a-privatizar-el-espacio-al-legalizar-la-mineria-espacial.html>

- Gangale, T. (2009). *The Development of Outer Space: Sovereignty and Property Rights in International Space Law*. Santa Barbara: Praeger.
- Geologist point to outer space as source of the earth's mineral riches. October, 2009. University of Toronto and Maryland <https://www.sciencedaily.com/releases/2009/10/091018141608.htm>
- Gutiérrez, P., López, S., Un viaje al cosmos en 52 semanas. 22. El planeta que no fue. Pedro Gutiérrez y Silvia López de la calle. Pg. 106 a 113. Editorial CSIC y los libros de la catarata. Madrid, 2008
- H.L. Van Trae- Engelman. "Private Enterprise and space la. W". Chapter IX. Commercial Utilization of Outer Space. Marfhus Nishoff publishers. 1993. 277-281
- Hacyan, Shahan. El descubrimiento del Universo. Primera edición, 1986
- Quinta reimpresión, Fondo de Cultura económica. México, D.F. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/astronomia.html>
- Heffer, J, Launay, M. (1992). La guerra fría: ediciones AKAL, S.A.
- Jardón, J. *Energía y Medio Ambiente: una perspectiva económico-social*. 1995. Ed. Plaza y Valdes. México. 258 pp.
- Kopal, V. y Diederiks-Verschoor, I. H. *An Introduction to Space Law*. Estados Unidos: Wolters Kluwer Law & Business. (2008).
- La Composición de la Tierra: el modelo condrítico. Planetología. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/planetas/index.htm>
- La historia secreta del hombre que inventó un cohete espacial en 1861. Obtenido de: <http://mx.tuhistory.com/noticias/la-historia-secreta-del-hombre-que-invento-un-cohete-espacial-en-1861>)
- Law Provides New Regulatory Framework for Space Commerce. RegBlog, by James Rathz. Dec 31, 2015. Recuperado de: <http://www.regblog.org/2015/12/31/rathz-space-commerce-regulation/>
- Lee, Ricky. *Law and Regulation of Commercial Mining of Minerals in Outer Space*. 2012. Ed. Springer. Sidney, Australia. 369 pp.

- Los fundadores de Google presionan para que se permita la propiedad en el espacio. Periódico *El economista*, Fernando puente. 14 octubre de 2014. Recuperado de: <http://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/6157701/10/14/Los-fundadores-de-Google-presionan-para-que-se-permita-la-mineria-espacial.html>
- Los 13 grandes hitos de la carrera espacial, 2011. Recuperado de: <http://recuerdosdepandora.com/ciencia/astronomia/los-13-grandes-hitos-de-la-carrera-espacial/>
- Paris Agreement – Status of Ratification. United Nations Framework Convention Climate Change. Recuperado de: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php
- Planetary Resources. Obtenido de: <http://www.planetaryresources.com>
- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio climático. Nueva York, 1992 Recuperado de: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Manual de cooperación internacional – una herramienta de fortalecimiento para las organizaciones de la sociedad civil (OSC). “Marco teórico. Orígenes, lógica y funcionamiento de la Cooperación Internacional” Primera parte. RACI Red argentina para la cooperación internacional. Pág. 25-27. Cuarta edición. Recuperado de: <http://www.raci.org.ar/recursos-para-ong/manual-de-cooperacion-internacional/manual-de-cooperacion-internacional-una-herramienta-de-fortalecimiento-para-las-organizaciones-de-la-sociedad-civil-osc/>
- NASA. Near Earth Object program <http://neo.jpl.nasa.gov/neo/>
- Nasa’s WISE Mission Finds First Trojan Asteroid Sharing Earth’s Orbit. Wide-field-Infrared Survey Explorer, Mission News. Recuperado de: http://www.nasa.gov/mission_pages/WISE/news/wise20110727.html
- Nowicki, A. *Asteroids: Characteristics and Classifications*. In *Asteroids* by Blair, E. 2002. Ed. Nova Publishers. New York. 252 pp.

- Oficina de las Naciones Unidas en Viena. “Oficina de asuntos del espacio ultraterrestre” ONUV. <http://www.unvienna.org/unov/es/unoosa.html>
- Persona Jurídica, 2010. Recuperado de: <http://www.gerencie.com/persona-juridica.html>
- Piñeros Torres, A. De la extracción y explotación de recursos naturales en el espacio ultraterrestre, la Luna y los cuerpos celestes. Una regulación jurídica. *Revista de Derecho, Comunicaciones y Nuevas Tecnologías*, 12. (Diciembre, 2014). Universidad de los Andes (Colombia).
- Resoluciones 1721 A y B (XVI), de 20 de diciembre de 1961. Cooperación internacional para la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos. Naciones Unidas, Nueva York, 2008.
- Resolución (XVIII) de la asamblea general de 17 de Octubre de 1963
- Ridpath, I. *Diccionario de Astronomía*. 1999. Ed. Complutense. Oxford University. 837
- S Gorove, 1969, " *Interpreting Article II of the Outer Space Treaty*", 37 *Fordham L. Rev.* 349, 351 pp.
- Sociedad Española de Astronomía SEA, Obtenido de: <http://www.sea-astronomia.es/drupal/node/242>.
- Suelos, Recuperado de: http://www.uclm.es/users/higueras/MGA/Tema03/Tema_03_Suelos_1.htm
- del 9 de mayo de 2016. Obtenido de: (<http://www.sophimania.pe/espacio-y-cosmos/misiones-espaciales/luxemburgo-quiere-ser-pionero-en-mineria-espacial/>
- Sujetos de la actividad Comercia. Recuperado de: <http://www.derechocomercial.edu.uy/ReSujRelCom.htm>
- Tatsuzawa, K. " *The regulation of Commercial Space Activities by the Non Governmental Entities in Space Law*". 1988. IIAL-88-083
- Tratados y Principios de las Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre. Naciones Unidas. Nueva York, 2008. Publicaciones de las naciones unidas ISBN 978-92-1-300214-8.

- Tronchetti, F. (2009). *The Exploitation of Natural Resources of the Moon and Other Celestial Bodies: a Proposal for a Legal Regime*. 2009. Ed Martinus Nijhoff Publishers. Boston. 382 pp.
- Texto de la Iniciativa H.R 5063 de julio 10 de 2014. 113th Congress 2D Session. Obtenido de: <https://www.congress.gov/113/bills/hr5063/BILLS-113hr5063ih.pdf>
- Three Classes of Orbit. In NASA Earth Observatory. Recuperado de: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/OrbitsCatalog/page2.php>
- UNITED NATIONS Office for outer space affairs. Copuos history en: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/history.html>
- “U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act” de 25 de noviembre de 2015. 114th congress, public Law 90. From de U.S government publishing office. Recuperado de: <https://www.congress.gov/114/plaws/publ90/PLAW-114publ90.pdf> y <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262/text#toc-idC173D76D12D040B7B01A3D8F3486685>.
- V S Vereshchetin, " Space Activities of "Non-Governmental Entities": Issues of International and Domestic Law", Proceedings of the 26th Colloquium of the IISL, P.263
- Vicente, Nadjedja. *La cuenta atras, de la Carrera especial al Turismo cósmico*. 2009. Ed., Septenio. 166 pp.
- W N White, 1998, "*Real Property Rights in Outer Space*", proceedings, 40th Colloquium on the Law of Outer Space, p370. Published by American Institute of Aeronautics Astronautics, Inc. With permission. Released to AIAA in all forms. Copyright 1997 by Wayne N White.
- 20 Century and Beyond. Recuperado de: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/BottleRocket/20thBeyond.htm>
- 225 medidas para el Desarrollo Sostenible: alternativas a la estrategia española de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: www.oei.es/decada/portadas/225_medidas.p

Bibliografía Consultada

- Art dula, 1985, *Private sector activities in outer space. The international lawyer*. Vol. 19, No. 1. pp. 159-187.
- Inventions mede/used in outer space. by Wipo.
- L. Arana Tangle. *ARBITRAJE Y ACTIVIDAD COMERCIAL ESPACIAL: EL NUEVO REGLAMENTO DE LA CORTE PERMANENTE DE ARBITRAJE DE LA HAYA*. Documento recuperado de: <http://www.jdsupra.com/legalnews/arbitraje-y-actividad-comercial-espacial-33834/>
- Michel Andrieu. 2004. *Evaluation of future space markets*. Project on The Commercialization of Space and the Development of Space Infrastructure: The Role of Public and Private Actors. Organization for Economic Co-operation and Development. Ref. SG/AU/SPA(2004)5
- **The development of outer space : sovereignty and property rights in international space law / by Thomas Gangale**. Praeger, c2009. 01/01/2009 xiv, 317 p. ; 24 cm. Language: English, Base de datos: Catálogo de la Universidad de los Andes
- **Video: NewSpace 2013 - New Wave of Public Private Partnerships.Publicado el 23/08/2013**. Filmed at the NewSpace 2013 Conference in San Jose, CA on Thursday, July 25, 2013. url: <http://www.youtube.com/watch?v=TWJm3oWB3fw>