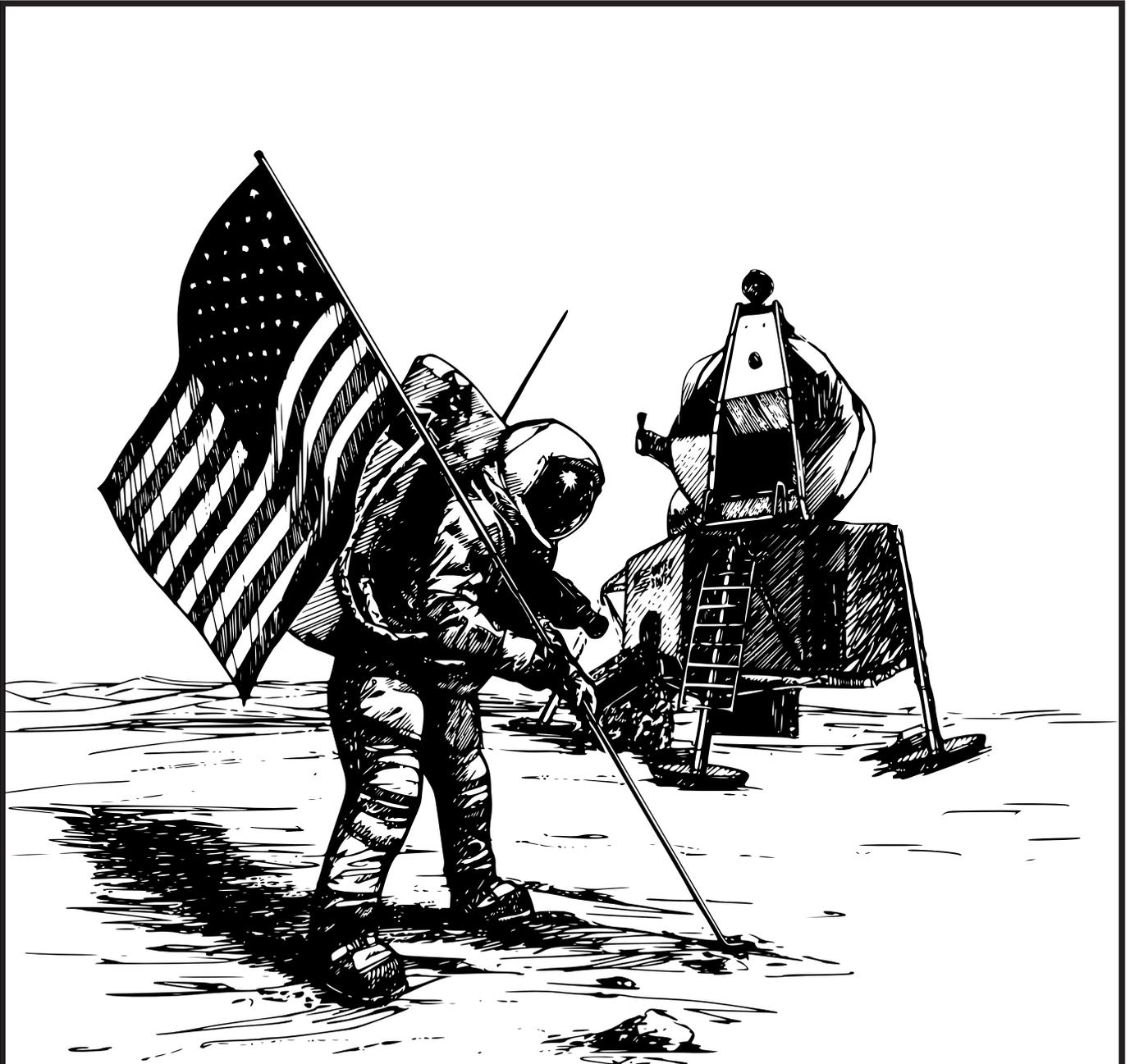


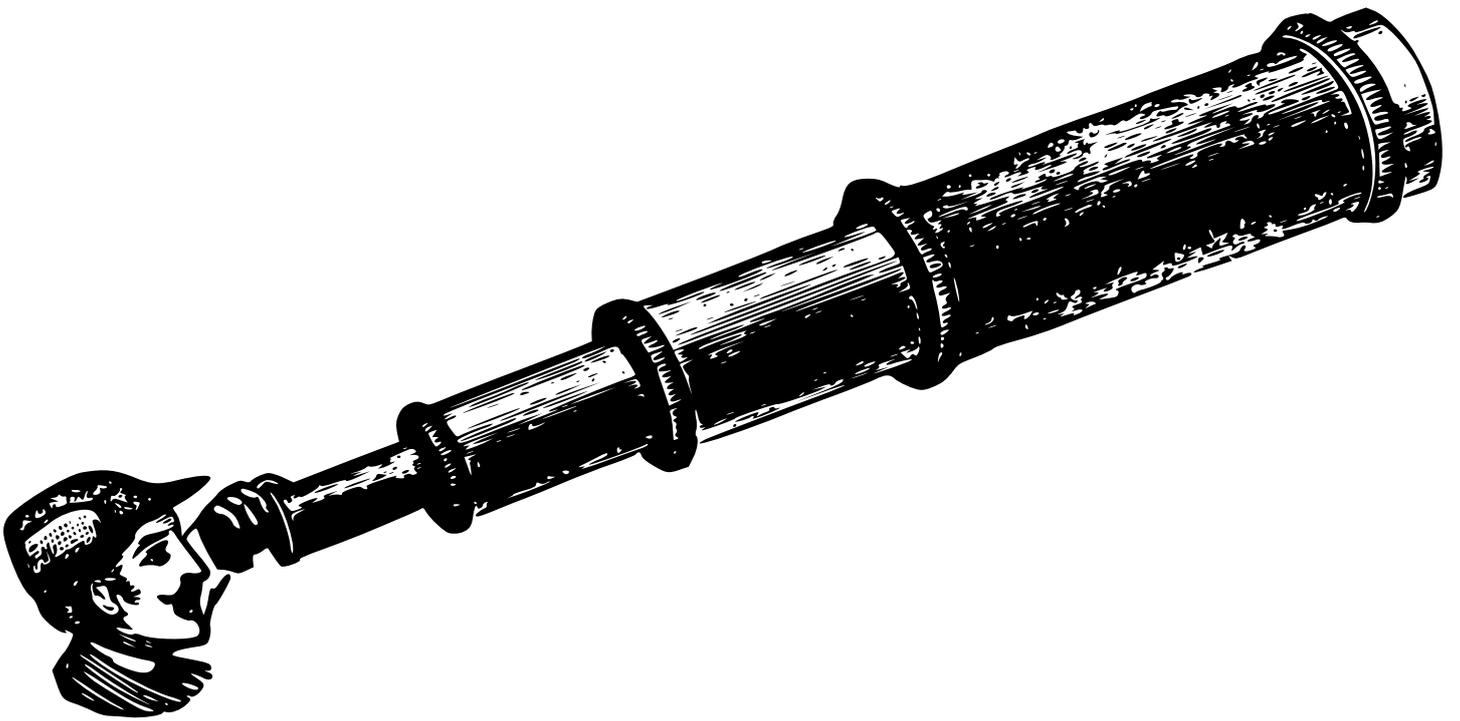
GLOBAL AFFAIRS
JOURNAL

CENTER FOR GLOBAL AFFAIRS & STRATEGIC STUDIES
FACULTAD DE DERECHO-RELACIONES INTERNACIONALES. UNIVERSIDAD DE NAVARRA

MARZO 2020 N 2



***Nueva era espacial.
Ahora va en serio***



Índice



GLOBAL AFFAIRS
JOURNAL

Nº 2

MARZO 2020

© Center for Global
Affairs & Strategic Studies

Facultad de
Derecho-Relaciones
Internacionales
Edificio Amigos

Universidad de Navarra
Campus Universitario
31009 Pamplona
Navarra, España

[https://www.unav.edu/
web/global-affairs/](https://www.unav.edu/web/global-affairs/)

Diseño
KEN



@GlobalAffairsUN

Presentación

EL HORIZONTE VUELVE A ESTAR ARRIBA:
POTENCIAS Y EMPRESAS PUGNAN POR EL ESPACIO
P. 5

Introducción

ESPACIO: NUEVO DOMINIO MILITAR Y ECONÓMICO
Emili J. Blasco, Director de GASS
P. 6

VUELTA A LA EXPLORACIÓN DEL ESPACIO

Javier Gómez-Elvira
Director del Departamento de Cargas Útiles de INTA
P. 14

LA MILITARIZACIÓN DEL ESPACIO: EL DESARROLLO DE SATÉLITES INSPECTORES

Luis V. Pérez Gil
Experto en Fuerza Espacial. Universidad de La Laguna
P. 22

CARRERA POR LOS RECURSOS ESPACIALES: DE LA MINERÍA AL CONTROL DE RUTAS

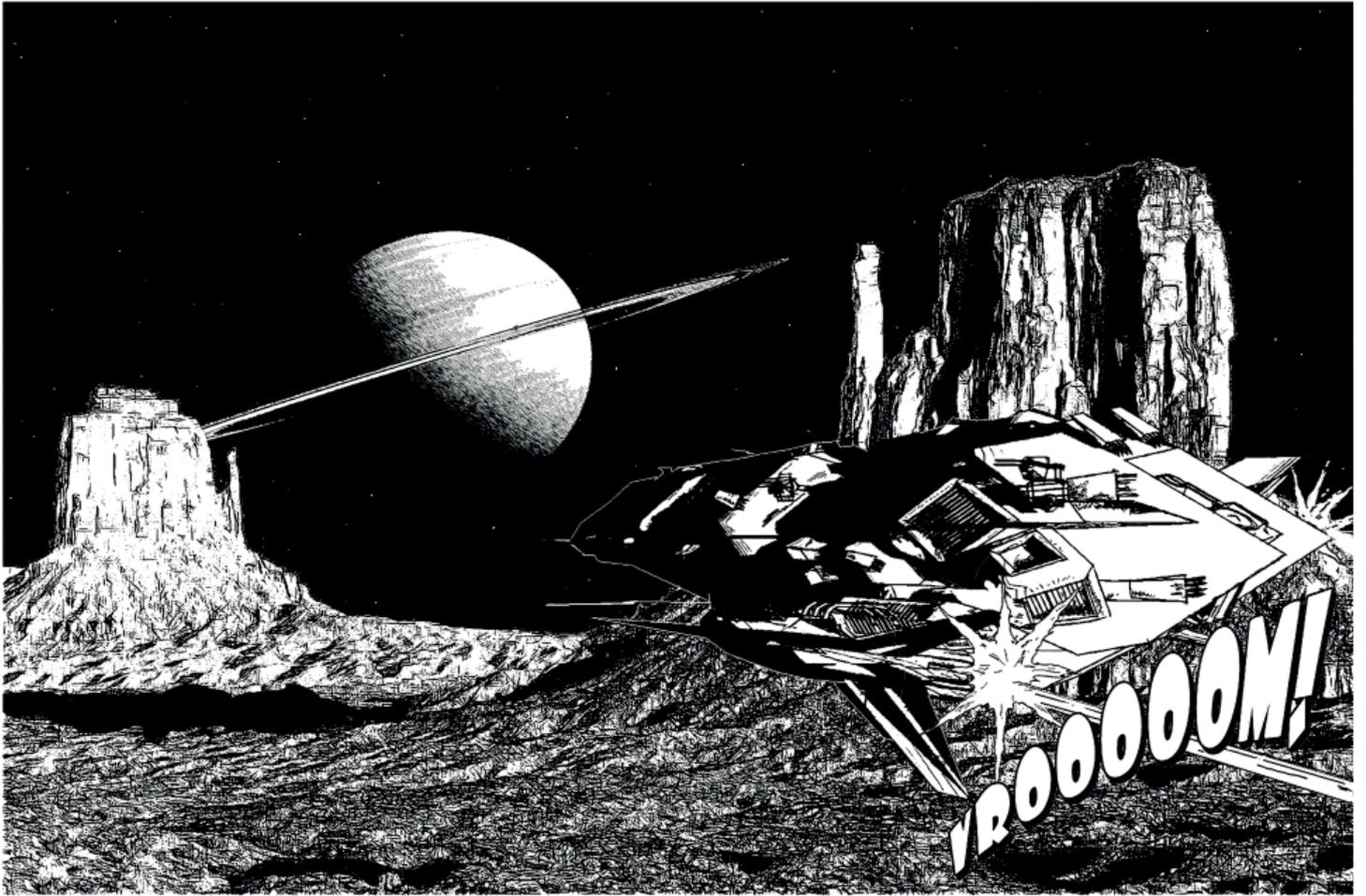
Emili J. Blasco
Programa de Geopolítica Aplicada. Universidad de Navarra
P. 32

MARCOS INTERNACIONALES RELEVANTES PARA LA EXTRACCIÓN Y USO DE RECURSOS ESPACIALES

Mario Pereira
Profesor de Derecho. Universidad de Navarra
P. 40

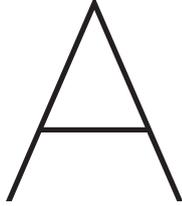
Lecturas recomendadas

Luis V. Pérez Gil
Ángel Martos
Ramón Barba
Emili J. Blasco
P. 54



PRESENTACIÓN

EL HORIZONTE VUELVE A ESTAR ARRIBA: POTENCIAS Y EMPRESAS PUGNAN POR EL ESPACIO



sistimos a una nueva era espacial, que está aquí para quedarse. Esta vez va en serio. No será un cultivo de una sola floración, como la llegada del ser humano a la Luna, que pronto se agosta. El regreso de la tensión geopolítica a la Tierra tiene también su proyección en el espacio, concebido no ya como un lugar de incursión o territorio de apoyo estratégico sino como un dominio en sí mismo, de la misma importancia y proximidad que los otros (tierra, mar, aire... y red). Aunque la prioridad espacial de las superpotencias pueda verse modulada en función de los vaivenes de las relaciones internacionales, es tal la dependencia de los satélites artificiales adquirida por la humanidad que el espacio forma ya parte definitivamente de nuestro directo entorno. Con todo, es el despertado interés económico por las perspectivas de negocio del sector espacial, manifestado en la carrera de diversas empresas privadas por hacerse con actividades que antes, por las ingentes exigencias presupuestarias, solo asumían ciertos estados, lo que asegura la continuidad de una etapa que se abre para no cerrarse.

El horizonte vuelve a estar arriba —regreso a la Luna, vuelo a Marte, minería de asteroides— tras los esfuerzos no sostenidos llevados a cabo hace medio siglo. A ese horizonte hemos querido dedicar la edición de *Global Affairs Journal* de este año, después del lanzamiento de esta publicación de carácter monográfico en 2019 con el foco en otra cuestión de gran importancia estratégica, la geopolítica de la demografía y los retos demográficos de las grandes potencias. Así que bienvenidos y ¡buen viaje a las estrellas!

Espacio: nuevo dominio militar y económico

EMILI J. BLASCO

Director del Center for Global Affairs and Strategic Studies
Universidad de Navarra

SUMARIO

LO QUE
PUDO SER
P. 6

INCENTIVO
DE LA
COMPETENCIA
P. 7

EXPLORACIÓN
P. 10

MILITARIZA-
CIÓN
P. 10

EXPLOTACIÓN
P. 11

REGULACIÓN
P. 12

Una nueva carrera espacial se asienta sobre fundamentos más sólidos y duraderos —especialmente el interés económico— que la primera, que estuvo basada en la competencia ideológica y el prestigio internacional. En la *nueva Guerra Fría* hay también desarrollos espaciales que obedecen a la pugna estratégica de las grandes potencias, como ocurrió entre las décadas de 1950 y de 1970, pero hoy a los aspectos de exploración y defensa se unen también los intereses comerciales: las empresas están tomando el relevo en muchos aspectos al protagonismo de los Estados.

Por más que resulte discutible hablar de *nueva era espacial*, dado que desde el emblemático lanzamiento del Sputnik en 1957 no ha dejado de programarse actividad en distintas regiones del espacio, incluida la presencia humana (aunque acabaron los viajes tripulados a la Luna, ha habido viajes y estancias en la baja órbita terrestre), lo cierto es que hemos entrado en una nueva fase.

Hollywood, que tan bien refleja la realidad social y las aspiraciones generacionales de cada época, sirve de espejo. Después de un tiempo sin especiales producciones

relativas al espacio, desde 2013 el género vive un resurgimiento, con nuevos matices. Películas como *Gravity*, *Interstellar* y *Marte* ilustran el momento del despegue de una renovada ambición que, tras el horizonte corto del programa de transbordadores —reconocido como un error por la NASA, al focalizarse en la órbita baja de la Tierra—, entronca con la secuencia lógica de las perspectivas que abría la llegada del hombre a la Luna: bases lunares, viajes tripulados a Marte y colonización del espacio¹.

A nivel de imaginario colectivo, la nueva era espacial parte de la casilla donde *terminó* la previa, aquel día de diciembre de 1972 en que Gene Cernan, astronauta del Apolo 17, abandonó la Luna. De algún modo, en todo este tiempo se ha dado “la tristeza de pensar que en 1973 habíamos alcanzado como especie el punto máximo de nuestra evolución” y que después aquello se paró: “mientras crecíamos nos prometieron mochilas-cohete, y a cambio tenemos Instagram”, constata el gráfico comentario de uno de los coguionistas de *Interstellar*².

Algo parecido es lo que había expresado George W. Bush cuando en 2004 encargó a la NASA comenzar a preparar la vuelta tripulada

a la Luna: “En los últimos treinta años, ningún ser humano ha puesto el pie en otro mundo o se ha aventurado en el espacio más allá de 386 millas [621 kilómetros de altitud], aproximadamente la distancia de Washington, DC, a Boston, Massachusetts”³.

Podría fijarse ese 2004 como el comienzo de la nueva era espacial, no solo porque desde entonces viajes tripulados a la Luna y a Marte vuelven a estar en la mirilla de la NASA, sino porque ese año tuvo lugar lo que se ha considerado como el primer hito de la exploración espacial privada con el vuelo experimental del SpaceShipOne: se trataba del primer acceso de un piloto particular al espacio orbital, algo que hasta entonces se estimaba como un ámbito exclusivo del gobierno⁴.

La prioridad estadounidense pasó luego de la Luna a los asteroides y después a Marte, para volver a ocupar el viaje a nuestro satélite el primer lugar de la agenda espacial. Regresando a la Luna la idea de vuelta a la exploración del espacio adquiere una especial significación.

LO QUE PUDO SER

El programa Apolo pudo haber ido



Ilustración del asteroide 16 Psyche, de gran contenido mineral [NASA].

más allá y haber puesto el fundamento para establecer una base lunar. Pero la motivación del programa no era colocar una primera piedra sobre la que ir construyendo la colonización del espacio, sino que formó parte de una carrera por llegar a la Luna antes que el contrario, lo que en sí mismo constituyó la meta. “La idea no fue fijar las fundaciones para el futuro, sino llegar allí rápidamente, alardear haber ganado a los rusos y entonces cancelar el programa con el fin de ‘cortar las pérdidas’”. Fue un ‘postureo político’”, considera John S. Lewis, científico planetario que como tantos otros ha añorado haber conocido en vida un mayor desarrollo de la presencia humana en el espacio exterior, algo que la ciencia en principio hubiera posibilitado⁵.

Como recuerda Lewis, en 1961 el presidente John F. Kennedy “pidió a la NASA que en diez años hubiera misiones tripuladas a la Luna. Lo hizo en ocho. La NASA entonces planeó una rápida transición hacia la construcción y el uso de una base lunar en la década de 1970. En la de 1980, según la NASA, la primera expedición tripulada podía ser despachada hacia Marte en cohetes de propulsión nuclear. Una NASA que aún no había enviado astronautas a la Luna estaba confiada en que podía hacer aterrizar una expedición a Marte en dieciséis años. Exploración tripulada de los satélites de Júpiter podía esperarse para el final del siglo, hacia 2001”⁶.

Así, lo que se ve en *2001: Odisea en el espacio* “no era la profecía lunática de un contador de historias aficionado: era algo real, era lo que la NASA y los programas espaciales rusos hubieran logrado —fácilmente— antes del final de siglo”, lamenta otro científico con tono de impaciencia⁷.

En definitiva, “el no haber abierto el espacio más allá de la baja órbita de la Tierra para la exploración y el asentamiento humano y para el desarrollo comercial simplemente no puede ser atribuida a deficiencias tecnológicas”⁸. Fueron razones presupuestarias las que pusieron brida a la ambición. Si bien la experimentación espacial ha generado numerosos inventos y adelantos técnicos de indudable interés económico por su gran valor para la vida cotidiana en la Tierra, durante mucho tiempo fueron exclusivamente los presupuestos públicos de las grandes potencias los que estuvieron detrás de los hitos logrados en el espacio.

“Si vamos a volver, por ejemplo, a la Luna”, decía Lewis hace dos décadas, antes de que despegara la nueva coyuntura espacial, “será porque hay alguna visible relación entre esa empresa y el futuro del bienestar material de nuestra nación y planeta. La investigación básica será tolerada por la maquinaria política si constituye una parte equilibrada de un programa de investigación que también satisface necesidades económicas visibles”⁹.

EE.UU. ESTUVO DE ACUERDO EN ASIGNAR GRANDES FONDOS A LA NASA MIENTRAS HUBO DISPUTA CON LA URSS; UNA VEZ GANADA LA PARTIDA DE LA LUNA Y LUEGO ALCANZADA LA PRIMACÍA UNIPOLAR, EL CONGRESO ESTADOUNIDENSE YA NO VIO MOTIVOS PARA EL SOBRESFUERZO PRESUPUESTARIO

Lo advertía en su autobiografía Buzz Aldrin, el segundo hombre en bajar la escalerilla del Apolo 11 y pisar la Luna en 1969. “Creo que un día los viajes espaciales serán tan comunes como lo son los viajes aéreos. Estoy convencido, sin embargo, de que el verdadero futuro de los viajes espaciales no descansa en las agencias gubernamentales”, escribió en *Magnificent Desolation*¹⁰.

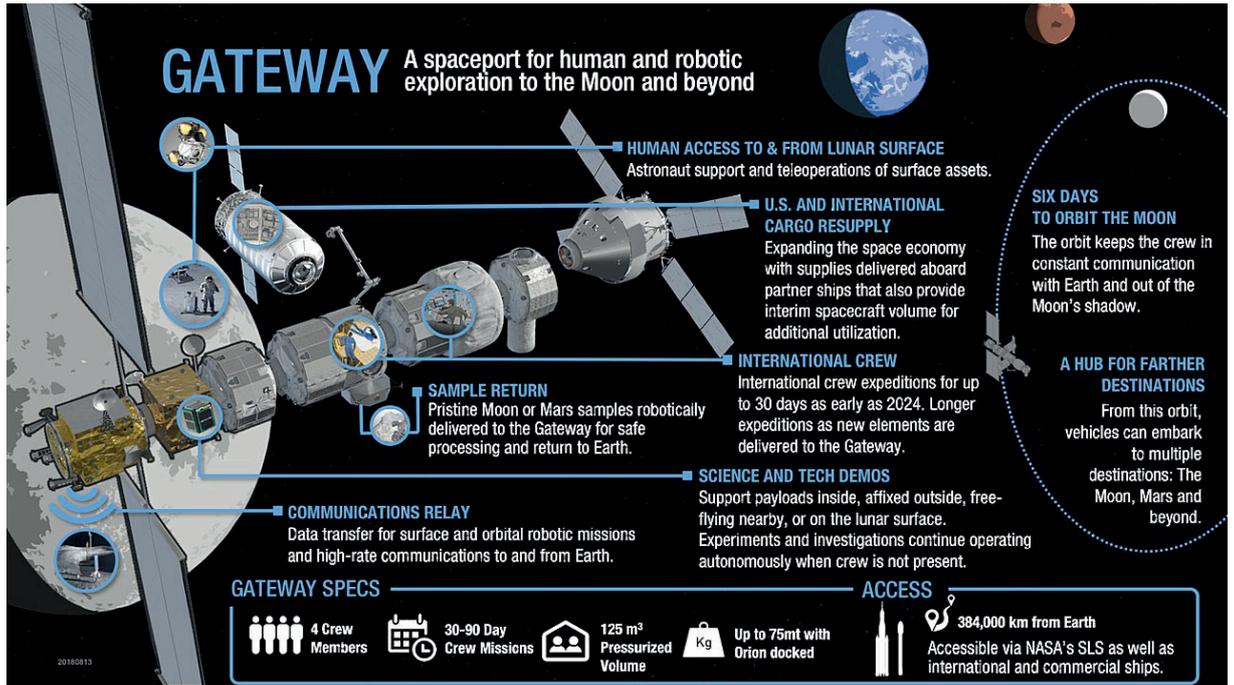
En Estados Unidos, los legisladores estuvieron de acuerdo en asignar grandes fondos a la NASA mientras hubo disputa directa con la URSS; una vez ganada la partida de la Luna y luego alcanzada la primacía unipolar, el Congreso estadounidense ya no vio motivos para el sobresfuerzo presupuestario. Ha sido ahora el lobby realizado por los nuevos capitalistas del espacio lo que ha vuelto a mover las cosas en Washington, promoviendo las legislaciones (Congreso) y las directivas (Casa Blanca) que están incentivando la inversión privada en este sector económico en expansión.

Mientras en la Guerra Fría el espacio fue “el teatro preeminente para la lucha ideológica entre la Unión Soviética y Estados Unidos”¹¹, hoy, sin dejar de ser también un lugar para rivalidad estratégica entre las grandes potencias —en una nueva escalada, como veremos—, es un ámbito para el negocio. “En el pasado, el espacio era el territorio del gobierno, con grandes presupuestos. En el presente esto está cambiando rápidamente en la medida en que corporaciones privadas pueden asumir mayores riesgos y reunir mayores presupuestos que los que puede destinar el gobierno al desarrollo espacial”¹².

INCENTIVO DE LA COMPETENCIA

Los comienzos de la exploración espacial ofrecieron una imagen inédita de la Tierra. Por primera vez se la veía desde lejos: un globo en el que no se apreciaban fronteras nacionales, donde la humanidad, sujeta a un mismo des-

VUELVE A SER LA COMPETENCIA LA QUE ESTÁ ALENTANDO LA NUEVA CARRERA ESPACIAL, EN DOS FRENTES: EL DUELO ENTRE POTENCIAS Y LA RIVALIDAD COMERCIAL DE COMPAÑÍAS PRIVADAS QUE TIENEN EN PERSPECTIVA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL EXTERIOR



Proyecto de la NASA y sus socios internacionales de puerto lunar para 'establecerse' en la Luna y viajar a Marte [NASA].

tino, parecía llamada a la sincera cooperación, la cual era requerida por la sensación de vulnerabilidad compartida en el medio del oscuro universo.

Si bien esa llamada a la paz mundial, tan propia del *Zeitgeist* de la década de 1960, invitaba a la colaboración en el espacio, en realidad fue el antagonismo entre bloques el que impulsó los mayores logros espaciales. “Sin la intensa rivalidad internacional de la Guerra Fría, el lanzamiento de satélites y la llegada del ser humano a la Luna probablemente hubiera ocurrido décadas más tarde de lo que sucedió”, asegura Everett C. Dolman, quien en *Astropolitik* ha aplicado diversos conceptos de la geopolítica al espacio¹³.

Aunque ha habido iniciativas de cooperación mundial, como la Estación Espacial Internacional, vuelve a ser la competencia la que está alentando la nueva carrera espacial, en dos frentes: el duelo entre potencias, en esta *nueva Guerra Fría*, que está llevando a la militarización del espacio, y la rivalidad comercial de compañías privadas que tienen en perspectiva el aprovechamiento de los recursos del exterior y que, en muchos aspectos, están sustituyendo a los Estados como actores espaciales.

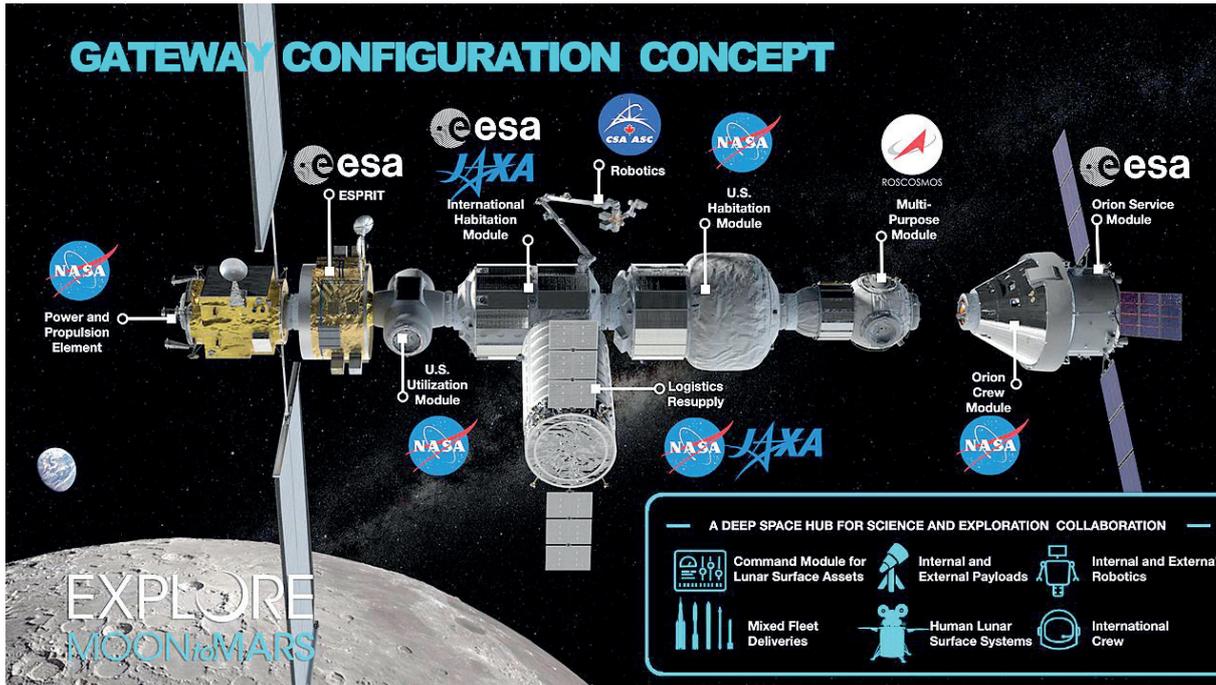
La conjunción de ambas tendencias está incentivando como nunca la misma investigación y exploración, tanto de las agencias gubernamentales como de muchas empresas de todos los tamaños, de muy diversos países. Se ha desarrollado un sector económico que, al abaratar todas las operaciones espaciales —desde la fabricación de satélites y su puesta en órbita, al lanzamiento de naves con cohetes reutilizables—, se retroalimenta en la posibilidad de negocio.

Todo ello abre una nueva era espacial. Quienes nunca han dejado de ocuparse del espacio posiblemente creen excesiva esa categorización, pero coinciden, en cualquier caso, en que estamos en un nuevo estadio, de gran pujanza. “La ‘carrera del espacio’ nunca ha terminado”, consideraba en 2015 el director del Instituto Español de Técnica Aeroespacial (INTA), general Ignacio Arqueta Ortiz; no obstante, advertía que “entramos en una nueva fase, tan competitiva como la anterior, que alcanzará nuevas metas que seguramente tendrán una mayor repercusión en temas más tangibles para la humanidad”¹⁴.

Quizá lo más característico que pueda decirse de este nuevo mo-

mento, dada la experiencia previa, es que si tras la coronación del denuedo por pisar la Luna hubo una bajada de tensión por el sobreesfuerzo en todos los órdenes —justificado políticamente solo por el antagonismo entre EE.UU. y la URSS—, hoy la sostenibilidad económica de las iniciativas parece proyectar una continuidad asegurada, con resultados exponenciales si nos dejamos llevar por el intrínseco optimismo de la ciencia.

El fin de los transbordadores espaciales de la NASA, con un último vuelo en 2011 pero con un periodo previo ya de decaimiento desde que se programó la cancelación de las misiones, vino a simbolizar el final de etapa. La evolución de la industria aeroespacial estaba ya alumbrando el nuevo paradigma que iba a imponerse: Estados Unidos determinaba que no tenía sentido destinar el dinero de los contribuyentes a misiones en la órbita terrestre —al margen básicamente de proyectos de seguridad, defensa e inteligencia— cuando ese tramo podía ser cubierto por la iniciativa privada, que comenzaba ya a alcanzar la mayoría de edad; los fondos públicos irían a la NASA para programas más ambiciosos que, si bien



Colaboración de los socios de la Estación Espacial Internacional (incluye a Rusia, no a China) para un 'hub' lunar [NASA].

la rentabilidad económica no justificaba, sí lo hacía el interés científico y el estratégico.

Hubo, pues, un breve momento de impasse que quedó retratado en la vida cotidiana de Cabo Cañaveral. Una vez que el *shuttle* fue guardado en los museos, Marc Bassett, corresponsal del diario *El País*, visitó el área del Kennedy Space Center, en Florida, y se encontró un entorno deprimente. “De Cabo Cañaveral no solo se marcharon los astronautas cuando cerró el programa del transbordador espacial. Unos ocho mil trabajadores se quedaron sin trabajo. El cierre del programa coincidió con la crisis inmobiliaria y la Gran Recesión”¹⁵. En 2018, sin embargo, el lugar había vuelto a florecer, ahora lleno de ingenieros con los nombres de Boeing, SpaceX o Blue Origin en sus prendas de trabajo.

* * *

En este número de *Global Affairs Journal* abordamos la nueva era espacial en cuatro de sus facetas: exploración, militarización, explotación y regulación.

Los viajes tripulados más allá de la baja órbita terrestre donde se encuentra la Estación Espacial

Internacional, que navega a 400 kilómetros de altitud, atraen de nuevo la atención general y constituyen el mayor símbolo de esta *vuelta* al espacio. La creación de una estación lunar debe trascender el *ir, tocar y volver* de la anterior etapa y se supone que servirá de trampolín para que los astronautas vayan más lejos, con la vista ya puesta en Marte.

Pero los avances científicos no tienen únicamente una vertiente de exploración, en la que se da la cooperación internacional. La nueva era viene también marcada por la militarización del espacio: no es solo que mucha tecnología sea de doble uso o que ya se hayan desarrollado armas que, desde la Tierra, puedan atacar satélites estratégicos, sino que además existe una carrera abierta entre las potencias para situar armas en el propio espacio.

A los intereses de la ciencia y de la seguridad se unen esta vez los comerciales. Esta es la específica novedad de la etapa abierta. De hecho, el interés económico es el que explica la *revolución* en la que nos encontramos. El estricto deseo de conocimiento podría llevar al envío de sondas y *rovers* a lugares alejados, como ha seguido sucediendo en las últimas déca-

das, pero difícilmente iba a comprometer mayores presupuestos. La militarización iba a darse en cualquier caso, dada la creciente dependencia de los satélites para toda actividad en la Tierra de socios y rivales, pero eso no llevaría a los Estados a aventuras tremendamente costosas sin un provecho directo y explícito para la defensa. El beneficio económico que ya están aportando diversos segmentos de la industria aeroespacial y las perspectivas del aprovechamiento de los recursos del exterior son realmente los impulsores de la nueva era.

Ese nuevo interés se encuentra con una deficiente regulación internacional sobre el entorno espacial. La primera normativa general multilateral data de poco antes de la llegada del Apolo 11 a la Luna, cuando muchos aspectos de la actividad en el espacio ultraterrestre estaban aún por definirse. Aunque después la comunidad internacional ha promovido mayores concreciones, hasta ahora las grandes potencias no han querido atarse las manos en lo referente a la posible explotación de los recursos extra atmosféricos. ¿Quién manda sobre el espacio? ¿Pertenecen a la toda la humanidad los recursos que allí se en-

EE.UU. DETERMINABA QUE NO TENÍA SENTIDO DESTINAR EL DINERO DE LOS CONTRIBUYENTES A MISIONES EN LA ÓRBITA TERRESTRE —AL MARGEN DE PROYECTOS DE SEGURIDAD, DEFENSA E INTELIGENCIA— CUANDO ESE TRAMO PODÍA SER CUBIERTO POR LA INICIATIVA PRIVADA. LOS FONDOS PÚBLICOS IRÍAN A LA NASA PARA IR MÁS ALLÁ

cuentran? ¿Cabe aplazar *sine die*, como en la Antártida, cualquier provecho económico? La realidad de la competencia privada por los bienes del exterior va por delante de la norma, aunque sus pasos pueden ser inciertos hasta que se alcance una seguridad jurídica internacional.

EXPLORACIÓN

El alunizaje por primera vez en la cara oculta de la Luna llevado a cabo por una nave china no tripulada en enero de 2019 o el fracaso del alunizaje primero de una sonda de Israel en abril y luego de una nave de India, igualmente no tripulada, en septiembre del mismo año son muestras de la intensa actividad de la exploración espacial. En esos proyectos existía el componente del prestigio nacional —India e Israel buscaban ser el cuarto país en posar un artefacto en la superficie lunar— y, en el caso israelí, también el de mecenazgo, pues fortunas como la de Sheldon Adelson sufragaban la iniciativa.

Lo mencionado habla igualmente del incremento del número de actores en el espacio. La Agencia Espacial Europea (ESA) o la Agencia Japonesa de Exploración Espacial (JAXA) también se han destacado en diversas misiones, como las destinadas a algún asteroide o cometa.

Con todo, es la anhelada presencia humana en la Luna y en Marte lo que se ha convertido en objetivo del nuevo momento. Ciertamente, como en el primer capítulo de este número de *Global Affairs Journal* explica Javier Gómez-Elvira, director del Departamento de Cargas Útiles del INTA¹⁶, no se trata de un objetivo novedoso. Sin embargo, el regreso de misiones tripuladas a nuestro satélite y, con el nuevo impulso, alcanzar también Marte resulta ahora más creíble. Y eso por dos motivos principales: por la internacionalización del proyecto —la construcción de una estación en la órbita lunar, conocida como Luna Gateway, sigue el modelo

EL ALUNIZAJE POR PRIMERA VEZ EN LA CARA OCULTA DE LA LUNA DE UNA NAVE CHINA NO TRIPULADA EN ENERO DE 2019 O EL FRACASO DEL ALUNIZAJE DE UNA SONDA DE ISRAEL EN ABRIL Y DE UNA NAVE DE INDIA EN SEPTIEMBRE, MUESTRAN LA INTENSA ACTIVIDAD DE LA EXPLORACIÓN ESPACIAL

de cooperación desarrollado en la Estación Espacial Internacional— y por los intereses comerciales que hoy existen en torno a las actividades espaciales.

Gómez-Elvira detalla cómo se está preparando ese regreso a la Luna mediante la experimentación y puesta a punto de un nuevo cohete (el Space Launch System), el desarrollo de la cápsula Orion para llevar a los astronautas, el diseño de la estación Luna Gateway desde la que unas lanzaderas cubrirían rutinariamente el descenso a la superficie lunar y la renovación de trajes espaciales para mejorar aspectos de movilidad y comunicación.

El proyecto trabaja con la meta de realizar la primera misión tripulada en 2024, aunque se trata de un horizonte poco realista. El viaje a Marte aún tardaría una década más —la NASA baraja estimaciones que en principio lo verían factible para 2037—, pero también aquí lo normal es que se produjeran retrasos. Mientras que en el caso de la Luna existían desde hace tiempo las soluciones tecnológicas para ejecutar el proyecto —lo que faltaba era la decisión política y el compromiso de financiación, que finalmente ahora se han ido concretando—, en el de Marte existen de entrada algunos problemas técnicos por resolver, relacionados sobre todo con los varios años fuera de la Tierra que deberían pasar quienes viajaran al planeta rojo.

“No obstante”, concluye Gómez-Elvira, “hay un factor que puede acelerar un poco todos estos desafíos y es la entrada de empresas comerciales. El interés comercial de llegar a la Luna y a Marte puede acortar los plazos, aunque quizás aumentando los riesgos. La inversión en investigación para proteger al astronauta no parece estar en el campo comercial, que por ahora parece que está más polarizada en la búsqueda de sistemas de transporte y posibles vehículos de aterrizaje”.

El coste económico de regresar a la Luna, que la NASA sitúa en el orden de 20.000 a 40.000 dólares,

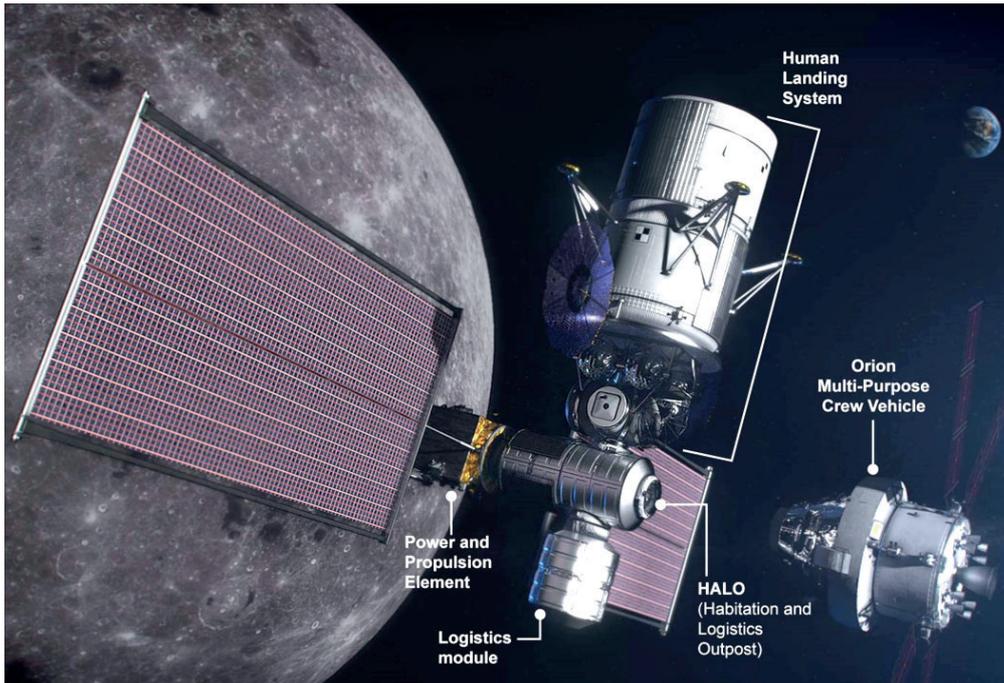
es realmente reducido comparado con la hazaña lunar anterior, pues el programa Apolo y sus precedentes supusieron para el presupuesto estadounidense una carga de unos 210.000 millones de dólares actualizados, que solo fue viable asumir en el clima de radical rivalidad con la URSS. Esta última cifra es precisamente la que la NASA sopesa ahora para la llegada a Marte, aunque esta vez el coste sería compartido por otros países y en parte asumido por las empresas privadas que se están adentrando en la tecnología espacial.

La cooperación de EE.UU. y Rusia en la Estación Espacial Internacional, que se ha mantenido a pesar de las vicisitudes de las relaciones entre ambos países, se traslada en principio al proyecto sobre la Luna, pero esa colaboración de futuro no deja de ser incierta. Además, China no es copartícipe de esas iniciativas y aunque un plan conjunto sería especialmente aconsejable, al menos para el horizonte de Marte, parece irremediable que las tensiones geopolíticas de la Tierra se proyecten también en el espacio.

MILITARIZACIÓN

La investigación espacial ha tenido desde el principio un componente militar que en muchos momentos ha sido dominante. La naturaleza de doble uso de gran parte de la tecnología espacial, además, complica la percepción que unas potencias tienen de la verdadera intención de las otras, sin poder distinguir entre la finalidad de defensa o de ataque de determinadas capacidades. Por eso no es de extrañar que, ante la cada vez mayor dependencia de la cobertura de satélites para un sinnúmero de operaciones vitales en la Tierra, los principales actores estatales hayan extendido al espacio su estrategia militar.

Lo señala Joan Johnson-Freese en *Space Warfare in the 21st Century. Arming the Heavens*, al advertir que se está dando una escalada para ponerse por encima de las



Articulación del Lunar Gateway, según el programa Artemis de la NASA de vuelta a la LUNA [NASA].

capacidades del rival. “Las cambiantes capacidades de países de todo el mundo han aumentado la percepción de amenaza entre la comunidad militar y la de inteligencia estadounidenses acerca de la vulnerabilidad de los activos espaciales de Estados Unidos en un entorno descrito como ‘congestionado, contestado y competitivo’. Consecuentemente, la postura del programa espacial militar de Estados Unidos está volviendo crecientemente agresiva para la protección de esos activos mediante una estrategia de ‘disuadir, defender y vencer’”, afirma Johnson-Freese citando dos triadas conceptuales utilizadas en los últimos documentos sobre seguridad estratégica espacial estadounidense¹⁷.

El desarrollo de armas antisatélite (ASAT) trasladó al espacio la diana de cualquier gran conflicto bélico en la Tierra. Ya ensayada por estadounidenses y rusos, el test de un nuevo sistema ASAT terrestre por parte de China en 2013, cuyo alcance llegó casi a la órbita geoestacionaria, alertó especialmente a Washington y le llevó a recuperar la retórica de “control y dominio del espacio”.

En este contexto se sitúa la decisión de Donald Trump de

LA DECISIÓN DE TRUMP DE CONSTITUIR UNA FUERZA ESPACIAL, CON EL PROPÓSITO DE ELEVARLA AL RANGO DE LAS OTRAS RAMAS DE LAS FF. AA. MARCA UNA PAUTA QUE, EN CIERTA MEDIDA, VAN A SEGUIR OTROS PAÍSES

constitución de una Fuerza Espacial¹⁸, con el propósito de elevarla al rango de las otras ramas de las Fuerzas Armadas, marcando una pauta que, aunque a cierta distancia, van a seguir otros países (así, Francia ha anunciado la creación de un comando militar del espacio). De esta forma, el espacio exterior adquiere pleno carácter de dominio militar, junto a los de tierra, mar, aire y ciberespacio.

Dentro de esa progresión se ha entrado ya en la militarización del espacio mismo. De este modo, el espacio no es ya solo posible receptor de ataques realizados desde la Tierra, sino que los eventuales agresores se han trasladado al propio espacio, donde separadamente podrán librarse batallas futuras. Es lo que puede colegirse del desarrollo de lo que ha dado en llamarse satélites inspectores, también denominados satélites interceptores o incluso *asesinos*. A ellos se dedica el segundo capítulo de este *Journal*, del que es autor Luis V. Pérez Gil, profesor de la Universidad de La Laguna¹⁹.

“La militarización del espacio es una realidad. Las grandes potencias han dado el paso de poner en órbita satélites que pueden atacar y destruir los aparatos espaciales del adversario o de terce-

ros Estados”, dice Pérez Gil. Mientras EE.UU. aumentó su dominio en el periodo de la “hegemonía imperfecta”, la actividad pacífica en el espacio prosiguió, “sin embargo, la emergencia de China y Rusia como grandes potencias ha traído consigo una nueva pugna por el poder y la influencia y, por tanto, el fin del régimen de estabilidad estratégica conocido”.

Como ejemplos de esos nuevos desarrollos militares, Pérez Gil aborda la sorprendente evolución en el espacio de unos misteriosos artefactos puestos en órbita por Rusia, que cambian de trayectoria tras pasar mucho tiempo inactivos, así como el programa estadounidense de aviones espaciales X-37, que recuerdan los transbordadores espaciales en tamaño reducido.

De sus entrevistas a altos mandos militares para el libro *The Shadow War*, el corresponsal de seguridad de la CNN, Jim Sciutto, concluye que “Estados Unidos no ha tomado la decisión de desplegar armas ofensivas en el espacio”, pero al mismo tiempo advierte que las circunstancias probablemente conducirán a ello. “Habrá guerra en el espacio. Cada dominio al que hemos ido ha estado sujeto a conflicto (...), sería bonito creer que nunca ocurrirá en el espacio, pero es un error”²⁰.

EXPLOTACIÓN

La explotación del espacio es lo que de *nuevo* tiene la era espacial que se ha abierto. Es precisamente esa perspectiva de aprovechamiento económico lo que explica la implicación de la empresa privada, no ya en la investigación y producción de tecnología para servir a las misiones de las agencias aeroespaciales estatales, sino para liderar las misiones mismas. Además de la rentabilidad en la colocación de satélites alrededor de la Tierra, existe hoy un interés comercial en actividades en lugares más alejados del espacio.

Esas regiones más profundas eran hasta ahora dominio de los gobiernos, como inicialmente ha-

bía sido toda la carrera espacial. A medida que tramos de esa industria han generado beneficios, ya no alimentados por los presupuestos públicos, la iniciativa privada se ha extendido a la órbita baja de la Tierra y en estos momentos se prepara para ir más allá.

Cierto que parte de nueva era espacial está ligada a ciertos empresarios emblemáticos —Elon Musk y Jeff Bezos los más conocidos— dispuestos a perder dinero en el intento mientras prueban la viabilidad de sus iniciativas más osadas y por de pronto acumulan gloria. Pero si bien algunos de sus proyectos no implican la seguridad de obtener rendimientos al margen de los contratos públicos, hay inversores que están apostando en serio por empresas que quieren especializarse en las diversas actividades de la nueva economía espacial. Estas abarcan desde la tecnología de los satélites artificiales, cada vez más pequeños y baratos de producir y colocar en órbita, a la experimentación de nuevos combustibles más eficaces y menos pesados que hacen más eficiente la elevación de cargas o el perfeccionamiento de nuevos cohetes propulsores reutilizables, sin olvidar una particular dimensión que supone el turismo espacial o el futuro aprovechamiento de la energía solar con plantas establecidas en el espacio.

Se trata de una industria en expansión que en Estados Unidos está contando con un gran espaldarazo gubernamental. En su primera directiva de política espacial, de diciembre de 2017, en la que fijaba el objetivo de volver a la Luna, Donald Trump abrió ese programa de exploración a “socios comerciales e internacionales”²¹. En su segunda directiva, de mayo de 2018, se ofrecían más garantías a esa iniciativa privada con el establecimiento de licencias para operar vuelos de salida y de entrada hacia el exterior atravesando espacio aéreo estadounidense. La directiva justificaba la conveniencia de que el sector privado se hiciera cargo de ámbitos que hasta entonces habían correspondido

EL CONGRESO DE EE.UU. APROBÓ EN 2015 LA LEY SPACE, QUE GARANTIZA LA POSESIÓN O COMERCIALIZACIÓN DE LOS RECURSOS ESPACIALES A LOS INDIVIDUOS O EMPRESAS PRIVADAS QUE LOS OBTENGAN, CON MENCIÓN EXPRESA DE LOS ASTEROIDES



Aproximación imaginada de la misión Lucy al asteroide Eurybates, donde llegará en 2027 [NASA]

al Estado, para así “ser prudente y responsable con el gasto de los fondos del contribuyente”; al mismo tiempo consideraba que esa promoción contribuiría al desarrollo económico²².

La industria espacial alcanzó en 2016 a nivel mundial los 329.000 millones de dólares, de los que tres cuartas partes correspondieron al sector comercial; para 2040 podría tener un valor superior a los 1,1 billones de dólares, según se recoge en el tercer capítulo del *Journal*²³. El capítulo pone el foco en uno de los aspectos decisivos detrás de la nueva economía del espacio: la obtención de recursos en el exterior, orientada de momento a la posible extracción de minerales de los asteroides y el aprovechamiento del agua helada de sus polos de la Luna, así como del helio 3 encerrado en su regolito.

Puede sonar a ciencia-ficción, pero las cosas se están moviendo en esa dirección, sobre todo desde que, por presión de los inversores, el Congreso de EE.UU. aprobó en 2015 la ley SPACE, que garantiza la posesión o comercialización de los recursos espaciales a los individuos o empresas privadas que los obtengan, con mención expresa de los asteroides. Otros países están promulgando legislaciones similares.

Aunque hay materiales que pueden ser especialmente valio-

sos en la Tierra, como el platino o el mencionado isótopo del helio para fusión nuclear, se estima que los recursos del exterior, de caro transporte a nuestro planeta, serán aprovechables sobre todo fuera. Así, del hielo presente en algunos lugares se puede obtener agua y oxígeno para las tripulaciones y propelente para las naves; por su parte, cualquier edificación deberá afrontarse con el tiempo básicamente a partir del material disponible *in situ*.

Más allá de los recursos materiales, la nueva carrera espacial lleva a considerar otros recursos codiciables para las superpotencias, como los mejores emplazamientos en la Tierra para los despegues de los cohetes y el control de ciertas órbitas o rutas. Eso supone trasladar al espacio los conceptos de la geopolítica, en una suerte de *astropolítica*.

REGULACIÓN

El principal tratado multilateral general relativo al uso del espacio ultraterrestre data de 1967 y establecía un marco para la carrera espacial entre EE.UU. y la URSS entonces en curso, pero una vez la bandera estadounidense fue plantada en el suelo lunar las grandes potencias ya no se pusieron más de acuerdo sobre cuestiones normativas, salvo para algunos asuntos específicos.

Así, hay regulaciones internacionales que han funcionado generalmente bien, como el registro de los objetos lanzados al espacio y la atención a la acumulación de basura que queda en órbita. Sin embargo, en lo referente al aprovechamiento de los recursos ultraterrestres ha faltado la convergencia de intereses de las potencias espaciales. Ni Washington ni Moscú —tampoco China, India o Japón— se han avenido a ratificar el Tratado de la Luna de 1979, en el que se define ese satélite como propiedad de toda la humanidad y se considera que cualquier aprovechamiento tiene que ser compartido. De forma que la nueva carrera espacial se está llevando a cabo en un cierto *limbo* legal, en tanto que a uno de sus aspectos centrales —la explotación económica— le falta una base jurídica internacional que le garantice un normal desarrollo.

**LA NUEVA
CARRERA
ESPACIAL
OCURRE EN
CIERTO LIMBO
LEGAL, PUES
A UNO
DE SUS
ASPECTOS
CENTRALES
—LA EXPLO-
TACIÓN ECO-
NÓMICA— LE
FALTA UNA
BASE
JURÍDICA IN-
TERNACIONAL
QUE GARAN-
TICE SU
DESARROLLO**

En esa deficiencia ahonda el cuarto capítulo de esta publicación, escrito por Mario Pereira, jurista y profesor de Estudios sobre Seguridad Internacional de la Universidad de Navarra²⁴. El texto constata que la comunidad internacional como tal, especialmente por la falta de compromiso de las grandes potencias, no ha resuelto cuál debe ser la finalidad de la normativa espacial: si considerar los recursos como patrimonio de la humanidad o cosa de nadie que puede ser explotada por quien tenga capacidad para ello.

De todos modos, la aprobación por el Congreso estadounidense de la Ley SPACE de 2015 (también conocida por las siglas CSLCA debido al doble nombre que recibe), intentando cubrir jurídicamente a las empresas de EE.UU. que extraigan y comercialicen privadamente recursos del espacio, ha marcado un sendero que están siguiendo algunos otros países

y parece determinar el modelo de explotación al que vamos. “La CSLCA se erige en el modelo legislativo y de política de fomento industrial y comercial de la minería espacial, capaz de *aggionar* —cuando no sustituir— al vetusto régimen emanado de los instrumentos de Naciones Unidas”, considera Pereira. Aunque hubiese deseado que esa ley se centrara menos en el individualismo de una nación y “hubiese configurado un proto-marco internacional/cooperativo”, la valora positivamente en cuanto que supone “un punto de partida”.

Un punto de partida de la regulación de un fenómeno —el del aprovechamiento comercial de los recursos extraterrestres, parte de la nueva economía del espacio y motor de la era espacial— que “ya ha dejado de ser una mera conjetura (casi de ciencia ficción), para pasar a ser una realidad que se halla a la vuelta de la esquina”.

NOTAS

- Antonio Sánchez-Escalonilla, *Planeta Hollywood. Sueño americano y cine espacial* (Madrid: Encuentro, 2019), 13.
- Citado en Sánchez-Escalonilla, A., op. cit., 22.
- https://www.nasa.gov/pdf/54868main_bush_trans.pdf
- Sánchez-Escalonilla, A., op. cit., 259.
- John S. Lewis, *Mining the Sky. Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets* (New York: Basic Books, 1996), 27.
- Ibid., 158.
- Everett C. Dolman, *Astropolitik. Classical Geopolitics in the Space Age* (New York: Frank Cass, 2002), 168.
- Ibid., 136.
- Lewis, J. S., op. cit., IX.
- Citado en James, ed. *Deep Space Commodities. Exploration, production and trading* (Cham: Palgrave MacMillan, 2018), 19.
- James, T. ed., op. cit., 23.
- Ibid., 4.
- Dolman, E. C., op. cit., 137.
- Ignacio Arqueta, “El espacio”, en *La geopolítica líquida del siglo XXI* (Madrid: Escuela Superior de las Fuerzas Armadas, 2015), Monografías 147, 154.
- Marc Bassets, *Otoño americano* (Barcelona: Elba, 2017), 99.
- Francisco Gómez-Elvira, “Vuelta a la exploración del espacio”, en “Nueva era espacial: Ahora va en serio”, *Global Affairs Journal* (2020).
- Joan Johnson-Freese, *Space Warfare in the 21st Century. Arming the heavens* (New York: Routledge, 2017), III.
- Ane Gil, “EE.UU. avanza en la creación de su Fuerza Espacial”, *Global Affairs*, Universidad de Navarra (2019) https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blogs/eeuu-avanza-en-la-creacion-de-su-fuerza-espacial?_33_redirect=%2Fweb%2Fglobal-affairs%2Fregiones%2Fnorteamerica
- Luis V. Pérez Gil, “La militarización del espacio: el desarrollo de satélites inspectores”, en “Nueva era espacial: Ahora va en serio”, *Global Affairs Journal* (2020).
- Jim Scitutto, *The Shadow War. Inside Russia's and China's Secret Operations to Defeat America* (Nueva York: Harper Collins, 2019), 170 y 172.
- <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-reinvigorating-americas-human-space-exploration-program/>
- <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/space-policy-directive-2-streamlining-regulations-commercial-use-space/>
- Emili J. Blasco, “Carrera por los recursos espaciales: de la minería al control de rutas”, en “Nueva era espacial: Ahora va en serio”, *Global Affairs Journal* (2020).
- Mario Pereira, “Marcos internacionales relevantes para la extracción y uso de recursos espaciales”, en “Nueva era espacial: Ahora va en serio”, *Global Affairs Journal* (2020).

Vuelta a la exploración del espacio

JAVIER GÓMEZ-ELVIRA

Director del Departamento de Cargas Útiles.
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

SUMARIO

LA PRIMERA ETAPA DE LA EXPLORACIÓN DE LA LUNA
P. 14

LAS ESTACIONES ESPACIALES. LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN
P. 16

LA SEGUNDA ETAPA DE LA EXPLORACIÓN DE LA LUNA
P. 17

EL CAMINO HACIA MARTE
P. 18

CONCLUSIONES
P. 21

Desde tiempos inmemoriales el ser humano se ha imaginado fuera de la Tierra, explorando otros mundos. Uno de los primeros relatos data del siglo II d.C., Luciano de Samosata escribía un libro en el que sus personajes llegaban a la Luna gracias al impulso de un remolino de viento y allí desarrollaban sus aventuras. Desde entonces se pueden encontrar numerosas novelas o relatos de ciencia ficción que discurrían en la Luna, en Marte, otros cuerpos de nuestro Sistema Solar o incluso más allá. De alguna forma todos ellos perdieron un poco de su ficción a mediados del siglo pasado, con los primeros pasos de un astronauta en nuestro satélite. Aunque desgraciadamente lo que parecía el inicio de una nueva era no fue más allá de 5 misiones a lo largo de 2 años.

LA PRIMERA ETAPA DE LA EXPLORACIÓN DE LA LUNA

La primera etapa se inició cuando el presidente Kennedy pronunció su famosa frase: “We choose to go to the Moon... We choose to go to the Moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are

hard; because that goal will serve to organize and measure the best of our energies and skills, because that challenge is one that we are willing to accept, one we are unwilling to postpone, and one we intend to win, and the others, too”¹. Aunque quizás en el comienzo estaba escrito el final: el único objetivo era demostrar que EE.UU. eran los líderes tecnológicos por encima de la URSS, y cuando esto se consiguió el proyecto se paró.

La carrera especial comenzó en 1957 con el lanzamiento del primer satélite artificial por los soviéticos, lo que supuso un revés para EE.UU. A esto le siguió que los soviéticos llevaron a cabo el vuelo del primer astronauta, el primer paseo espacial y la primera unión de dos naves en órbita. Todo ello en el marco de la Guerra Fría. EE.UU. necesitaba demostrar al mundo su capacidad de liderazgo y encontró en la Luna su objetivo perfecto.

Los soviéticos siguieron una política de demostración de capacidades con una organización interna deficiente en la que incluso competían distintas entidades dentro del propio Estado. La urgencia en mostrar sus desarrollos les llevó a grandes fracasos que acabaron frustrando sus opciones de mandar astronautas a la Luna.

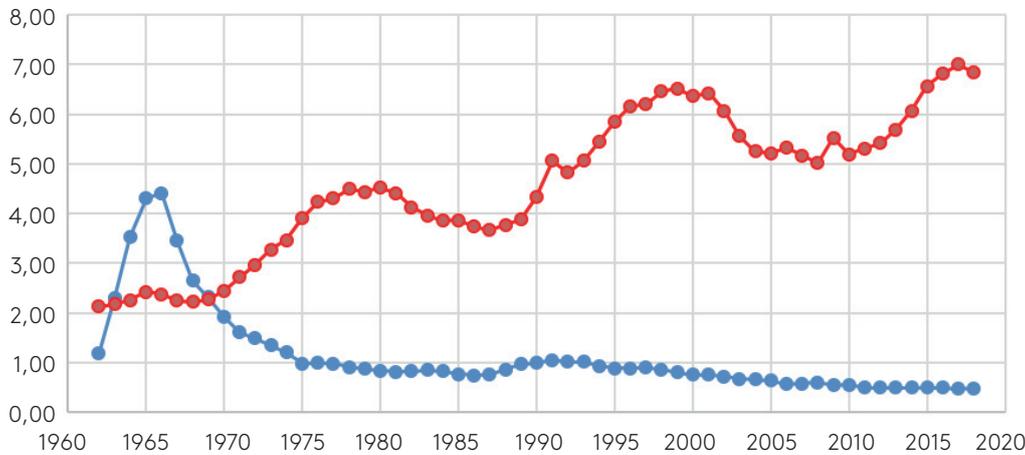
Para conseguir el objetivo de la Luna el gobierno americano realizó un esfuerzo descomunal. La Figura 1 muestra la evolución del presupuesto de la NASA frente al total de la administración, en ella se puede ver que en 1996 llegó a alcanzar el 4,4%, casi doblando los gastos en defensa. En dólares constantes (2018) el presupuesto sería del orden de los 48.000 millones de dólares, más del doble del que tuvo la NASA en 2018, que fue de cerca de los 20.000 millones.

Toda esa enorme inversión tuvo su recompensa en las imágenes de los primeros pasos de Neil Armstrong en la Luna: aparecieron en todos los periódicos de mayor tirada del mundo y unos 500 millones de telespectadores los siguieron por TV. El reto lanzado por el presidente se había alcanzado.

El ritmo de gasto era imposible de mantener y al no haber otro objetivo científico o industrial que justificase el programa de exploración de la Luna, se canceló. A partir de entonces se inició la carrera de las estaciones espaciales en lo que se volvió a competir con la URSS.

El programa Apollo requería un esfuerzo tecnológico enorme y para ello se desarrollaron una serie de programas preparatorios,

FIGURA 1. GRÁFICO CON LA EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO (EN PORCENTAJE) DE LA NASA (AZUL) Y DEPARTAMENTO DE DEFENSA (ROJO) CON RESPECTO AL RESTO DE AGENCIAS Y DEPARTAMENTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE EE.UU.



Elaborado con los datos de la Oficina del Presupuesto de Estados Unidos².

que fueron: Mercury (1960-1963), Gemini (1964-1966), Ranger (1961-1965) y Surveyor (1966-1968). El coste aproximado de los Mercury fue 1.856 millones de dólares; de los Gemini, 8.352 millones³; de los Surveyor, 3.580 millones⁴, y de Ranger, 1.470 millones⁵ (todo en dólares equivalentes de 2019).

El programa Mercury fue el primero que puso un hombre en órbita y constó de 9 misiones. Sirvió para ver el comportamiento del ser humano en órbita. En esa época se desconocía totalmente cómo era la respuesta de nuestro organismo en ingravidez.

Las 12 misiones Gemini se pusieron en órbita con el lanzador Titan. Con este programa se aprendió a operar en el espacio. Se realizaron maniobras de acoplamiento y paseos espaciales para evaluar las capacidades de trabajo en ambiente de falta de gravedad y con las limitaciones de los trajes espaciales.

Las misiones Ranger (9 misiones, aunque las 6 primeras fallaron), no tripuladas, eran orbitadores que exploraron la superficie lunar buscando potenciales lugares de aterrizaje. Las Surveyor (7 misiones) fueron las primeras naves que llegaron a la superficie lunar; su objetivo era recoger información de sus características

EL COSTE DE LA LLEGADA A LA LUNA FUE DE 210.858 MILLONES DE DÓLARES. EL ADMINISTRADOR DE LA NASA ESTIMA ENTRE 20.000 Y 40.000 MILLONES EL COSTE DE VOLVER A LA LUNA CON EL PROGRAMA ARTEMIS

mecánicas fundamentalmente: datos totalmente necesarios para el diseño del módulo de aterrizaje de las Apollo. Estas últimas también recogieron datos de cómo era el entorno lunar para los astronautas.

En base a todo el conocimiento adquirido se planteó el programa Apollo, que constó de 17 misiones con un coste total de aproximadamente 163.000 millones de dólares⁶ (dólares de 2008; 195.600 millones de dólares de 2019⁷). Si se suma a los programas anteriores se podría decir que el coste de la llegada a la Luna fue del orden de 210.858 millones de dólares. Por poner una comparación, el administrador de la NASA estimaba entre 20.000 y 40.000 millones el coste de volver a la Luna con el programa ARTEMIS.

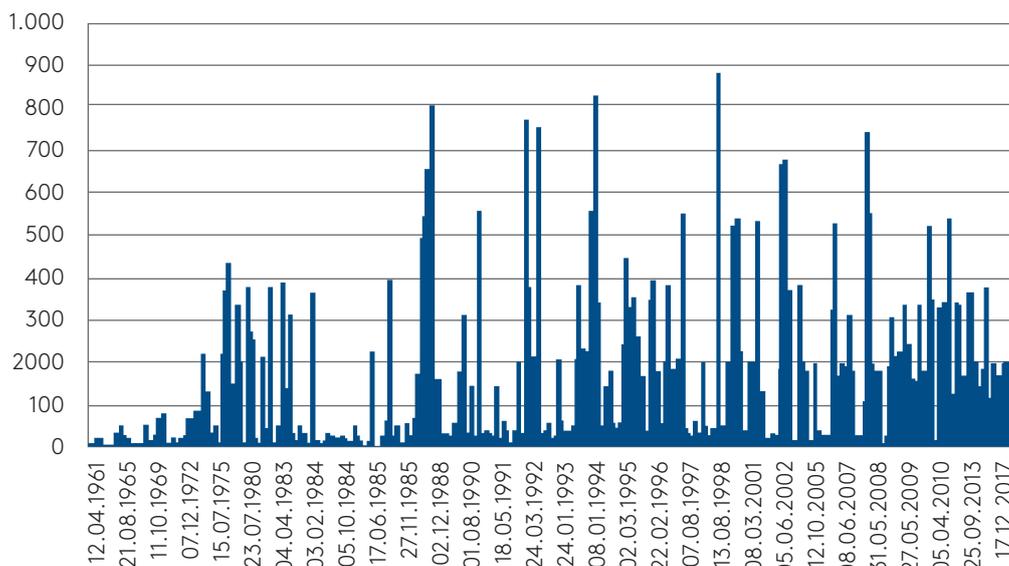
La diferencia de coste es sustancial pero hay que tener en cuenta que en el periodo 1960-1972 (última misión Apollo 17) se desarrollaron gran parte de las infraestructuras que todavía se están utilizando y los lanzadores (la familia Saturno) sigue teniendo el récord de la nave más pesada puesta en órbita.

Todo este esfuerzo tuvo también su impacto en la sociedad civil⁸, muchas de las tecnologías que se desarrollaron han tenido

repercusión en nuestras vidas; podemos fijarnos solamente en tres ejemplos: paneles solares, dispositivos inalámbricos y microelectrónica. Los paneles solares comenzaron a usarse en la exploración espacial y fue precisamente con los programas que se ha mencionado anteriormente como recibieron un gran impulso, aunque no fueron las únicas fuentes de energía, pues también se utilizaron células de combustible hidrógeno-oxígeno de gran interés actualmente. Igualmente, la necesidad de utilizar herramientas para la toma de muestras en la superficie lunar hizo que la NASA encargase a la compañía Black & Decker el desarrollo de herramientas recargables. El Apollo 11 fue el primero en utilizar un circuito integrado en el sistema de navegación y control, desarrollados por la empresa Fairchild: dos años después salió al mercado el Intel 4004, el primer microprocesador desarrollado por personal que salió de Fairchild. Aunque no hay una vinculación directa, el esfuerzo tecnológico realizado para la llegada a la Luna repercutió en el comienzo de la era de la microelectrónica.

Por sus dimensiones el programa Apollo requirió un gran esfuerzo de organización por parte de la NASA⁹. Crear una estructura con delegación de responsabilidades a los distintos centros que participaban en el proyecto para poder controlar a los numerosos subcontratistas que participaron en el proyecto. Se generó una forma de gestión que todavía se mantiene al menos en el sector espacial.

Si desde el punto de vista técnico el balance del programa es absolutamente positivo, desde el punto de vista de exploración humana, en el sentido de acumular experiencia para el futuro, no dio grandes rendimientos. Las estancias en la Luna fueron cortas y el tiempo acumulado fue bastante reducido: para hacerse una idea en las actividades extravehiculares (EVA, en inglés) en Apollo 11 duraron 2 horas y en el último, Apollo 17, 22 horas.

FIGURA 2. DURACIÓN, EN DÍAS, DE LAS ESTANCIAS ACUMULADAS EN EL ESPACIO

En el eje horizontal se muestra la fecha de la primera misión del astronauta correspondiente. El record lo tiene el ruso Genadi Pedalka con 878 días en 6 misiones. El record en una única misión Valery Polyakov con 437,7 días en la estación MIR, en la ISS la estancia más larga ha sido de Scott Kelly con 340,4 días.

LAS ESTACIONES ESPACIALES. LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN

En 1973 la URSS lanzó la primera estación espacial del programa SALLIUT, a la que le siguieron 4 más. De todas ellas, 3 tuvieron fines civiles y 2 militares. EE.UU. también inició este camino en 1973 con las estaciones Skylab: 3 misiones que estuvieron operando 28, 69 y 84 días respectivamente.

Se inició con estos dos programas una nueva era del ser humano en el espacio, en el que además de hacer tareas científicas o militares se pretendía conocer con más detalle el impacto de largas estancias fuera de la tierra, desde el punto de vista fisiológico, psicológico y de su capacidad de trabajo.

La continuación soviética fue la estación Mir que estuvo en órbita desde 1986 a 1999. Por parte de la EE.UU., se formó un consorcio internacional liderado por la NASA para poner en órbita la Estación Espacial Internacional (ISS, en inglés). El proyecto se inició en 1998 y es un ejemplo de cooperación internacional. La ISS es una colaboración entre EE.UU., Rusia, la Agencia Espacial Europea (ESA),

Italia, Japón, Canadá y Brasil. La mayor contribución, con mucho, es la estadounidense, seguida por la rusa y el resto lo hacen con módulos pequeños, salvo Canadá que contribuye con un robot exterior y Brasil con pequeña plataforma. Hasta la fecha actual la han visitado 288 astronautas de 19 países, incluidos 7 turistas (en la Figura 2 se muestra el tiempo en el espacio de las diferentes tripulaciones).

La ISS ha sido, y sigue siendo, una plataforma de experimentación científica en campos muy diversos, como la biología o los materiales, pero quizás el aspecto más relevante es que se trata del mejor laboratorio para estudiar el comportamiento de los seres humanos en el espacio exterior. No en todos los aspectos, pues por la altura de su órbita, aproximadamente de 400 km, el campo magnético de la Tierra es suficientemente intenso como para proteger a sus ocupantes de la radiación exterior.

De la experiencia acumulada hasta la fecha se sabe que desde el punto de vista psicológico hay una serie de situaciones que pueden desencadenar alteraciones del comportamiento, como son:

TODAVÍA QUEDA POR CONOCER Y POR SOLUCIONAR MUCHOS ASPECTOS RELACIONADOS CON LA VIDA EN AUSENCIA DE GRAVEDAD Y DENTRO DE UN ENTORNO REDUCIDO COMO SON LAS NAVES ESPACIALES

rotura de biorritmos (cada día hay 15 amaneceres); problemas de sueño, típicos de los primeros días aunque ha habido casos en los que se han extendido a lo largo de toda la misión; falta de autonomía, dado que cualquier pequeño percance puede ser un problema por la escasez de medios; fatiga derivada del trabajo diario; relaciones con el resto de la tripulación (la convivencia en un lugar pequeño puede llegar a suponer el fallo de la misión); factores ambientales, como ocurre en la ISS con el ruido ambiente derivado de los sistemas de soporte de vida que obliga a llevar en algunos casos protecciones en los oídos.

Desde el punto de vista fisiológico, la ausencia de gravedad genera numerosos problemas, como son: pérdida de masa muscular, fuerza, resistencia, circulación sanguínea¹⁰, reducción de glóbulos rojos, reducción de oxígeno en la sangre, diabetes, problemas en el sistema de regulación de la temperatura corporal, problemas oculares, etc. La nutrición es otro de los aspectos más relevantes: estadísticamente está comprobado que la mayoría de los astronautas pierde peso en sus estancias en la ISS, pues el tipo de comida, su preparación o su palatabilidad son elementos que influyen enormemente.

Los trajes espaciales también son fuentes de problemas. Se trata de pequeños habitáculos que protegen al astronauta de la radiación exterior, de la temperatura y del vacío, y mantienen unas condiciones aptas para el ser humano. Todas estas condiciones hacen que su diseño tenga que ser muy robusto y por tanto limita enormemente la movilidad y las capacidades de actuación.

De todos los miles de horas en órbita en la ISS sabemos que todavía queda por conocer y por solucionar muchos aspectos relacionados con la vida en ausencia de gravedad y dentro de un entorno reducido como son las naves espaciales.

Como se decía antes, la ISS está libre del efecto de la radiación. El

Sol y el entorno de nuestra galaxia son fuentes de partículas de alta energía capaces de atravesar las paredes de los vehículos espaciales actuales y que pueden ser el origen de numerosos problemas fisiológicos, como diferentes tipos de cánceres. La protección contra la radiación no es un tema resuelto tecnológicamente hasta la fecha actual y su impacto en misiones de larga duración está por conocer.

LA SEGUNDA ETAPA DE LA EXPLORACIÓN DE LA LUNA

Aunque en estos días se está hablando de la vuelta a la Luna no es la primera vez que ocurre desde las misiones Apollo. En 1987, durante la presidencia de Ronald Reagan, se elaboró un documento titulado *Leadership and America's future in Space*¹¹ en el que se planteaban 4 objetivos entre los que estaba colocar una base en la Luna. En el proyecto se planteaban tres fases: búsqueda del lugar de instalación de la base (década de los 90); la segunda fase (2000-2005) en la que se hacían vuelos desde la ISS que aterrizaban en la superficie lunar, y la última fase (2005-2010) en la que ya se establecía una base permanente.

El sucesor del presidente Reagan, George H. W. Bush, continuó con el impulso y la NASA volvió a elaborar otro documento¹² en esa misma línea. Planteaba la exploración de la Luna como una oportunidad para un mejor conocimiento del origen de la Tierra, de los posibles recursos naturales que pudiese tener, como lugar para colocar plataformas para el estudio de astrofísica y como laboratorio para estudiar el efecto en los humanos de la gravedad reducida, la radiación, etc.

Al presidente Bush le siguió Bill Clinton, que no coincidía con las expectativas de su antecesor, de forma que todas las actividades relacionadas con la exploración de la Luna se pararon. Aunque no por mucho tiempo porque su sucesor George W. Bush retomó el interés de su padre e impulsó de

nuevo la vuelta a la Luna. El objetivo¹³ que se fijó fue volver a pisar la superficie de la Luna en el año 2020, para lo cual se planteó el desarrollo de una nueva familia de lanzadores. El coste estimado para la iniciativa era de 12.000 millones de dólares.

De nuevo la política volvió a cambiar el rumbo de la exploración. El presidente Obama estaba más por la exploración robótica y paró de nuevo la llegada a la Luna.

Evidentemente, la primera conclusión que se puede extraer de todos estos vaivenes es que la política ha influido enormemente en la vuelta a la Luna. Los intereses de las distintas administraciones han ido cambiando y los objetivos también. Asociado a esto está el elevado coste del proyecto y que la obtención de resultados va más allá de la permanencia en el cargo de un presidente (más de ocho años), y quizás también que la sociedad no apoya el proyecto de una forma tan decidida como lo hizo con las misiones Apollo.

Con la administración actual vuelve a repetirse la historia. El presidente Trump ha propuesto poner una astronauta en la Luna en 2024 (último año de su mandato en caso de ser reelegido), para lo cual ha lanzado el programa Artemisa¹⁴.

No obstante, hay que poner de relieve un par de diferencias con los intentos anteriores: internacionalización e intereses comerciales. La internacionalización se ha conseguido a través de un grupo de coordinación denominado International Space Exploration Coordination Group (ISECG)¹⁵ formado 18 agencias nacionales y la ESA. Con ello se trata de coordinar todas las actividades relacionadas con la exploración, incluidos Marte y la Luna (en la Figura 3 se puede ver la planificación actual). La cooperación internacional es un aspecto importante para dar estabilidad en el tiempo a los proyectos: el caso más claro en este sentido es el de la ISS, que gracias a esa colaboración sigue en operación.

¿CÓMO ESTÁ ORGANIZADA ACTUALMENTE LA VUELTA A LA LUNA? SE COMPONE FUNDAMENTALMENTE DE: SPACE LAUNCH SYSTEM, CÁPSULA ORION, ESTACIÓN LUNAR GATEWAY, LUNAR LANDERS Y UNA NUEVA GENERACIÓN DE TRAJES ESPACIALES

Muestra de este interés es la resolución¹⁷ de la reunión ministerial de la ESA celebrada en noviembre de 2019 en Sevilla, en la que se destaca el interés de los estados en participar con la NASA en el proyecto Luna Gateway y también en la misión Mars Sample Return y en que los acuerdos a firmar se basen en la experiencia de la colaboración en la ISS.

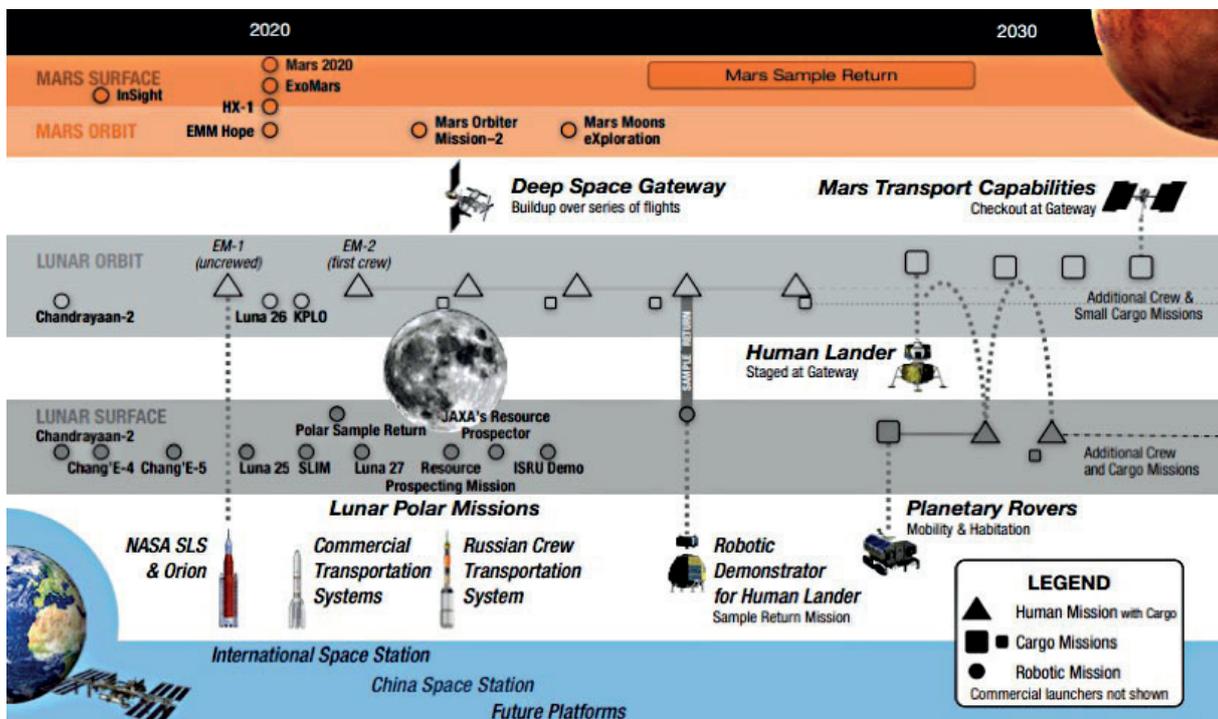
El otro aspecto relevante es el potencial atractivo del sector privado en la exploración/uso de la Luna. Aunque de acuerdo con el tratado de uso del espacio ultraterrestre¹⁸ firmado en el ámbito de la ONU nadie puede adueñarse de la Luna, sí se permite hacer uso de ella. Así, ha habido interés por el parte de diferentes compañías estadounidenses para desarrollar programas turísticos, aunque por ahora únicamente para orbitar a su alrededor por cierto tiempo. También se ha planteado su uso para la obtención de materiales escasos en nuestro planeta o elementos (agua, oxígeno) que pueden ser usados como recursos para misiones en asteroides, el mismo Marte o incluso en posibles bases en su superficie.

¿Cómo está organizada actualmente la vuelta a la Luna? Se compone fundamentalmente de: Space Launch System, cápsula Orion, estación Lunar Gateway, Lunar Landers y una nueva generación de trajes espaciales.

El Space Launch System es un nuevo cohete que tiene una capacidad de lanzamiento de cerca de 26 toneladas fuera de la órbita de la Tierra, ligeramente superior a las capacidades del legendario Saturno V. Es el elemento imprescindible para enviar grandes equipamientos tanto a la Luna como a Marte. Aunque no es el único lanzador que podría ser usado para este propósito, pues el Falcon Heavy, de Space X, llega a ser comparable al SLS (en las versiones más ligeras), con algunas ventajas por parte del desarrollo del Falcon, como es su bajo coste y la capacidad de ser reusable. El coste estimado de cada lanzamiento es del orden de 2.000 millones de dólares¹⁹.

COMO SE PUEDE VER HAY QUE HACER MUCHOS DESARROLLOS PARA VOLVER DE NUEVO A LA LUNA Y EL OBJETIVO DE 2024 PARECE MUY AMBICIOSO Y DIFÍCIL DE CUMPLIR. ESPEREMOS QUE UNA NUEVA ADMINISTRACIÓN ESTADOUNIDENSE NO VUELVA A CAMBIAR DE OBJETIVOS

FIGURA 3. ESTRATEGIA PLANTEADA POR ISECG PARA LA EXPLORACIÓN DE LA LUNA Y MARTE EN LA PRÓXIMA DÉCADA¹⁶



Se pueden encontrar aquí las distintas misiones robóticas planteadas, así como el Deep Space Gateway; todavía no está contemplada el programa Artemis de la NASA.

La cápsula Orion es un desarrollo conjunto de la NASA y de la ESA. Es el elemento para el transporte de los astronautas a la Luna Gateway. Se compone de dos elementos: el módulo de la tripulación y el de servicio (la contribución de la ESA). El coste estimado del desarrollo de la NASA es del orden de los 18.000 millones de dólares.

La estación Luna Gateway es la heredera del proyecto Deep Space Gateway y se trata de un laboratorio para la simulación de viajes de larga duración en un ambiente similar al del espacio profundo (en términos de radiación fundamentalmente). En su desarrollo participan además de la NASA, la ESA, Roscosmos (Rusia), la agencia espacial japonesa y la canadiense. Actualmente está en desarrollo y se tiene planeado que la primera misión tripulada llegue en 2024.

El Luna Gateway servirá también de puerto para las naves Lunar Landers²⁰ que llevarán a los astronautas a la superficie lunar. Astronautas y *landers* se lanzarán separadamente, atracarán a la Ga-

teway y desde allí bajarán y subirán. Actualmente no se ha comenzado ningún desarrollo y se está pendiente de que la NASA ponga en marcha los contratos correspondientes.

El último desarrollo es la renovación de los trajes espaciales. Estos elementos básicos para moverse en la superficie apenas habían evolucionado desde la época Apollo. Se busca sobre todo seguridad, pero también mayor movilidad, mejores comunicaciones, mejor soporte de vida y con capacidad para ser reconfigurados según las necesidades.

Como se puede ver hay que hacer muchos desarrollos para volver de nuevo a la Luna y el objetivo de 2024 parece muy ambicioso y difícil de cumplir. Esperemos que una nueva administración estadounidense no vuelva a cambiar de objetivos.

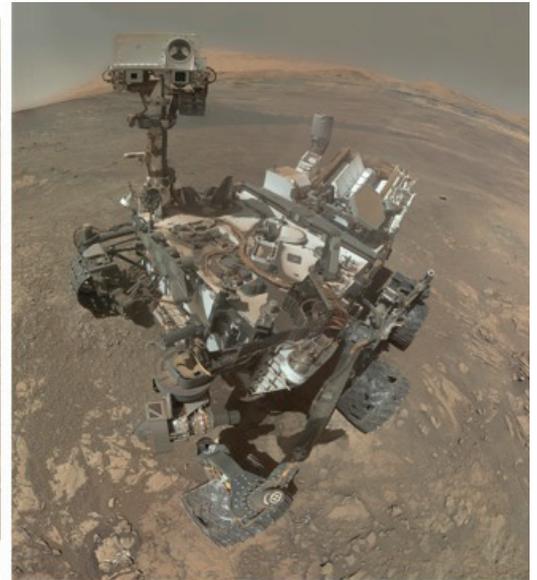
EL CAMINO HACIA MARTE

Marte, científicamente, es mucho más atractivo que la Luna. Sabe-

mos que su evolución ha sido muy semejante a la de la Tierra a lo largo de los primeros millones de años. Fue un planeta con una atmósfera mucho más densa que la que tiene actualmente, con agua abundante y con vulcanismo. Por razones que todavía se desconocen, la atmósfera cambió drásticamente y ahora es muy liviana, lo que ha traído una transformación sustancial de su superficie y en sus condiciones ambientales. Actualmente es extremadamente seco y frío. En su superficie se pueden ver restos de cauces, de volcanes y una atmósfera cargada de polvo en la que se generan tormentas que pueden llegar a cubrir completamente el planeta.

Si existió alguna vez vida en Marte, lo cual no es una hipótesis demasiado atrevida teniendo en cuenta que cuando apareció la vida en nuestro planeta los dos eran semejantes, la búsqueda de sus restos o de algún nicho en el que todavía pudiese mantenerse es extremadamente interesante. La capacidad de exploración

FIGURA 4. LA IMAGEN DE LA IZQUIERDA CORRESPONDE AL CRÁTER GALE EN EL QUE ESTÁ DESARROLLANDO SU INVESTIGACIÓN EL ROVER CURIOSITY, MOSTRADO A LA DERECHA



Uno de los instrumentos del rover es español, se denomina REMS (Rover Environmental Monitoring Station) y está liderado por el Centro de Astrobiología (INTA-CSIC); también una de las antenas de comunicaciones con la tierra fue desarrollada en España, por un consorcio formado por Airbus y Sener (Fuente: NASA/JPL/MSSS).

robótica tiene sus limitaciones y por ello la participación de seres humanos parece un objetivo necesario.

En todos los planes que se han mencionado anteriormente sobre la exploración de la Luna siempre se contemplaba que la llegada a Marte sería el siguiente paso. Ahora mismo la situación es similar. Aunque como en el caso de la Luna han aparecido actores del sector privado que también han puesto sus ojos en Marte.

Uno de los proyectos privados que tuvo más impacto mediático fue Mars One²¹. Promovida por una fundación holandesa, el objetivo era establecer una colonia en Marte con voluntarios que aceptaban la condición de no volver a la Tierra. Se hizo una convocatoria global de voluntarios, con gran éxito, haciendo una primera selección. El problema fue la falta de fondos. La planificación era extremadamente optimista. Actualmente la fundación que soportaba el proyecto está en bancarota.

Space X, la empresa de Elon Musk, ha mostrado reiteradamente sus planes de llegar a Marte, aterrizar en su superficie y es-

MARTE, CIENTÍFICAMENTE, ES MÁS ATRACTIVO QUE LA LUNA. LA EXPLORACIÓN ROBÓTICA TIENE SUS LIMITACIONES Y POR ELLO LA PARTICIPACIÓN DE SERES HUMANOS PARECE UN OBJETIVO NECESARIO

tablecer una colonia en la década del 2050. A diferencia del proyecto anterior, en este caso el promotor es una empresa que desarrolla lanzadores y que tiene capacidad tecnológica, y financiación, para hacer los desarrollos tecnológicos correspondientes²². En cualquier caso, por ahora son planes a muy largo plazo, que sirven fundamentalmente para atraer el interés del gran público.

Independiente de quién realice el proyecto en la exploración de Marte las posibles misiones tienen que contemplar necesariamente: el sistema de transporte y los sistemas a desplegar en superficie.

En la Figura 5 se muestra un esquema de cómo se podría planear una estancia de 500 días en la superficie de Marte, que constaría de tres fases: lanzamiento y puesta en operación de la infraestructura necesaria para sobrevivir en Marte, el envío de la tripulación y la vuelta a la Tierra. Aunque este planteamiento fue realizado en 2009 todavía se mantiene vigente.

La primera fase de transporte comienza con el ensamblaje en órbita terrestre de las dos naves

de carga que transportarán del orden de 100 toneladas de material destinadas a la superficie de Marte; para ello serían necesarios 5 lanzamientos a lo largo de 4 meses. El vehículo de transporte debe estar equipado con motores suficientemente potentes para librarse de la atracción de la tierra y poder frenarse para ser capturado por Marte. En este caso se pensaba en usar motores térmicos nucleares todavía no operativos.

Una vez en Marte el proceso de descenso tiene que diseñarse por completo, porque nunca se ha aterrizado con cargas extremadamente pesadas. La experiencia de la Luna o la de los últimos rovers enviados a Marte no es aplicable. El nuevo sistema deberá estar basado en las técnicas que utilizan los lanzadores Falcon para recuperar sus primeras etapas.

La nave para transportar a la tripulación sería muy similar a la de carga, pero con un módulo habitable que protegiese a la tripulación de la radiación exterior y que incluso pudiese generar gravedad artificial para evitar los problemas derivados de su ausencia. En esta nave irían todos

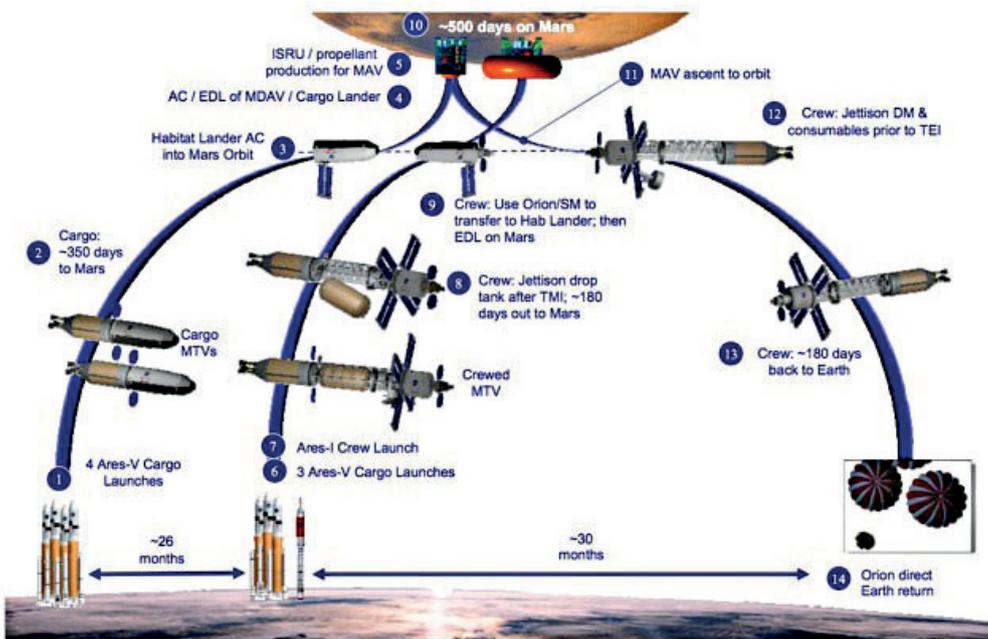
FIGURA 5. POSIBLE ARQUITECTURA DE UNA MISIÓN DE EXPLORACIÓN DE MARTE²³

FIGURA 6. IMAGEN DE UNA SIMULACIÓN REALIZADA POR LA NASA (PROYECTO DESERRAT) EN EL QUE SE SIMULABA UNA BASE DE ATERRIZAJE Y DOS VEHÍCULOS PRESURIZADOS PARA LARGOS DESPLAZAMIENTOS



Fuente: NASA.

los consumibles necesarios por la tripulación. Por dar una idea, se estima que sería necesario transportar 13 toneladas de alimentos para el viaje de ida, vuelta y posibles contingencias.

SE NECESITARÍAN 13 TN DE ALIMENTOS PARA EL VIAJE

La infraestructura en superficie estaría compuesta por una base fija, una especie de *motor-home* para largos desplazamientos, un vehículo presurizado pequeño para desplazamientos cercanos

a la base y un robot teleoperado para llegar a zona difíciles (en la Figura 6 se muestra una simulación realizada por la NASA). Además debe haber sistemas de generación de potencia, posiblemente basados en una combinación de paneles solares y un RTG (termo-generador radiactivo) por sus reducidas dimensiones, así como equipamiento para obtener del oxígeno del ambiente exterior, tanto para los astronautas como para generar combustible para el despegue de vuelta. La zona de aterrizaje estaría cerca de un área en la que se pudiese obtener agua del subsuelo o en su caso de los minerales hidratados que forman el regolito marciano.

Los vehículos de transporte tipo *motor-home* estarían pensados para desplazamientos del orden de 15 días. Deberían ser presurizados y con esclusas para poder salir y entrar, con capacidad para transportar alimentos, con protección contra la radiación, etc.

Una vez finalizada la misión, la tripulación volvería a la nave de transporte e iniciaría la vuelta a la Tierra. El aterrizaje sería en una capsula similar a las que se utilizarán para la vuelta de las misiones lunares.

En el estudio que se menciona antes (nota 15) se identifican diversos retos tecnológicos. En el área de la salud de los astronautas: protección contra la radiación, medidas para contrarrestar el efecto de la falta de gravedad, problemas médicos, sistemas de soporte de vida, problemas derivados del comportamiento; en los sistemas de transporte: lanzadores con alta capacidad de carga, sistemas de propulsión química, de propulsión radioactiva, entrada-descenso-aterrizaje en Marte; en los sistema de superficie: habitabilidad de la base fija y los sistema de movilidad, acceso al subsuelo (obtención de agua), sistemas de generación de potencia, obtención de recursos in-situ.

Muchas de los retos tecnológicos se encuentran lejos de estar resueltos, no porque no existan

los conocimientos suficientes para resolverlos, sino porque no se han dedicado los recursos adecuados en términos monetarios y de recursos humanos.

Como se puede imaginar, evaluar el coste de una empresa de este tipo es extremadamente complicado; no obstante, en 2019 la NASA encargó a un grupo independiente la estimación de coste²⁴. La conclusión es que una misión de estas características no sería posible antes de 2033, pero podría ser factible en 2037, con un coste estimado del orden de 217.000 millones de dólares.

UNA MISIÓN DE ESTAS CARACTERÍSTICAS NO SERÍA POSIBLE ANTES DE 2033, PERO PODRÍA SER FACTIBLE EN 2037, CON UN COSTE DE 217.000 MILLONES DE DÓLARES

CONCLUSIONES

Como hemos visto, la vuelta al espacio es un problema fundamentalmente político generado por el altísimo coste que lleva consigo. La llegada a la Luna parece que está cercana, por lo menos sí existe por ahora un interés de la administración de EE.UU., de la Agencia Espacial Europea y el de otras agencias nacionales. Por lo contrario, la exploración humana de Marte parece mucho más lejana, además de por razones de desarrollo tecnológico por la falta de conocimiento de cómo los astronautas pueden afrontar misiones

de varios años fuera del entorno protector de la Tierra.

No obstante, hay un factor que puede acelerar un poco todos estos desafíos y es la entrada de empresas comerciales. El interés comercial de llegar a la Luna y a Marte puede acortar los plazos, aunque quizás aumentando los riesgos. La inversión en investigación para proteger al astronauta no parece estar en el campo comercial, que por ahora parece que está más polarizada en la búsqueda de sistemas de transporte y posibles vehículos de aterrizaje.

NOTAS

1. Texto del discurso del Presidente John Kennedy en el Rice Stadium <https://er.jsc.nasa.gov/seh/ricetalk.htm>.
2. Office of Management and Budget Historical Tables <https://www.whitehouse.gov/omb/historical-tables/>
3. <http://claude.lafleur.qc.ca/Programcosts.html>. Revisada 2.1.2020. Dólares 2019
4. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1966-045A>, Revisada 2.1.2020. 469 M\$ en el periodo 1966-1968
5. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1962-055A>. Revisada 2.1.2020. 170 M\$ periodo 1961-1965
6. <https://christopherrcooper.com/blog/apollo-program-cost-return-investment/>. Revisada 2.1.2020
7. <https://www.dineroeneltiempo.com/dolar?valor=1&ano1=2008&ano2=2019>. Revisada 2.1.2020
8. NASA Facts. Benefits from Apollo: Giant Leaps in Technology. FS-2004-07-002-JSC
9. Mision-oriented R&I policies: in-depth case studies. Case Study Report Apollo Project (US). https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/mission_oriented_r_and_i_policies_case_study_report_apollo_project-us.pdf
10. Recientemente se ha informado de un problema no identificado hasta la fecha actual. Se detectó en un astronauta de un coágulo en la vena yugular producido por el estancamiento de la sangre por la falta de gravedad. El riesgo era importante por la falta de medicamentos adecuados para su tratamiento. (Información adicional en: K. Marshall-Goebel et al. Assessment of Jugular Venous Blood Flow Stasis and Thrombosis During Spaceflight. JAMA Network Open. 2019;2(11):e1915011
11. NASA Leadership and America's Future in Space. <https://history.nasa.gov/riderep/main.PDF>
12. Report of the 90-Day Study on Human Exploration of the Moon and Mars https://history.nasa.gov/90_day_study.pdf
13. https://www.nasa.gov/missions/solarsystem/bush_vision.html, revisada 2.1.2020
14. <https://www.nasa.gov/specials/artemis/> revisado 10.01.2020
15. <https://www.globalspaceexploration.org/> revisado 10.01.2020. El ISECG está formado por representantes de las agencias espaciales de: Italia, Australia, Francia, China, Canadá, Israel, Alemania, India, Japón, Corea, EE.UU., Polonia, Rumania, Rusia, Suiza, Ucrania, Unión de Emiratos Árabes, Reino Unido y la Agencia Espacial Europea.
16. The Global Exploration Roadmap. January 2018 https://www.globalspaceexploration.org/wordpress/wp-content/isecg/GER_2018_small_mobile.pdf
17. Resolution on ESA programmes: addressing the challenges ahead https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/Resolution_3_Space19+Final-28Nov-12h30.pdf
18. Tratados y Principios de la Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf>
19. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/10/shelby-mega-approps-10-23-19.pdf>
20. Se denomina *lander* al vehículo utilizado para aterrizar sobre la superficie de un cuerpo y que no dispone de ninguna movilidad.
21. <http://www.mars-one.com/>
22. https://www.spacex.com/sites/spacex/files/making_life_multiplanetary-2017.pdf
23. Human exploration of Mars. Design Reference Architecture 5.0. July 2009. NASA SP 2009-566. https://www.nasa.gov/pdf/373665main_NASA-SP-2009-566.pdf
24. Evaluation of Human Mission to Mars by 2033. Science and Technology Policy Institute <https://www.ida.org/-/media/feature/publications/e/ev/evaluation-of-a-human-mission-to-mars-by-2033/d-10510.ashx>

La militarización del espacio: el desarrollo de satélites inspectores por EE.UU. y Rusia

LUIS V. PÉREZ GIL

Jurista y experto en Fuerza Espacial
Universidad de La Laguna

La militarización del espacio es una realidad. Las grandes potencias han dado el paso de poner en órbita satélites que pueden atacar y destruir los aparatos espaciales del adversario o de terceros Estados. Las consecuencias para el que sufre estos ataques pueden ser catastróficas, porque sus sistemas de comunicaciones, de navegación y de defensa quedarán parcial o totalmente inutilizados. Este escenario plantea, como en la guerra nuclear, la posibilidad de un ataque preventivo destinado a evitar quedar en manos del adversario en un eventual conflicto bélico. Los Estados Unidos y Rusia disponen de la capacidad de realizar estas acciones, pero el resto de potencias no quieren estar a la zaga. El resto intenta seguir a las grandes potencias, que son las que dictan las reglas del sistema.

INTRODUCCIÓN

Las grandes potencias se disputan también en el espacio el mantenimiento de la primacía en el sistema internacional global y tratan de asegurarse de que, en caso de enfrentamiento, puedan inutilizar y destruir la capacidad de mando y control, comunicacio-

SUMARIO

INTRODUCCIÓN

P. 22

PROGRAMAS MILITARES ESPACIALES DE LOS EE.UU.

P. 23

AVIONES ESPACIALES NO TRIPULADOS

P. 25

INDUSTRIA ESPACIAL RUSA

P. 26

SATÉLITES INSPECTORES

P. 27

AVANCES DE CHINA EN LA COMPETENCIA ESPACIAL

P. 28

CONCLUSIONES

P. 29

nes, inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) del adversario, porque sin satélites se reduce su capacidad de defensa frente al poder demoleedor de las armas guiadas de precisión. De ello se deduce la regla de que quien domine el espacio dominará la Tierra en un conflicto bélico.

Este es uno de los principios fundamentales de la obra de Friedman sobre el poder en las relaciones internacionales en este siglo, cuando afirma que las guerras del futuro se librarán en el espacio porque los adversarios buscarán destruir los sistemas espaciales que les permiten seleccionar objetivos y los satélites de navegación y comunicaciones para inutilizar su capacidad bélica¹.

En consecuencia, tanto los Estados Unidos como Rusia, y también China, financian grandes programas espaciales y desarrollan nuevas tecnologías destinadas a obtener satélites no convencionales y aviones espaciales, por lo que se puede hablar sin ambages de la militarización del espacio, como veremos en los siguientes epígrafes.

Pero, antes de continuar, debemos recordar que existe un tratado internacional de carácter multilateral, denominado Trata-

do sobre el Espacio Ultraterrestre, que firmaron inicialmente los Estados Unidos, el Reino Unido y la Unión Soviética el 27 de enero de 1967, que establece una serie de limitaciones a las operaciones en el espacio². Según este tratado cualquier país que lance un objeto al espacio “retendrá su jurisdicción y control sobre tal objeto, así como sobre todo el personal que vaya en él, mientras se encuentre en el espacio o en cuerpo celeste” (artículo 8). También establece que cualquier país “será responsable internacionalmente de los daños causados a otro Estado parte (...) por dicho objeto o sus partes componentes en la Tierra, en el espacio aéreo o en el espacio ultraterrestre” (artículo 7). Esto significa que cualquier satélite espacial puede acercarse a un aparato de otro país, seguirlo o realizar observaciones remotas, pero no puede alterar o interrumpir su operatividad de ninguna manera. Es preciso aclarar que, aunque estén prohibidas las armas nucleares y las de destrucción masiva en el espacio, no existe ninguna limitación a la instalación de armas convencionales en los satélites espaciales³. A instancias de Rusia y China la Asamblea General de las Naciones Unidas ha venido impulsando desde 2007 un

proyecto de tratado multilateral que prohíba las armas en el espacio exterior, el uso de la fuerza o la amenaza de uso contra objetos espaciales, pero ha sido rechazado sistemáticamente por los Estados Unidos.

LA MILITARIZACIÓN DEL ESPACIO: PROGRAMAS MILITARES ESPACIALES DE LOS ESTADOS UNIDOS

Los primeros proyectos militares espaciales de los Estados Unidos datan de finales de los años cincuenta. Uno de los primeros proyectos fue el avión espacial tripulado X-20 Dyna-Soar, desarrollado entre 1959 y 1963, entre cuyas misiones se incluía el sabotaje de satélites enemigos. En 1963 se puso en marcha un programa secreto de astronautas destinado a entrenar a los pilotos para el “Laboratorio Espacial Tripulado”, eufemismo que encubría un programa de satélites de espionaje tripulados derivado del proyecto Apollo. En un documento clasificado, titulado “Experimentos candidatos para un Laboratorio Orbital Tripulado”, se establecía que el objetivo eran las estaciones orbitales soviéticas y entre las misiones a realizar se requería la “captura y recuperación de objetos espaciales”, “cambiar la trayectoria orbital de satélites enemigos”, “disparar proyectiles RMU para neutralizar satélites enemigos” y “destruir completamente un satélite enemigo”⁴. Sin embargo, este proyecto se abandonó en 1969 en favor de aparatos no tripulados que se emplearían en las actividades de inteligencia y otros fines. Por tanto, desde los albores de la carrera espacial los Estados Unidos ya trabajaban en el desarrollo de satélites interceptores⁵.

En la Unión Soviética también se desarrollaron proyectos similares. Entre los años sesenta y ochenta se pusieron en órbita hasta diez estaciones tripuladas que desempeñaron misiones de reconocimiento fotográfico y radar, inspección de satélites de otros países y también podían in-



Imágenes de los preparativos del lanzamiento del satélite Cosmos 2542 con el cohete Soyuz-2.1v, en la base de Plesetsk, en noviembre de 2019 [Roscosmos].

utilizar los aparatos adversarios. Entre ellas se encuentra la estación Salyut-6 de 1977, que fue la primera en recibir los cargueros no tripulados Progress⁶.

Sin embargo, varios factores impidieron la expansión de estos programas, como fueron la enorme inversión que requerían en relación al escaso número de satélites en servicio, el enorme coste de la Guerra de Vietnam y el inicio de la coexistencia pacífica entre las grandes potencias, que se plasmó

DESDE LOS ALBORES DE LA CARRERA ESPACIAL LOS EE.UU. YA TRABAJABAN EN EL DESARROLLO DE SATÉLITES INTERCEPTORES

en los programas Apollo-Soyuz de principios de los setenta.

No obstante, muchos proyectos militares espaciales que se hallaban en los tableros de diseño y en las mesas de ingenieros y científicos se sacaron a la luz tras el anuncio del presidente Ronald Reagan, realizado el 23 de marzo de 1983, de poner en marcha la Iniciativa de Defensa Estratégica, que se formalizó dos días después en la Directiva de Decisión de Seguridad Nacional 85. Esta iniciati-

CUALQUIER TIPO DE ACERCAMIENTO RUSO-CHINO GENERA PREOCUPACIÓN EN WASHINGTON Y LOS RESPONSABLES POLÍTICOS Y MILITARES NO TIENEN DUDAS DE QUE AMBAS POTENCIAS ESTÁN DESARROLLANDO SISTEMAS ANTISATÉLITE DIRIGIDOS CONTRA LOS INTERESES DE LOS EE.UU.



Lanzamiento del satélite Cosmos 2542, que el Ministerio de Defensa ruso reconoció como destinado a actividad de vigilancia [Roscosmos].

va, que recibió el oportuno nombre de “Guerra de las Galaxias”, no fue más que un gran programa propagandístico destinado a llevar a los soviéticos a la mesa de negociaciones de armas estratégicas, como sucedió al final de la década. Esto no obsta para que en este período se siguiera trabajando a nivel estratégico-conceptual en armas ofensivas espaciales.

El fin de la Guerra Fría, la desaparición de la Unión Soviética y el inicio de la globalización trajeron una nueva etapa de prosperidad a la humanidad basada en las tecnologías de la información que demandó, de forma masiva, sistemas espaciales de comunicaciones, navegación y exploración. Mientras los Estados Unidos aumentaron su dominio en el período de la hegemonía imperfecta, continuó la explotación pacífica del espacio. Sin embargo, la emergencia de China y Rusia como grandes potencias ha traído consigo una nueva pugna por el poder y la influencia y, por tanto, el fin del régimen de estabilidad estratégica conocido. Esto es más preocupante en un contexto en el que ambas potencias adoptan iniciativas en la cooperación mutua para contrarrestar las políticas

hegemónicas del Bloque occidental. De este modo, en una rueda de prensa con el presidente Xi Jinping en mayo de 2017, el presidente Putin dijo que “China y Rusia cooperan en el sector espacial desde hace tiempo y tenemos todas las posibilidades para intensificar esta cooperación, incluido el suministro de motores cohete de fabricación rusa a China”⁷.

Es evidente que cualquier tipo de acercamiento ruso-chino genera preocupación en Washington y los responsables políticos y militares no tienen dudas de que ambas potencias están desarrollando sistemas antisatélite dirigidos contra los intereses de los Estados Unidos. En noviembre de 2016 mandos militares americanos declararon que Rusia y China disponían de armas espaciales con capacidad para eliminar los sistemas satelitales situados en órbita. En concreto, el Director de Inteligencia Nacional, Dan Coats, afirmó que “estimamos que Rusia y China perciben la necesidad de contrarrestar cualquier ventaja militar de los Estados Unidos derivada de los sistemas espaciales comerciales, militares y civiles, y están considerando, cada vez más, ataques contra los sistemas

espaciales como parte de su doctrina de guerras futuras”⁸.

En consecuencia, se plantea la cuestión de qué hacen los Estados Unidos para contrarrestar esta situación, ya que son el país que más satélites tiene en el espacio, su economía es la más dependiente de las tecnologías de la sociedad de la información y, por tanto, tienen más que perder que el resto de contendientes⁹.

El Plan de Desarrollo Estratégico para 2020 del Mando Espacial de los Estados Unidos declaró la necesidad de dominar el espectro completo del conflicto mediante “el control sobre el espacio”, lo que incluía la capacidad de privar a otros países del “uso del espacio” en caso necesario¹⁰. En junio de 2016 el presidente Barack Obama envió al Congreso un informe con un anexo clasificado sobre la “Política integrada para contener a los adversarios de los Estados Unidos en el espacio” que incluía una serie de propuestas para reforzar la seguridad espacial. La Administración Obama se había referido en varias ocasiones a la “amenaza rusa en el espacio” y, de hecho, fue uno de los temas prioritarios durante los debates para la aprobación del presupuesto de

Defensa. El objetivo era aumentar la financiación de los programas espaciales en desarrollo desde el cohete SLS (*Space Launch System*) hasta los aviones exoatmosféricos.

Estas iniciativas políticas han sido continuadas por el presidente Donald Trump que el 30 de junio de 2017 aprobó la creación del Consejo Nacional del Espacio, órgano que había desaparecido en 1993. El objetivo es coordinar todos los aspectos del poder espacial e integrar a los principales departamentos del gobierno, el Departamento de Defensa, la NASA y las agencias de inteligencia nacional en la toma de decisiones en temas espaciales¹¹. El presidente Trump declaró que era “una señal clara al mundo sobre el liderazgo de los Estados Unidos en el espacio”. Pocos meses después, el 8 de septiembre de 2017, un cohete reutilizable Falcon 9 de SpaceX —la empresa del exitoso y controvertido Elon Musk¹²—, llevó por primera vez al espacio un avión robótico Boeing X-37B en la quinta misión del programa de la Fuerza Aérea (USAF) para el desarrollo de aeronaves no tripuladas que pueden regresar a la Tierra por sus propios medios¹³.

LOS PROGRAMAS DE AVIONES ESPACIALES NO TRIPULADOS

Los Estados Unidos pusieron en marcha en 2005 el programa secreto Experimento de Navegación y Orientación Automatizada en el Espacio Cercano. En el marco de este programa desarrollaron minisatélites autónomos con capacidad para detectar e inspeccionar otros objetos en el espacio. El 28 de julio de 2014 pusieron en órbita dos satélites del Programa de Conciencia de la Situación Espacial Geosíncrona (GSSAP), otros dos el 19 de agosto de 2016 y posiblemente se hayan lanzado otros más en fechas posteriores¹⁴. Pero parece que los responsables de la política espacial se decantaron por los aviones espaciales no tripulados debido a los resultados tan positivos que obtuvieron con ellos.



El avión espacial no tripulado estadounidense X-37B, construido por Boeing, al regreso de su cuarta misión, en 2017, en el Centro Espacial Kennedy [US Air Force].

En 1999 la NASA inició un programa de vehículos espaciales no tripulados, estudios que se plasmaron en el desarrollo del avión robótico X-37. Se trata de un vehículo orbital (OTV) reutilizable, similar a un transbordador espacial de tamaño reducido, diseñado para probar nuevas tecnologías en vuelo durante su estancia en órbita y de reingreso autónomo en la atmósfera¹⁵. Su misión principal era la destrucción de satélites espaciales adversarios. No obstante, al igual que el programa HTV de armas hipersónicas¹⁶, el programa X-37 se transfirió al Departamento de Defensa en 2004 donde la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados para la Defensa (DARPA) continuó su desarrollo. Desde 2010 los dos ejemplares construidos por Boeing han realizado cinco misiones de larga duración para la Oficina de Capacidades Rápidas de la USAF (ARCO), cada vez de mayor duración, batiendo una tras otra los récords de permanencia en el espacio¹⁷. El alcance, cometidos y permanencia en el espacio de estas misiones son secretos.

Inicialmente, los analistas se mostraron desconcertados sobre las misiones que estaba llevando

X-37 ES UN VEHÍCULO ORBITAL REUTILIZABLE, SIMILAR A UN TRANSBORDADOR ESPACIAL DE TAMAÑO REDUCIDO, DISEÑADO PARA PROBAR NUEVAS TECNOLOGÍAS EN VUELO DURANTE SU ESTANCIA EN ÓRBITA Y DE REINGRESO AUTÓNOMO EN LA ATMÓSFERA

a cabo este nuevo avión espacial secreto hasta que la ex secretaria de la USAF, Heather Wilson, reveló algunas de sus características de vuelo en una conferencia en el Foro de Seguridad de Aspen el 19 de julio de 2019¹⁸. En concreto, Wilson se refirió a capacidades de maniobra inéditas afirmando que puede dar vueltas alrededor del planeta en órbita elíptica y cuando se encuentra cerca de la atmósfera terrestre puede cambiar de rumbo: “esto significa que nuestros adversarios (...) no saben dónde va a aparecer después. Y sabemos que esto los vuelve locos”¹⁹. Sin embargo, es posible que el principal secreto de estas misiones sea la carga útil que lleve a bordo. El 27 de octubre de 2019 aterrizó el X-37B (misión OTV-5) después de permanecer 780 días en órbita, y el jefe del programa de vuelos informó que ya se estaba preparando la siguiente misión para el segundo trimestre de 2020²⁰.

La DARPA financia el desarrollo del avión no tripulado exoatmosférico XS-1 (Experimental Spaceplane-1) basado en las tecnologías perfeccionadas para X-37. En mayo de 2017 se seleccionó a Boeing como proveedor de las fases 2

y 3 para el programa de desarrollo de un nuevo avión espacial robótico reutilizable destinado a llevar cargas de forma rápida y menos costosa que las naves empleadas hasta ahora.

El objetivo del programa XS-1 es “hacer frente a estos retos y crear un nuevo paradigma para lograr misiones espaciales más rutinarias, baratas y ágiles, reduciendo el tiempo necesario para lanzar nuevas misiones al espacio”. Según la DARPA, el nuevo avión espacial debe ser capaz de realizar misiones “a respuesta de la demanda, pruebas de vuelo hipersónico, misiones de inteligencia global, vigilancia y reconocimiento”. Los requisitos exigidos a las empresas participantes en el programa de desarrollo —Blue Origin, Boeing, Masten Space Systems, Northrop Grumman y Virgin Galactic— son la disponibilidad para realizar diez vuelos en diez días, capacidad para transportar una carga útil de 680 a 1.360 kilogramos a órbitas cercanas y no requerir infraestructuras más complejas que aeropuertos convencionales²¹. Inicialmente se esperaba que el primer vuelo del prototipo tuviese lugar en 2019 o 2020, pero los requisitos establecidos han mostrado ser extremadamente exigentes para diseñadores e ingenieros.

En cualquier caso, a nadie se le escapa que estos aviones podrán ser equipados con armamento que va desde láseres a armas de energía cinética destinadas a inutilizar o destruir los satélites espaciales y aparatos orbitales de los potenciales adversarios en caso de conflicto.

INDUSTRIA ESPACIAL RUSA, LIDERAZGO Y SANCIONES INTERNACIONALES

Rusia ha recuperado el estatuto de gran potencia que perdió cuando desapareció la Unión Soviética en diciembre de 1991. Y esta posición se sostiene en unos pocos, pero decisivos, elementos de poder entre los que se encuentra su programa espacial, a pesar de

A NADIE SE LE ESCAPA QUE ESTOS AVIONES PODRÁN SER EQUIPADOS CON ARMAMENTO QUE VA DESDE LÁSERES A ARMAS DE ENERGÍA CINÉTICA DESTINADAS A INUTILIZAR O DESTRUIR LOS SATÉLITES ESPACIALES Y APARATOS ORBITALES DE POTENCIALES ADVERSARIOS EN CASO DE CONFLICTO



El X-37B, siendo introducido en 2010 en la cofia del Atlas V, en Titusville, junto a la base de Cabo Cañaveral, en Florida [US Air Force].

la enconada competencia de la Agencia Espacial Europea (ESA) y de las nuevas compañías espaciales privadas americanas. La industria aeroespacial y los programas espaciales son una prioridad absoluta para Moscú, que quiere seguir manteniendo el liderazgo en los lanzamientos tripulados y en la motorización de los cohetes de carga, que venden a los Estados Unidos y a Europa a pesar del régimen de sanciones occidentales vigente desde 2014²².

Para ello, el gobierno ruso invierte enormes cantidades en el programa espacial y en mayo de 2018 creó una vicepresidencia del

gobierno de Defensa e Industria Aeroespacial, en la que se puso al frente a uno de los hombres de confianza del presidente Putin, Dmitry Rogozin. Los esfuerzos se han centrado en la construcción del nuevo cosmódromo de Vostochni, situado en la Siberia central, que permitirá abandonar la dependencia de Baikonur, en el vecino Kazajistán. En el desarrollo de una nueva generación de cohetes pesados y superpesados Angara capaces de llevar cargas de grandes dimensiones al espacio. En este punto, los responsables del programa espacial ruso siguen con atención los avanzados

programas de empresas privadas como SpaceX o Virgin Galactic que emplean tecnologías que permiten la recuperación y reutilización de las primeras etapas de los cohetes y el desarrollo de aviones espaciales. Como dijo Rogozin en septiembre de 2017: “no podemos ceder a nadie el mercado de los servicios de lanzamiento. Mantenemos el liderazgo en ese mercado, así que debemos tomar ciertas decisiones”²³.

En el ámbito estrictamente militar, las autoridades rusas trabajan en la cobertura global del sistema de posicionamiento por satélite GLONASS, equivalente al *Global Positioning System* (GPS) americano, o al Sistema Galileo europeo, que también sufrió los avatares de la crisis económica de los noventa. Este sistema es indispensable para el empleo de las armas guiadas de precisión. También tratan de recuperar las capacidades ISR espaciales, especialmente en la detección temprana de lanzamientos de misiles balísticos, que complementan a los radares de alcance más allá del horizonte (OTH) basados en tierra, y que son un componente fundamental de la capacidad de respuesta de las Fuerzas de Disuasión Nuclear. Más allá, progresan en el desarrollo de sistemas de combate espaciales que, por ahora, se encuentran en la fase conceptual. Es el caso del avión de combate robótico MiG-41 que, según el jefe de diseño de la corporación aeronáutica MiG, Ilya Tarasenko, “tendrá la capacidad de operar en el espacio, cargará nuevas armas, será muy rápido y tendrá un alcance operacional elevado”²⁴, superando la denominada Línea de Kaman, la frontera imaginaria entre la atmósfera terrestre y el espacio exterior. Se espera que el diseño esté preparado para 2020 y el primer prototipo vuele en 2025.

Existen otros programas espaciales, que podemos denominar no convencionales, que han estado bajo un enorme secretismo, pero cuyas implicaciones estratégicas son decisivas.

HACIA UN SISTEMA RUSO DE GUERRA ESPACIAL: SATÉLITES INSPECTORES

En 2017 las Fuerzas Espaciales rusas (KO) llevaron a cabo un conjunto de operaciones orbitales que generaron gran confusión en cuanto a la numeración de los satélites puestos en órbita y a las misiones que estaban llevando a cabo, de tal manera que atrajeron la atención de los especialistas. Se trataba de misiones realizadas en el marco de un programa secreto de satélites inspectores denominado Nivelir que se puso en marcha en 2011 y que ha continuado hasta hoy.

En mayo de 2017 se divulgó que tres pequeños satélites que habían sido puesto en órbita en diciembre de 2013, mayo de 2014 y marzo de 2015 comenzaron a maniobrar en el espacio después de permanecer inactivos durante todo ese tiempo. Los satélites, que tenían las denominaciones estándar Cosmos-2491, Cosmos-2499 y Cosmos-2504, realizaron aproximaciones a otros satélites fuera de servicio y a piezas de basura espacial. Estas acciones pusieron de manifiesto que se trataba de satélites experimentales diseñados expresamente para acercarse a otros aparatos espaciales y examinarlos²⁵. Sin embargo, ni las autoridades militares rusas ni representantes de la corporación estatal del espacio, Roscosmos, dieron detalles de las funciones o las misiones de estos satélites e, incluso, en uno de los casos ni siquiera declararon que habían llevado a cabo el lanzamiento, lo que se sale de los estándares en materia de política de transparencia espacial²⁶. Sin embargo, el hecho de que pudieran estar inactivos durante largos períodos de tiempo y que luego pudieran activarse y moverse con libertad llevó a considerar que se trataba de aparatos no convencionales, de tipo experimental, diseñados para seguir e inutilizar a otros satélites²⁷.

A finales de mayo de 2017 se puso en órbita un satélite militar Tundra del sistema de alerta temprana EKS, que recibió la denominación Cosmos-2518.

Escasamente un mes después, el 23 de junio de 2017 un cohete propulsor Soyuz-2.1v, que despegó de la plataforma N.º 4 de Plesefsk, puso en órbita el satélite Cosmos-2519 de un modelo no identificado. Según la información del Ministerio de Defensa ruso se trataba de un aparato que podía transportar varias opciones de carga útil y que estaba equipado con sistemas de teledetección terrestre y dispositivos para lanzar objetos espaciales. Sin embargo, los radares del Mando de Defensa Aeroespacial de Norteamérica (NORAD) detectaron un segundo objeto también no identificado que comenzó a maniobrar de forma independiente el 26 de julio²⁸. Posteriormente, el 28 de agosto Roscosmos puso en órbita un satélite de comunicaciones militar Blagovest (Cosmos-2520) y el 22 de septiembre las KO hicieron lo mismo con un satélite GLONASS-M que, después de unos momentos iniciales de confusión, recibió la designación Cosmos-2522. Esto significaba que existía un tercer satélite con la designación teórica de Cosmos-2521 que no había sido identificado. Pero, ¿de qué aparato se trataba y que características tenía? Por segunda vez se relacionó con lanzamiento llevado a cabo el 23 de junio de 2017.

También llamó la atención un anuncio del Ministerio de Defensa ruso realizado el 23 de agosto de 2017 en el que informaba de un pequeño satélite con capacidad para acercarse y entrar en contacto con otros satélites u objetos en el espacio, como satélites fuera de servicio, restos de lanzamientos anteriores o simplemente basura espacial, pero aclarando de antemano que siempre que se tratara de objetos nacionales. Es evidente que esas capacidades también permiten acceder a los satélites de otros países. Esta fue la primera confirmación oficial de la existencia de un programa espacial de satélites inspectores y los objetos orbitados el 23 de junio de 2017 eran una continuación de las pruebas de vuelo llevadas a cabo con los tres pequeños

LAS FUERZAS ESPACIALES RUSAS (KO) LLEVARON A CABO UN PROGRAMA SECRETO DE SATÉLITES INSPECTORES. EL QUE ESTUVIERAN INACTIVOS DURANTE LARGO TIEMPO Y LUEGO PUDIERAN ACTIVARSE Y MOVERSE CON LIBERTAD LLEVÓ A CONSIDERAR QUE SE TRATABA DE APARATOS DISEÑADOS PARA SEGUIR E INUTILIZAR A OTROS SATÉLITES

satélites lanzados entre diciembre de 2013 y marzo de 2015²⁹.

El 30 de octubre el Ministerio de Defensa divulgó que se había probado un satélite de características especiales destinado a inspeccionar otros aparatos espaciales. La información hacía referencia de nuevo al satélite puesto en órbita el 23 de junio anterior. Según el comunicado oficial el aparato inspector se podía acercar “a la distancia mínima posible” para comprobar el estado técnico de otros satélites, transmitir la información a las estaciones terrestres para poder realizar “un análisis detallado” y decidir sobre el destino del “objeto cósmico estudiado”³⁰.

El 2 de diciembre de 2017 las KO realizaron un lanzamiento para poner en órbita un satélite Lotos-S1 del sistema reconocimiento espacial Liana, designado Cosmos-2524. De nuevo se estaban produciendo saltos en la denominación de los satélites militares rusos, y se estimó otra vez que existía un satélite no identificado que tendría la denominación Cosmos-2523 y que podía estar asociado a la misión de 23 de junio de 2017.

En realidad, este lanzamiento tenía tres satélites: el satélite principal 14F150 Cosmos-2519, que realizó maniobras orbitales, un subsatélite CNIHM Cosmos-2521, que se separó del anterior y que llevó a cabo extensas maniobras orbitales y un tercer aparato, de tipo desconocido Cosmos-2523, que se desplegó desde el anterior pero que no realizó ningún tipo de maniobra orbital³¹. Lo concluyente fue que los tres aparatos efectuaron un conjunto de maniobras orbitales complejas que implicaban encuentros, operaciones de aproximación y separación y mantenimiento de la conjunción entre ellos durante un largo período de tiempo, entre el 27 de julio de 2017 y el 20 de julio de 2018³².

Después de estas pruebas los lanzamientos continuaron. El 10 de julio de 2019 el Ministerio de Defensa ruso anunció que las KO

habían lanzado un cohete Soyuz-2.1v desde Plesetsk que llevaba a bordo cuatro aparatos espaciales destinados a “estudiar los efectos de factores naturales y artificiales del espacio exterior en las naves espaciales de la agrupación de satélites rusa”³³. Estos satélites recibieron las denominaciones estándar Cosmos-2535 a Cosmos-2538. Las autoridades rusas volvían a emplear un lenguaje críptico para ocultar una misión secreta. Sin embargo, la nota oficial del propio Ministerio de Defensa, el hecho de que no hubo notificación previa del lanzamiento y la ausencia de alertas de restricción del tráfico aéreo en la zona de lanzamiento³⁴, indicaban que se trataba de un lanzamiento clandestino.

La relación con el programa de satélites inspectores de los aparatos Cosmos-2535 y Cosmos-2536 se confirmó en un comunicado oficial el 1 de agosto de 2019: “El Ministerio de Defensa de Rusia continúa las pruebas de vuelo de las naves espaciales Cosmos-2535 y Cosmos-2536, diseñadas para estudiar el impacto en las naves espaciales del grupo orbital ruso, así como para desarrollar tecnologías para su protección”. El comunicado detallaba que se realizó una prueba de inspección sobre un satélite militar propio que incluyó la recolección y el procesamiento de los parámetros orbitales del aparato registrado, la verificación de modos de operación y la evaluación de las capacidades de su equipo³⁵. Esta nota oficial confirmó la existencia del programa de inspección y vigilancia satelital Nivelir.

Sin embargo, la declaración llevó más temor que certidumbre a los destinatarios de la misma, que no son otros que otras potencias espaciales, como los Estados Unidos o Francia, que lidera el programa espacial europeo. Posiblemente las sospechas que se tenían sobre el programa de satélites inspectores ruso motivaron las declaraciones del presidente Emmanuel Macron el 18 de julio de 2019: “El espacio se ha convertido en un ámbito de confronta-

LAS SOSPECHAS SOBRE EL PROGRAMA DE SATÉLITES INSPECTORES RUSO MOTIVARON LAS DECLARACIONES DE MACRON: “EL ESPACIO SE HA CONVERTIDO EN UN ÁMBITO DE CONFRONTACIÓN ENTRE NACIONES, DESAFIANDO A FRANCIA A FORTALECER SUS CAPACIDADES EN ESTE TEATRO ESTRATÉGICO Y CADA VEZ MÁS MILITARIZADO”

ción entre naciones, desafiando a Francia a fortalecer sus capacidades en este teatro altamente estratégico y cada vez más militarizado”, pero “la estrategia de defensa está lista”³⁶.

Posteriormente, el 25 de noviembre de 2019 nuevamente un cohete Soyuz-2.1v lanzado desde Plesetsk puso en órbita un nuevo aparato de características no divulgadas que recibió la denominación Cosmos-2542³⁷. El Ministerio de Defensa informó de que el satélite se había puesto “en una órbita objetivo, desde la cual se puede vigilar el estado de los satélites nacionales”³⁸. Por tanto, solo era cuestión de tiempo que se revelara la naturaleza de este aparato.

El 6 de diciembre de 2019, las autoridades rusas anunciaron que había desplegado otro satélite más pequeño, denominado Cosmos-2543, mientras estaba en órbita. Posteriormente, el 11 de diciembre de 2019 las KVR colocaron en órbita un satélite GLONASS-M que recibió la denominación Cosmos-2544. Estas informaciones sirvieron para confirmar, de nuevo, que el lanzamiento de 25 de noviembre había puesto en órbita dos aparatos: un satélite 14F150 Cosmos-2542 con una carga «durmiente», probablemente un microsátélite inspector CNIHM, denominado Cosmos-2543.

El 30 de enero de 2020 se confirmó lo que ya había sido adelantado por varios astrofísicos especializados: el satélite inspector Cosmos-2542 sincronizó su órbita que el satélite de reconocimiento USA-245 del tipo KH-11 Block 4 operado por la NRO, que está en el espacio desde 2013. En algún momento, el aparato ruso y su carga durmiente comenzarán a actuar como ocurrió con los equipos anteriores y mostrarán nuevas características orbitales en un juego de espionaje a gran altitud.

AVANCES DE CHINA EN LA COMPETENCIA ESPACIAL

La República Popular China ha sido capaz de desarrollar un pro-

grama espacial propio, poner en órbita satélites de todo tipo, incluso una estación espacial y ha llevado astronautas para tripularla, siguiendo una trayectoria similar a los programas americano y ruso durante la Guerra Fría. Pero, en paralelo también ha desarrollado un programa militar espacial que incluye satélites ISR, minisatélites inspectores y el desarrollo de aparatos espaciales reutilizables.

El 19 de julio de 2013 se puso en órbita un satélite denominado Shiyang Weixing-7 (SY-7) equipado con un brazo mecánico destinado a capturar o neutralizar otros objetos espaciales que realizó maniobras espaciales³⁹. Pero no se sabe más de este programa espacial secreto⁴⁰. No obstante, el lanzamiento más reciente que podría estar relacionado tuvo lugar el 13 de noviembre de 2019 cuando un cohete propulsor Larga Marcha-6 puso en órbita cinco satélites Ningxia 1, de tipo no identificado, para una “misión de detección remota”⁴¹.

El 7 de marzo de 2018 la cadena de televisión china CCTV emitió un reportaje que mostraba el diseño conceptual de un avión espacial que estaría listo en 2030. Pero existe información de que el segundo constructor aeronáutico del país, China Aerospace Industry Corporation (CASIC), ha estado trabajando desde hace más de una década en un programa destinado a construir un avión espacial de características similares al X-37 que sería lanzado desde un avión nodriza. Ya en 2008 se divulgó una fotografía de un bombardero Xian H-6 modificado para transportar un avión no tripulado *Shenlong* (Dragón Divino) en un soporte ventral⁴². Sin embargo, no está claro qué cotas ha alcanzado el programa del avión espacial chino o cuándo podría realizar el primer vuelo orbital. Por lo tanto, parece que se trata de un programa destinado a validar tecnologías que eventualmente habrían sido copiadas de los programas espaciales americanos⁴³.

Estas informaciones ponen de manifiesto que China ha sido



El X-37B al término su test orbital número 4, en 2017; en su quinta misión llegaría a permanecer 780 días en órbita [US Air Force].

CHINA HA SIDO CAPAZ DE CONSTRUIR UN AVIÓN ESPACIAL NO TRIPULADO Y SI SE ACERCA A LAS CARACTERÍSTICAS DE SU EQUIVALENTE AMERICANO REPRESENTA UNA AMENAZA PARA EE.UU.

capaz de construir un avión espacial no tripulado y que si se acerca a las características de su equivalente americano representa una amenaza para los Estados Unidos. Y aquí es donde entra en juego la orden ejecutiva aprobada por el presidente Trump el 30 de junio de 2017: unificar todas las capacidades espaciales para hacer frente a las nuevas amenazas que enfrentan los Estados Unidos en el espacio.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de nuevas tecnologías espaciales está en juego el mantenimiento de la supremacía de las grandes potencias en el sistema internacional. Y en esta disputa adquiere toda su vigencia la máxima de Friedman que dice que la próxima guerra se iniciará en el espacio, porque el primer movimiento de un eventual agresor será cegar los sistemas de comunicaciones, mando y control del adversario, antes incluso de que se haya llevado a cabo la primera acción de combate. Este es el fundamento de la carrera espacial a la que asistimos en la actualidad. Esto es así porque la disuasión y el control de armamentos están estrechamente vinculados a la cambiante tecnología armamentista.

La militarización del espacio tiene dos objetivos: por un lado,

disponer de las capacidades necesarias para atacar y destruir sistemas espaciales ajenos en caso de conflicto y, por otro, mantener y asegurar la supervivencia de los sistemas propios. Pero esto plantea la cuestión de hasta qué punto las grandes potencias consideran la integridad de su sistema espacial como *casus belli* en una eventual escalada, es decir, en qué punto de degradación de los sistemas espaciales comenzarían a activarse los sistemas de defensa estratégica. Es un tema complejo y que generará grandes debates en los próximos años según se vaya acercando el momento del enfrentamiento decisivo por la hegemonía.

A pesar del régimen de sanciones en vigor desde 2014 Occidente y Rusia siguen cooperando intensamente en materia espacial. Los Estados Unidos y Rusia han firmado un acuerdo para la construcción de una nueva estación espacial internacional que orbitará alrededor de la Luna con la finalidad de utilizarla como lanzadera para las misiones a Marte a partir de 2030. Otras agencias espaciales occidentales han anunciado que se incorporarán más adelante. Además, está el programa de SpaceX con el desarrollo del cohete pesado Falcon Heavy con el mismo objetivo. Son los nuevos tiempos de la globalización, también en el espacio.

NOTAS

1. Friedman, G.: *Los próximos cien años*. Ediciones Destino. Barcelona, 2010 (trad. de *The Next 100 Years. A forecast for the 21st Century*. Random House. Nueva York, 2010).
2. El Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes entró en vigor el 10 de octubre de 1967.
3. Véase Couston, M.: "L'espace, la paix et la guerre", *La sécurité internationale entre rupture et continuité. Melanges en l'honneur du Professeur Jean-François Guilhaudis*. Bruylant. Bruselas, 2007, pp. 119-154.
4. En "Astrospace & Space and National Security (Space Documentary)", 6 de diciembre de 2016, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=VTwMbPbr-4Q>
5. Baker, Ph.: *La historia de las estaciones espaciales tripuladas: una introducción*. Springer-Praxis. Nueva York, 2007.
6. También recibió el primer cosmonauta no ruso o americano de la historia de la carrera espacial, el checo Vladimir Remek, en el marco del programa soviético Intercosmos el 2 de marzo de 1978.
7. "Rusia y China intensifican su colaboración en el sector espacial", *Infoespacial.com*, 22 de mayo de 2017, en www.infoespacial.com/mundo/2017/05/22/noticia-rusia-china-intensifican-cooperacion-sector-espacial.html
8. *Ibidem*.
9. Así se expresa en el documento *Challenges to security in Space*. Defense Intelligence Agency. Washington, enero de 2019, en <https://www.dia.mil/News/Articles/Article-View/Article/1754150/defense-intelligence-agency-releases-report-on-challenges-to-us-security-in-spa/>
10. Véase Gutiérrez Espada, C.: "La nueva *National Space Policy* (2006) de los Estados Unidos de América", *Revista Española de Derecho Internacional* núm. 1, 2007, pp. 379-386.
11. En texto completo de la orden ejecutiva puede consultarse en <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-executive-order-reviving-national-space-council/>
12. Sobre la entrada de las compañías privadas de bajo coste en el sector espacial, véase Davenport, C.: *Los señores del espacio*. Editorial Planeta. Barcelona, 2019 (trad. de *The Space Barons. Public Affairs*. Nueva York, 2018).
13. El 3 de mayo de 2017 la NRO puso en órbita por primera vez el satélite de reconocimiento NROL-76 con un cohete Falcón 9. Sin embargo, el 24 de septiembre de 2017 el cohete portador Atlas V seguía llevando al espacio el satélite de reconocimiento NROL-42 montando propulsores rusos.
14. Véase "GSSAP surveillance satellites", *Air Force-Technologie*, s.d., en <https://www.airforce-technologie.com/projects/gssap-surveillance-satellites/>; y Air Force Space Command: "Geosynchronous Space Situational Awareness Program", 22 de marzo de 2017, en <https://www.afspc.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Article/730802/geosynchronous-space-situational-awareness-program-gssap/>
15. Véase Ghoshroy, S.: "The X-37B: Backdoor weaponization of space?", *Bulletin of the Atomic Scientists* núm. 3, 2015, pp. 19-29.
16. Puede consultarse en Pérez Gil, L.: "Armas hipersónicas", *Revista General de Marina* t. 271, julio de 2016, pp. 105-113.
17. La primera misión (OTV-1) se lanzó el 22 de abril de 2010, OTV-2 el 5 de marzo de 2011, OTV-3 el 11 de diciembre de 2012, OTV-4 el 25 de mayo de 2015 y OTV-5 el 7 de septiembre de 2017.
18. Aspen Security Forum, 17-20 de julio de 2019, en <https://aspensecurityforum.org/media/live-video/>
19. "Former SecAF explains how secret X-37 space plane throws off enemies", *Military.com*, 23 de julio de 2019, en <https://www.military.com/daily-news/2019/07/23/former-secaf-explains-how-secret-x-37-space-plane-throws-enemies.html>
20. "X-37B Orbital Test Vehicle Mission 5 Lands", *Spaceref.com*, 28 de octubre de 2019, en <http://spaceref.com/military-space/x-37b-orbital-test-vehicle-mission-5-lands.html>
21. Howell, E.: "XS-1: DARPA's experimental spaceplane", *Space.com*, 27 de abril de 2018, en <https://www.space.com/29287-xs1-experimental-spaceplane.html>
22. Véanse las declaraciones del senador John McCain al respecto en "McCain continúa la guerra contra los motores de cohetes rusos", *Sputnik*, 4 de junio de 2016, en <https://mundo.sputniknews.com/industrialmilitar/201606041060418398-mccain-propulsores-cohetes-rusia-eeuu/>
23. "Rusia planea realizar en 2018 cinco lanzamientos desde la base espacial Vostochni", *Sputniknews.com*, 3 de julio de 2017, en <https://mundo.sputniknews.com/rusia/201707031070444267-rogozin-entrevista-cosmos/>
24. En "El MiG-41 podrá volar en el espacio exterior e incorporar armas láser", *Infoespacial.com*, 7 de septiembre de 2017, en <http://www.infoespacial.com/mundo/2017/09/07/noticia-mig41-podra-volar-espacio-exterior-armas-laser.html>
25. Hendrickx, B.: "Russia's secret satellite builder", *The Space Review*, 6 de mayo de 2019, en <http://www.thespacereview.com/article/3709/1>
26. Según el Instituto de Física y Tecnología de Moscú el Cosmos-2499 era un satélite diseñado para probar los novedosos motores de plasma SPT, lo que se demostró que era falso. En el caso del Cosmos-2504 las autoridades espaciales rusas simplemente anunciaron que el cohete portador que despegó del cosmódromo de Plesetsk llevaba tres satélites de comunicaciones Gonets, pero no

- hicieron ninguna mención a un aparato inspector. Finalmente, parece que el Cosmos-2491 se desintegró a principios de enero de 2020 sin saber si fue un hecho accidental o deliberado; los restos (al menos diez fragmentos de mayor tamaño fueron identificados por el NORAD con los números 1329-1699 y 44912-44913), se consumieron al caer hacia las capas altas de la atmósfera terrestre.
27. En realidad, se trata de dos tipos de satélites: por un lado, un satélite Lavochkin 14F150 con capacidad para transportar carga útil, y, por otro, un microsátélite especializado en tareas de seguimiento e inspección de otros aparatos espaciales, desarrollado por el Instituto Central de Investigación Científica de Química y Mecánica D.I. Mendeléyev de Moscú (TsNIKhM o CNIHM).
 28. Jonathan, R.: "Russia just launched a secret military satellite into a orbit from its new Arctic base of operations...the "high ground" for planet Earth", *National Security News*, 15 de julio de 2017, en <https://nationalsecurity.news/2017-07-15-russia-just-launched-a-secret-military-satellite-into-orbit-from-its-new-arctic-base-of-operations-the-high-ground-for-planet-earth.html>
 29. ЗАК, А.: "Soyuz-2-1v launches a secret satellite", *Russianspaceweb.com*, 13 de septiembre de 2019, en <http://russianspaceweb.com/napryazhenie.html>
 30. "Созданный для Минобороны РФ экспериментальный аппарат-инспектор отделился от спутника (Un inspector experimental establecido para el Ministerio de Defensa ruso se ha separado del satélite)", TASS, 30 de octubre de 2017, en <https://tass.ru/armiya-i-opk/4686774> También "Rusia prueba un aparato para inspeccionar a otros satélites", RT, 31 de octubre de 2017, en <https://actualidad.rt.com/actualidad/254041-defensa-ruso-aparato-espacial-inspector>
 31. Es posible que estos satélites, como los tres anteriores orbitados entre diciembre de 2013 y marzo de 2015, hayan sido diseñados y construidos por el CNIHM.
 32. Según los datos del NORAD el satélite Cosmos-2521 se desintegró en la atmósfera el 12 de septiembre de 2019 después de que su órbita bajo a entre 126 y 115 kilómetros de altitud.
 33. "Воздушно-космические силы провели успешный пуск ракеты-носителя "Союз-2" с космодрома Плесецк" (Las fuerzas aeroespaciales lanzaron con éxito el vehículo de lanzamiento Soyuz-2 desde el cosmódromo de Plesetsk), 11 de julio de 2019, en https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12240751@egNews La agencia TASS simplemente dio cuenta del lanzamiento: "Four spacecraft for Russian Defense Ministry's purposes launched from Plesetsk cosmodrome", TASS, 10 de julio de 2019, en: <https://tass.com/defense/1068005>
 34. En "Soyuz 2-1v conducts surprise military launch", *NASA Spaceflight.com*, 10 de julio de 2019, en <https://www.nasaspaceflight.com/2019/07/soyuz-2-1v-surprise-military-launch/>
 35. "Минобороны России продолжает летные испытания космических аппаратов "Космос-2535" и "Космос-2536" (El Ministerio de Defensa continúa las pruebas de vuelo de las naves espaciales Cosmos-2335 y Cosmos-2536)", 1 de agosto de 2019, en https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12244103@egNews Esta información se recogió también en "Un satélite inspector de Rusia inspecciona a otro aparato espacial en órbita", RT, 1 de agosto de 2019, en <https://actualidad.rt.com/actualidad/322881-satellite-inspector-ruso-inspecciona-aparato-y-en-Rusia-confirma-el-lanzamiento-de-satelites-inspectores>, Sputniknews, 7 de agosto de 2019, en <https://mundo.sputniknews.com/defensa/201908071088306328-rusia-confirma-el-lanzamiento-de-satelites-secretos/>
 36. "Macron anuncia el establecimiento de una Fuerza del Espacio francesa", *Infoespacial.com*, 19 de julio de 2019, en <http://www.infoespacial.com/mundo/2019/07/19/noticia-macron-anuncia-establecimiento-fuerza-espacio-francesa.html>
 37. "Разгонный блок «Волга» после вывода спутника затопили в Тихом океане (Etapa de aceleración Volga cayó al océano Pacífico después del lanzamiento de satélite)", TASS, 26 de noviembre de 2016, en <https://tass.ru/kosmos/7199277>
 38. En "Воздушно-космические силы провели пуск ракеты-носителя "Союз-2" с космодрома Плесецк (Fuerzas Aeroespaciales lanzan vehículo de lanzamiento Soyuz-2 desde el cosmódromo de Plesetsk)", en https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12263690@egNews
 39. Véase en <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=2013-037B>
 40. Goswami, N.: "China's grand strategy in outer space: to establish compelling standards of behavior", *The Space Review*, 5 de agosto de 2019, en <http://www.thespacereview.com/article/3773/1>
 41. CLARK, S.: "Two chinese satellite launchers lift off three hours apart", *Spaceflight Now*, 13 de noviembre de 2013, en <https://spaceflightnow.com/2019/11/13/two-chinese-satellite-launchers-lift-off-three-hours-apart/>
 42. Véase АХЕ, D.: "China wants its own version of the X-37B spaceplane", *National Interest*, 14 de mayo de 2018, en <https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/china-wants-its-own-version-the-x-37b-spaceplane-24891>
 43. MIZOKAMI, K.: "China is building a spaceplane of its own", *Popular Mechanics*, 8 marzo 2018, en <https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a19181855/china-is-building-a-spaceplane-of-its-own/>

Carrera por los recursos espaciales: de la minería al control de rutas

EMILI J. BLASCO

Programa de Geopolítica Aplicada
Universidad de Navarra

El interés económico por los recursos del espacio, o al menos la expectativa razonable acerca de la rentabilidad que puede suponer su obtención, explica en gran medida la creciente implicación de la inversión privada en los viajes espaciales.

Más allá de la industria relacionada con los satélites artificiales, de gran pujanza comercial, y también de la que sirve a propósitos científicos y de defensa, donde el sector estatal sigue teniendo un papel dirigente, la posibilidad de explotar materias primas de alto valor presentes en los cuerpos celestes —de entrada, en los asteroides más próximos a la Tierra y en la Luna— ha despertado una suerte de *fiebre del oro* que está alentando la nueva carrera espacial.

La épica de los *nuevos barones* del espacio —Elon Musk, Jeff Bezos— ha acaparado el relato público, pero junto a ellos existen otros *New Space Players*, de perfiles variados. Detrás de todos hay un creciente grupo de socios capitalistas e inquietos inversores dispuestos a arriesgar activos en espera de ganancias.

Hablar de *fiebre* resulta ciertamente exagerado por cuanto aún está por demostrar el provecho

económico real que puede lograrse de la minería espacial —la obtención de platino, por ejemplo, o del helio lunar—, pues si bien se está dando un abaratamiento de la tecnología que financieramente permite dar nuevos pasos en el espacio exterior, traer a la Tierra toneladas de materiales tiene un coste que en la mayoría de los casos resta sentido monetario a la operación.

Bastaría, no obstante, que en ciertas situaciones fuera rentable para que se incrementara el número de misiones espaciales, y se supone que ese tráfico por sí mismo generaría la necesidad de una infraestructura en el exterior, al menos con estaciones donde repostar combustible —tan caro de elevar al firmamento—, fabricado a partir de materia prima hallada en el espacio (el agua de los polos lunares se podría transformar en propelente). Es esa expectativa, con cierta base de razonabilidad, la que alimenta las inversiones que se están realizando.

A su vez, la mayor actividad espacial y la competencia por obtener los recursos buscados proyectan más allá de nuestro planeta los conceptos de la geopolítica desarrollados para la Tierra. La ubicación de los países (hay localizaciones especialmente adecuadas

para los lanzamientos espaciales) y el control de ciertas rutas (la sucesión de las órbitas más convenientes en los vuelos) son parte de la nueva *astropolítica*.

SUMARIO

INTERÉS
ECONÓMICO
P. 32

EXPLOTACIÓN
DE RECURSOS
P. 35

OTROS
RECURSOS
P. 37

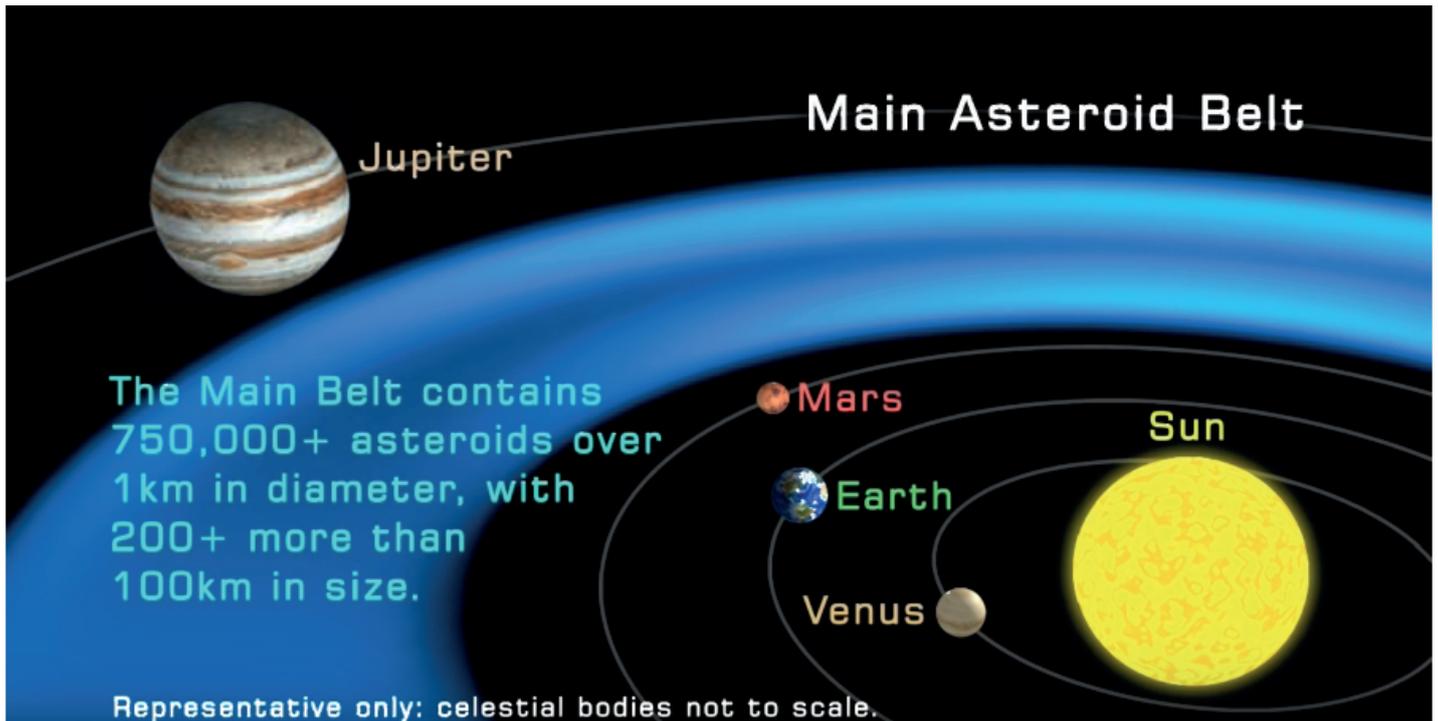
INTERÉS ECONÓMICO

Apropiación privada de recursos

La perspectiva de la explotación económica del espacio es lo que llevó al Congreso de Estados Unidos a aprobar en 2015 la Ley SPACE (Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship Act), también conocida como Commercial Space Launch Competitiveness Act (CSLCA)¹. Su elaboración es la prueba más tangible de que existe un interés objetivo por los recursos exteriores.

Las inversiones que comenzaban a comprometerse necesitaban una legislación que aportara ciertas garantías jurídicas de que los bienes exteriores son aprovechables comercialmente. Y eso es lo que hace la ley, que de modo explícito permite a ciudadanos estadounidenses participar en la exploración y explotación comercial de los recursos del espacio.

Frente a la arquitectura jurídica internacional, especialmente el Tratado del Espacio Exterior, de 1967, que contemplaba únicamente la actuación estatal y venía



El mayor número de asteroides de nuestro sistema planetario se encuentra entre Marte y Júpiter [ExplainingTheFuture.com].

a considerar el espacio como un bien común compartido, la Ley SPACE aprovecha algunas indefiniciones para, por primera vez, garantizar la apropiación de recursos exteriores por parte de los individuos o de las empresas que los obtengan.

Así, la ley expresa que cualquier ciudadano estadounidense ocupado en la “recuperación comercial” de materiales de un asteroide o de cualquier otro recurso espacial “debe tener derecho” a los bienes obtenidos, incluido el derecho a “poseer, ser dueño, transportar, usar y vender” esos recursos “de acuerdo con la ley aplicable, incluidas las obligaciones internacionales de Estados Unidos”. En cuanto a esto último, la ley matiza que “Estados Unidos no afirma soberanía o derechos soberanos o exclusivos o jurisdicción o la propiedad sobre ningún cuerpo celeste”, que es lo que expresamente prohíbe el Tratado.

Si bien es cierto que la seguridad jurídica de las empresas que pueden involucrarse en esta actividad aconseja una legalidad internacional compartida más definida, otros países deseosos de atraer inversiones de este sec-

tor han seguido el ejemplo estadounidense y han legislado por su cuenta. Luxemburgo ha sido el primer país de la Unión Europea en aprobar una ley que otorga los minerales a las empresas radicadas en el Gran Ducado que los consigan. En la misma dirección se han movido Japón y China, y también algunos países de Oriente Medio que, como Arabia Saudí y Emiratos Árabes Unidos, se encuentran en un proceso de diversificación económica y consideran que pueden ser especialmente adecuados para la economía espacial, incluida la industria de lanzamientos, dada su relativa proximidad al Ecuador².

Industria espacial

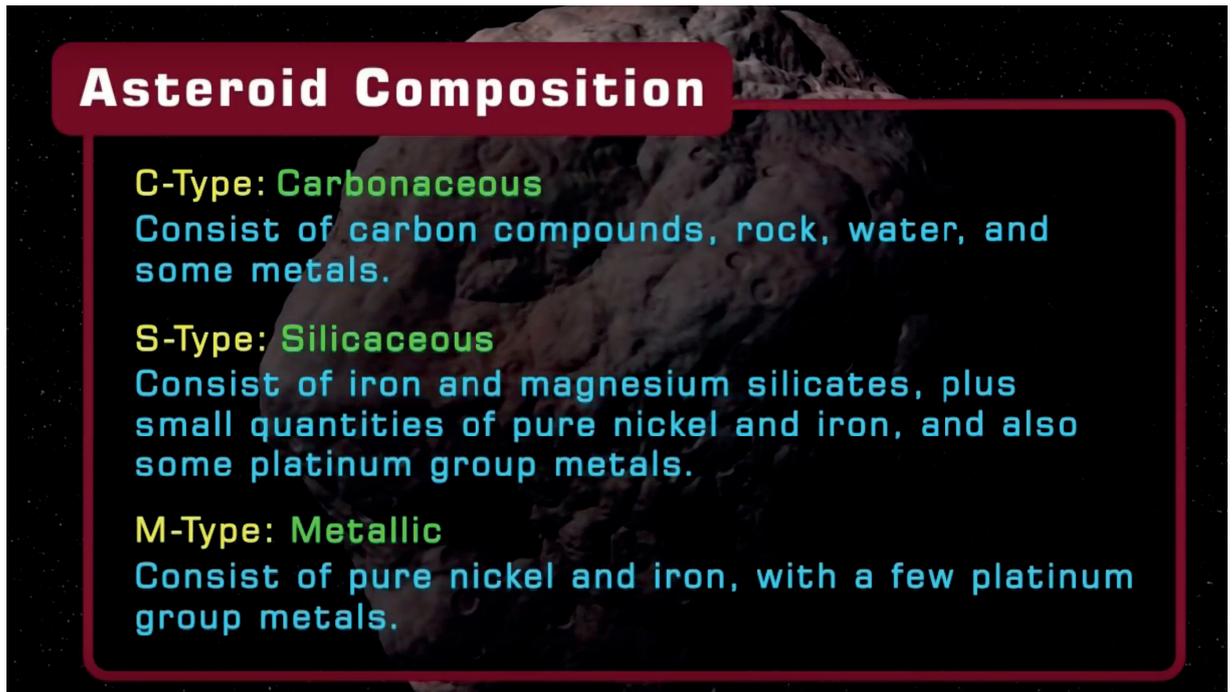
Actualmente, las actividades espaciales comerciales han eclipsado las gubernamentales en valor económico. Gran parte del crecimiento económico de la industria espacial en Estados Unidos, que aproximadamente es del 5% anual, proviene de la iniciativa privada. La economía espacial estadounidense mueve unos 170.000 millones de dólares anuales, de los que tres cuartas partes (126.000 millones) corresponden

al sector comercial, y la misma proporción se da en cuanto a la economía espacial mundial, que en 2016 alcanzó los 329.000 millones de dólares, de acuerdo con las cifras recogidas en *Deep Space Commodities*, un monográfico sobre la exploración, producción y comercio de los recursos espaciales. El volumen cita previsiones de Morgan Stanley según las cuales la industria espacial en todo el mundo podría alcanzar en 2040 un valor superior a 1,1 billones de dólares³.

Mucha de esa actividad económica gira en torno a los satélites artificiales y a nuevos desarrollos tecnológicos relacionados con el transporte aeroespacial, como la puesta en servicio de cohetes propulsores más baratos y reutilizables. Especial protagonismo corresponde a quienes han llegado a acuerdos con la NASA (Boeing, SpaceX y Blue Origin, entre otros) para poner a punto nuevos cohetes y cápsulas tripuladas con el propósito primero de llevar astronautas y carga a la Estación Espacial Internacional y luego de apuntar hacia otros destinos (regreso del hombre a la Luna, llegada a Marte...).

LAS ACTIVIDADES ESPACIALES COMERCIALES HAN ECLIPSADO LAS GUBERNAMENTALES EN VALOR ECONÓMICO. MUCHA DE ESA ACTIVIDAD ECONÓMICA GIRA EN TORNO A LOS SATÉLITES ARTIFICIALES Y A NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS RELACIONADOS CON EL TRANSPORTE AEROESPACIAL

LOS ASTEROIDES PUEDEN CONTENER HIERRO, NÍQUEL, PLATINO, COBALTO, ORO, PLATA, COBRE, MANGANESO, TITANIO Y URANIO, ASÍ COMO TIERRAS RARAS; SON MATERIAS PRIMAS DE INTERÉS COMERCIAL. ADEMÁS, COBIJAN UNA VARIEDAD DE ISÓTOPOS RADIATIVOS POCO COMUNES



Clasificación de los asteroides según su composición [ExplainingTheFuture.com].

Dentro del programa de viajes espaciales, los asteroides también han sido objeto de algunas misiones, de momento no tripuladas, y suponen un especial atractivo para la iniciativa privada, por la concentración que presentan de minerales de valor económico. Siendo trozos de otros cuerpos mayores, producto de la explosión de algún planeta o de colisiones, sus rocas y metales quedan más en la superficie, sin necesidad de profundas excavaciones, dado su tamaño. Entre otros materiales, los asteroides pueden contener hierro en gran pureza, níquel, platino, cobalto, oro, plata, cobre, manganeso, titanio y uranio, así como diversas tierras raras; se trata de materias primas de interés comercial. Además, cobijan una variedad de isótopos radiactivos poco comunes (de potasio, uranio, torio o rubidio) que podrían alimentar reactores nucleares. Habría que seleccionar los asteroides más adecuados —aquellos que son ricos en las materias más preciadas— y estudiar la rentabilidad de su explotación.

La explotación es considerada, en principio, como viable por observadores financieros del rango de Goldman Sachs. En un largo

informe a sus clientes, este banco de inversiones aseguró en 2017 que “la minería espacial podría ser más realista de lo que se cree”. El informe lo recogía *The Washington Post* en un artículo titulado precisamente *La minería espacial puede estar solo a una década. De verdad*⁴.

El sector está pasando de un momento de *startups* a otro de aparente mayor consolidación, aunque la reciente adquisición de varias compañías de minería espacial por otras de mayor capital y espectro comercial puede significar bien una confirmación de nicho de negocio, bien que las cosas no han ido del todo como se esperaba. Así conocidas firmas como Deep Space Industries y Planetary Resources cambiaron de dueño en 2019.

Tanto Goldman Sachs como el Massachusetts Institute of Technology se han hecho eco de las cifras ofrecidas por una de esas compañías, Planetary Resources, según la cual un asteroide del tamaño de un campo de fútbol podría contener platino por valor de 25.000 a 50.000 millones de dólares⁵. La cifra se deriva del criterio de que los asteroides ricos en platino pueden contener partes con

hasta 100 gramos de platino por tonelada, de forma que un asteroide de 500 metros de diámetro, con estas características, podría contener 175 veces la producción anual total de platino que se da en la Tierra.

Goldman Sachs reconocía que la “barrera psicológica” de imaginar la posibilidad de la minería espacial puede ser alta, pero daba credibilidad a su próximo desarrollo, indicando que las “barreras financiera y tecnológica son de hecho mucho más bajas”. Las cuentas empiezan a salir, advertía, y eso a pesar de que la minería espacial podría encontrarse con que la llegada abundante de determinados metales a la Tierra afectaría a la baja su precio, haciendo menos lucrativas o incluso nada rentables ciertas operaciones espaciales.

Colonización del cosmos

La utilización de los recursos espaciales ya estaba preanunciada en las novelas de ciencia ficción y en las obras que hace décadas se adentraban en el futuro, como recuerda John S. Lewis en su clásico *Mining the Sky*⁶. El divulgador británico Arthur C. Clarke escribió en 1939 sobre el uso de agua

de Marte (de sus lunas Fobos y Deimos) como agua y oxígeno para las tripulaciones y propulente para los cohetes, para aterrizar en Marte, despegar de nuevo y volver a la Tierra. Otro visionario, John Desmond Bernal, escribió en 1929 sobre el aprovechamiento de la riqueza mineral de los asteroides para construir sobre ellos.

Ambos escritores apuntaban ya algo que también la actual literatura constata: los recursos en el exterior tendrán utilidad para los viajes interplanetarios y la vida fuera de nuestra atmósfera. La mayor parte de las materias primas aprovechables del exterior nunca serán traídas a la Tierra, sino que están destinadas a sostener la vida en el espacio, construir colonias y aventurarse hacia horizontes más alejados. Si bien es natural acoger con escepticismo la idea de una amplia colonización del cosmos y de la propagación de nuevas civilizaciones fuera de nuestro planeta, también parece claro que cualquier consolidación de la presencia humana en el espacio dependerá precisamente del aprovechamiento de los materiales allí disponibles.

“El coste de transporte desde la Tierra es tan grande”, dice Lewis, “que cualquier necesidad material en grandes cantidades en el espacio, casi independientemente de su precio de mercado aquí en la Tierra, debe cubrirse, cuando sea posible, de recursos encontrados en el espacio. Otro corolario de este principio es que solo puede valer la pena transportar a la Tierra materiales con alto valor de mercado (...). La Tierra, situada en el extremo de un profundo pozo de gravedad, es por su naturaleza más adecuada para servir como importador que como exportador de materias primas”⁷.

En ese esquema de actividad sostenida en el espacio profundo, Marte aparece como un lugar de referencia. “De todos los cuerpos en el sistema solar, aparte de la Tierra, Marte es el único que tiene los recursos necesarios para sostener una población de suficiente tamaño para crear localmente una

SI BIEN ES NATURAL ACOGER CON ESCEPTICISMO LA IDEA DE UNA AMPLIA COLONIZACIÓN DEL COSMOS TAMBIÉN PARECE CLARO QUE CUALQUIER CONSOLIDACIÓN DE LA PRESENCIA HUMANA EN EL ESPACIO DEPENDERÁ PRECISAMENTE DEL APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES ALLÍ DISPONIBLES

nueva sucursal de la civilización humana”, escribe Robert Zubin, presidente de la Sociedad de Marte de Estados Unidos en *Deep Space Commodities*. En su opinión el planeta rojo “podrá actuar como piedra angular, sirviendo de apoyo a las actividades de extracción en el cinturón de asteroides y en otras partes del sistema solar”⁸.

EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

Agua

La estimación de que la Luna tiene depositadas en el interior de los cráteres de sus polos más de 1.600 millones de toneladas de agua en forma de hielo abre interesantes perspectivas, porque además del agua para beber puede obtenerse, separando sus componentes, oxígeno para respirar e hidrógeno para combustible de las naves espaciales.

Este último punto es el que sobre todo ofrece expectativas comerciales. La empresa estadounidense Shackleton Energy Company tiene un proyecto de misiones tanto tripuladas como no tripuladas para el aprovechamiento del hielo de los polos lunares. Su propósito es convertir el agua helada en oxígeno e hidrógeno líquidos, mediante un proceso de electrolisis. Parte del producto se usaría como combustible para esas propias actividades en la Luna, pero la mayor factoría estaría instalada en la baja órbita terrestre (LEO por sus siglas en inglés), donde se emplazarían “electrolizadores gigantes” a modo de *gasolinerías*⁹.

Dado que el globo lunar tiene la sexta parte de la gravedad de nuestro planeta y que llevar material a la LEO desde la Luna es veinte veces más rentable que hacerlo desde la Tierra, el propulente vendido allí sería significativamente más barato que los combustibles usados para lanzamientos desde la Tierra.

Helio 3

Otro de los recursos aprovechables de la Luna es el helio 3. Se trata de un isótopo estable del helio

que puede ser usado para producir energía por fusión nuclear, en un proceso más eficiente y limpio que el comúnmente utilizado hasta ahora. Precisamente la posibilidad de producir energía nuclear limpia y en gran volumen es lo que hace atractivo a este isótopo no radiactivo del helio, apenas localizable en la Tierra, pero abundante en su satélite.

A partir de las muestras recogidas por las misiones Apolo se ha llegado a estimar que el suelo lunar puede contener un millón de toneladas de helio 3, lo que permitiría generar una energía 250 veces mayor que la necesaria para extraerlo y transportarlo hasta la Tierra. En teoría, su uso podría satisfacer las necesidades energéticas en nuestro planeta durante siglos.

El cálculo parte de los estudios realizados desde el Fusion Technology Institute de la Universidad de Wisconsin, en una investigación frecuentemente citada, según la cual solo 25 toneladas de este material (carga equivalente a la que llevaban los transbordadores espaciales de la NASA), utilizado como combustible en reactores nucleares de cuarta generación, serían suficientes para abastecer de energía doméstica e industrial a todo Estados Unidos¹⁰.

En otras ocasiones también se alude a estudios del Programa de Exploración Lunar de China, que consideran que la utilización del helio 3 podría resolver la demanda energética de la Tierra durante 10.000 años. “Esta cifra puede estar fuera de la realidad, pero sí que hay una incontestable: la cantidad de combustible limpio que necesitaremos para nuestras centrales nucleares del futuro romperá los argumentos de quienes rechazan la energía nuclear por su potencial peligrosidad y residuos. Y este posible combustible limpio es el helio 3”, de acuerdo con Ignacio Arqueta, anterior director del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)¹¹.

El isótopo de helio es producido por fusión en el núcleo del Sol. Su ligereza hizo que se evaporara

de la nube de gas y polvo a partir de la cual se formó la Tierra, y que luego el que pudiera haber quedado atrapado fuera escapando hacia el espacio; además, las permanentes emisiones arrastradas por el viento solar apenas han podido penetrar nuestra atmósfera. La concentración del helio 3 en el regolito lunar no es alta (una tonelada por 100.000 toneladas de regolito), pero sí abundante. En la Tierra ninguna fuente mineral con tan poca concentración ha motivado su extracción, pero el helio 3 es catalogado como altamente energético, por lo que en principio su explotación podría resultar rentable¹².

Su destino serían los reactores de fusión, donde en principio puede ser combinado con hidrógeno pesado o deuterio, con la ventaja de apenas producir neutrones y generar poca cantidad de residuos radioactivos. Sería un proceso más limpio incluso que el de la fusión de isótopos de deuterio y tritio, que se contempla como alternativa a la común utilización del uranio en las centrales nucleares en uso.

No obstante, algunas dudas sobre ese proceso mismo, así como el coste de obtener el helio en la Luna y traerlo hasta la Tierra, podrían cuestionar el interés comercial de su explotación. Como en el caso de otros materiales, el aprovechamiento del helio 3 podría tener más sentido para el desarrollo de la actividad en el espacio, quizá como combustible de fusión para cohetes.

Minerales

El regolito lunar, además de contener helio 3, también cuenta con otros materiales de relevancia, como aluminio, titanio, calcio y silicatos, al igual que hierro en formas muy puras. Hay presencia destacada asimismo de lantano, neodimio, niobio, itrio y disprosio.

Con todo, en cuanto a minerales, los asteroides presentan un mayor interés de explotación (en ellos también se encuentra agua helada). Su riqueza, según estima Lewis, “no puede ser racional-

mente puesta en duda”, pues sus “recursos deseables son de cientos a miles de veces más abundantes que en la Luna”¹³.

Mientras que existe un mejor conocimiento de la composición de la superficie lunar dadas las misiones ya realizadas y las muestras recogidas en ellas, por su gran variedad entre sí los asteroides requieren una inspección individual que no ha hecho más que comenzar. No obstante, la extracción minera ofrece en ellos una doble ventaja: la mayor concentración de minerales y la escasa necesidad de energía que presentan para las operaciones de aterrizaje y despegue, debido a su gravedad cero (bastaría una propulsión eléctrica).

El principal inconveniente respecto a la Luna es su mayor lejanía. El tiempo de viaje de ida y vuelta a los asteroides más cercanos es por ahora normalmente de dos a cinco años (no una semana, como ocurre con la Luna). Además, la mayor distancia retarda el proceso de comunicaciones, que es importante en el caso de tener que operar remotamente maquinaria extractiva.

Por otro lado, tanto la llegada allí como la actividad que se desarrolle tienen que llevarse a cabo en una ventana de tiempo: cuando el asteroide, dentro de la amplia trayectoria que realiza, se encuentra menos distante de la Tierra. Por eso puede ser aconsejable atraparlo y conducirlo hacia la órbita lunar, donde los minerales podrían ser extraídos en una situación menos precaria. El desarrollo tecnológico para apresar un asteroide y cambiarlo de lugar sería aprovechable también para modificar el curso de meteoritos que vayan a colisionar contra la Tierra.

Los asteroides giran alrededor del Sol en órbitas elípticas, con movimientos independientes y en ocasiones bastante erráticos. Se les puede clasificar de diversas maneras.

En cuanto a la composición de su superficie, la mayor parte de los asteroides pueden incluirse

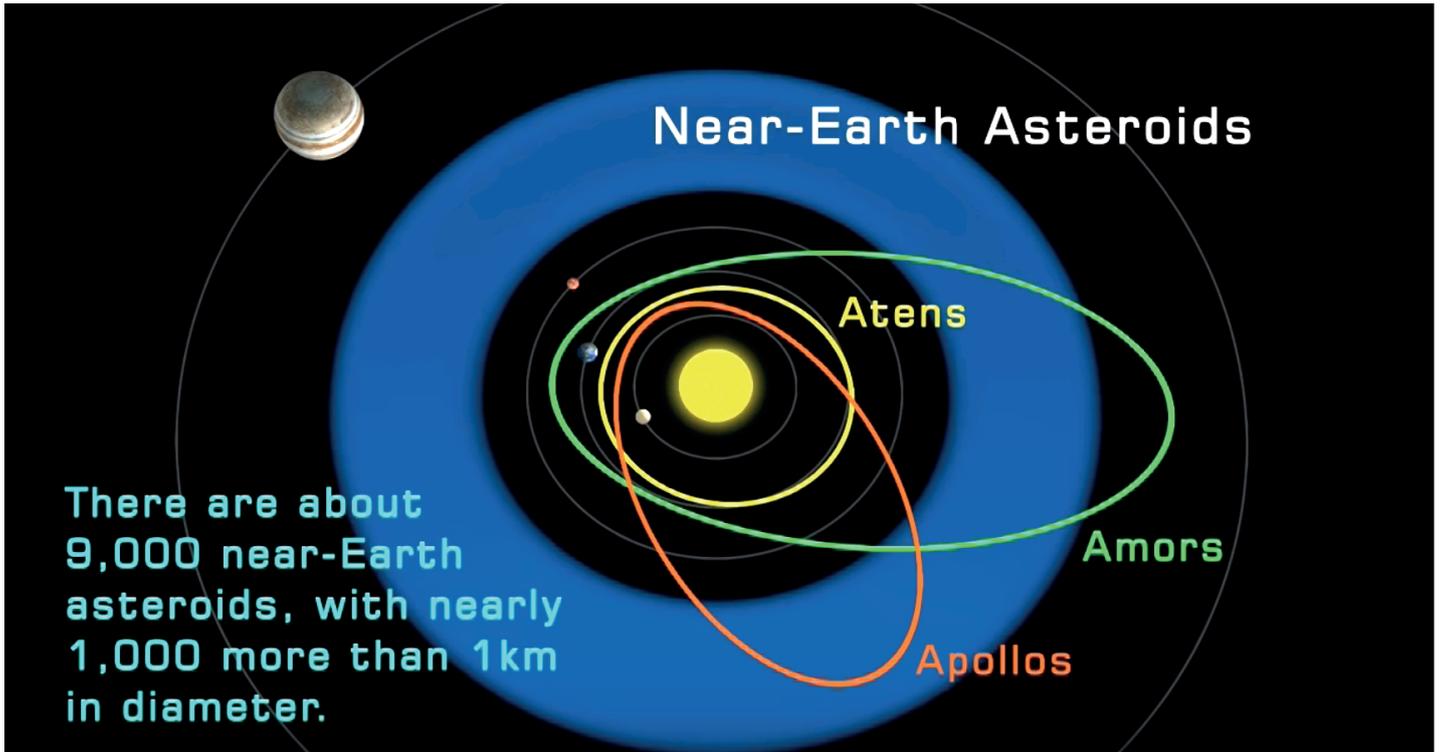
**POR SU GRAN
VARIEDAD
ENTRE SÍ LOS
ASTEROIDES
REQUIEREN
UNA
INSPECCIÓN
INDIVIDUAL
QUE NO HA
HECHO MÁS
QUE
COMENZAR.
LA EXTRACCIÓN
MINERA
OFRECE EN
ELLOS UNA
DOBLE
VENTAJA: LA
MAYOR CONCENTRACIÓN
DE MINERALES
Y LA ESCASA
NECESIDAD
DE ENERGÍA
PARA ATERRI-
ZAJE Y DESPE-
GUE**

en tres grupos. Los más comunes —hasta el 75% de los asteroides conocidos— son los de tipo C o carbonosos, que presentan abundancia de agua helada, de carbón orgánico y fósforo, entre otros elementos. Los de tipo S o silíceo contienen menos agua y cuentan con silicatos, sulfuros y una variedad de metales, como níquel, cobalto, oro, platino y rodio; suponen el 17% de los asteroides. Los menos abundantes son los de tipo M o metálicos, compuestos sobre todo de níquel y hierro. Los estudios han mostrado que los asteroides más convenientes con fines de minería son los carbonosos o de tipo C¹⁴.

En cuanto a la región del espacio en la que se encuentran están los más próximos a la Tierra o NEA (Near Earth Asteroids); aquellos que forman parte del llamado Cinturón de Asteroides (se ubican entre Marte y Júpiter); los troyanos de Júpiter (comparten la órbita de este planeta alrededor del Sol); los objetos más allá de Neptuno y los que viajan fuera del sistema solar, entre otros.

De todos ellos, los NEA son los que centran el primer interés de posibles actividades económicas. Se habla de entre 9.000 y 20.000 conocidos, con cientos de nuevos descubrimientos cada año. De los registrados, unos 1.000 tienen más de 1 km de diámetro y al menos 1.700 son más fáciles de alcanzar que la Luna. El 98% de los asteroides cercanos parecen ser ricos en elementos volátiles, metales ferrosos u otros metales.

La mayor parte de las rocas espaciales en la región planetaria de la Tierra se encuentran en el Cinturón de Asteroides. Las estimaciones son dispares sobre la cantidad de asteroides allí presentes, hablándose de entre 40.000 y 750.000 cuerpos (o incluso más del millón) superiores a 1 kilómetro de diámetro, de los cuales unos 200 superan los 100 kilómetros. A pesar del elevado número de asteroides, se calcula que su masa total, incluyendo los que aún no se han descubiertos, supo-



Los asteroides más próximos a la Tierra (aquí agrupados por sus órbitas) son los primeros candidatos para su explotación [ExplainingTheFuture.com].

ne alrededor del 5% de la masa de la Luna.

En ocasiones se habla de NEO, por Near Earth Objects, para incluir también cometas. Estos son objetos compuestos de hielo mezclado con pequeñas cantidades de desechos de roca, polvo y materia orgánica; la mayor parte viaja alrededor del Sol en órbitas elípticas muy pronunciadas, miles de veces más lejos que la trayectoria de los planetas. En el grupo de mayor tamaño (varios kilómetros de diámetro) los cometas son más abundantes que los asteroides.

Proceso de minería

Para llevar a cabo una operación de minería espacial en un asteroide, primero hay que enviar pequeños satélites de reconocimiento equipados con analizadores espectrales para determinar su composición. Una vez el proceso de catalogación se haya completado, habrá que lanzar pequeñas misiones para la recogida de muestras con el fin de verificar la existencia de los depósitos minerales que se buscan, tras lo que podría comenzar la misión de minería a gran escala¹⁵.

LLEGAR A LOS ASTEROIDES ES SOLO UNA PEQUEÑA PARTE DEL RETO. EL PROCESO DE MINERÍA EN EL ESPACIO PLANTEA EN SÍ MISMO SUS PROPIOS DESAFÍOS. LA FALTA DE GRAVEDAD ES UNA VENTAJA EN MUCHOS ASPECTOS, PERO COMPLICLA EL MANEJO DE INSTRUMENTAL

Llegar a los asteroides es solo una pequeña parte del reto de las futuras misiones. El proceso de minería en el espacio plantea en sí mismo sus propios desafíos. La falta de gravedad es una ventaja en muchos aspectos, pero complica el manejo de instrumental, pues este puede flotar desordenadamente, escapándose o chocando con otros equipamientos. Polvo o pequeños fragmentos generados durante la actividad también pueden presentar potenciales problemas, como tapan la visión o dañar maquinaria. Además, la extracción de material puede alterar la trayectoria del asteroide.

Algunos de los problemas previstos en el proceso de excavación y de extracción pueden resolverse mediante el anclaje (utilizando cables o ganchos) y el embolsado de todo el asteroide o parte de él, encapsulándolo, para impedir que el mineral extraído o el instrumental utilizado pueda escapar vagando por el espacio. El material se puede procesar en el asteroide, para reducir el peso en el viaje de regreso (para eso hay que instalar una planta de procesamiento allí); también se puede

tratar en el propio viaje, produciendo además combustible para la nave, o en instalaciones intermedias.

Otras dificultades son que no hay un modo definitivo para saber de antemano la cantidad de mineral que podrá extraerse y su pureza, y que la velocidad con la que viaja el asteroide (decenas de miles de kilómetros por hora) extrema las condiciones operativas.

Por otra parte, la injerencia que la explotación minera supone en el orden natural espacial —contaminación, cambios adversos en el entorno ambiental de los cuerpos celestes, incremento de residuos en la órbita de la Tierra...— cuestiona esta actividad comercial, por más que, si se reduce la actuación sobre nuestro planeta por la sustitución de recursos logrados en el exterior, la propia Tierra quedará preservada de mayor contaminación.

OTROS RECURSOS

Lugar de lanzamientos

Además de los recursos materiales, el incremento de la actividad espacial otorga carácter de recur-

EN EL ACCESO AL ESPACIO, ALGUNOS PAÍSES ASPIRAN A CONTAR CON CIERTAS VENTAJAS ESTRATÉGICAS. BASES DE LANZAMIENTO EN EL ECUADOR PERMITEN UN IMPORTANTE AHORRO AL COLOCAR SATÉLITES EN ÓRBITA Y ENVIAR NAVES CON OTROS OBJETIVOS, PUES REQUIEREN DE UN MENOR USO DE COMBUSTIBLE PARA VENCER LA GRAVEDAD TERRESTRE

so a ciertos aspectos que pueden centrar el interés de los actores que entren en competencia en este nuevo dominio. Desde el punto de vista de la geopolítica, uno de los recursos de que disponen las naciones es su ubicación geográfica y el control que pueden ejercer sobre determinados corredores o cuellos de botella en las rutas internacionales. También en lo que se refiere al acceso al espacio, algunos países cuentan o aspiran a contar con ciertas ventajas estratégicas.

Es el caso de los países que se encuentran en la línea del Ecuador o próximos a ella. Bases de lanzamiento en esa localización permiten un importante ahorro en la tarea de colocar satélites en órbita y de enviar naves y sondas con otros objetivos, pues requieren de un menor uso de combustible en la operación de vencer la gravedad terrestre. En el Ecuador es donde se registra la mayor velocidad de rotación de nuestro planeta, que es cero en los polos y llega a los 1.670 kilómetros por hora a lo largo de esa línea, de forma que ese movimiento puede usarse como parte de la propulsión. La mayor utilidad es para alcanzar la órbita geoestacionaria, pues ayuda a obtener la velocidad orbital.

Ese impulso puede aprovecharse del todo en los despegues hacia el este, que es la dirección de la rotación de la Tierra. Esto último hace especialmente convenientes aquellos lugares de lanzamiento situados justo al oeste del océano o de zonas muy pocas pobladas, pues en su proceso de elevación los cohetes van desechando partes de su estructura. El mayor interés se centra en las bases de Alcántara, en Brasil, y de Kourou, en la Guayana Francesa, pero también presentan excelentes condiciones países como Kenia y Nueva Guinea.

De la importancia estratégica de Kourou y Alcántara hablan los acuerdos alcanzados por Rusia y Estados Unidos para su uso. Después de la desmembración de la URSS, Rusia puso su atención en la Guayana francesa como lugar

de lanzamiento de sus cohetes Soyuz. Gracias al acuerdo firmado entre Rusia, Francia, Ariane Space y la Agencia Espacial Europea (ESA), los Soyuz utilizan unas nuevas instalaciones situadas a 12 kilómetros de las reservadas para Ariane.

Por su parte, Estados Unidos firmó en 2019 un acuerdo con el Gobierno de Brasil y su agencia espacial, AEB, para el uso del centro de Alcántara. Washington había buscado hacía tiempo esa posibilidad, pero asuntos de soberanía y de confidencialidad tecnológica habían aparcado esos planes¹⁶.

El auge de la industria de los lanzamientos también puede beneficiar a localizaciones menos próximas al Ecuador. Como explicó el entonces director del INTA, España llegó a elaborar un “proyecto completo” para intentar que el centro de lanzamientos de la ESA hubiera estado situado en la isla de El Hierro, en las Canarias, que está aproximadamente a la misma latitud norte que Cabo Cañaveral. Sin embargo, “dificultades políticas locales paralizaron un gran proyecto de futuro en el que se había invertido mucho tiempo de estudio, desarrollo y esfuerzo económico”. “España podría haber tenido el centro europeo de lanzamiento, cercano al continente europeo y no tan lejano como la Guayana; todo lo que se ha desarrollado en y para Kourou por la ESA se podría haber tenido en nuestro territorio y habría sido un motor importantísimo para el desarrollo de nuestra industria”, lamentaba Arqueta¹⁷.

El mismo autor apuntaba, en cualquier caso, que con el desarrollo de bases de lanzamiento en plataformas móviles marinas (aparte de los lanzamientos experimentados desde un submarino o un avión) se puede competir con la privilegiada ubicación geográfica de determinadas naciones, abriendo el negocio a la innovación e inversión de cualquier país. Un ejemplo es la plataforma San Marino, de capital mayoritariamente italiano, que lanza satéli-

tes desde un punto próximo a las costas de Kenia, o de Sea Launch, un consorcio de Boeing (40%) junto a empresas de Rusia, Noruega y Ucrania, que también opera en el Ecuador, en su caso en el Pacífico, cerca de las islas Natividad.

Órbitas y rutas congestionadas

Se calcula que entre 2015 y 2025 se habrán lanzado 9.000 satélites artificiales (en 2017 había 1.738 satélites operativos). Aunque hay lugar para esa proliferación en la baja órbita de la Tierra —la franja donde se sitúa la mayor parte de los satélites—, el estratégico círculo geoestacionario (35.786 kilómetros sobre el Ecuador) tiene un espacio limitado por lo que se refiere al número de satélites que pueden operar en él suficientemente separados para evitar interferencias o espionaje.

Esto lleva a concebir esa órbita geosincrónica o GEO como un recurso en disputa, de interés para las grandes potencias, pero también reivindicado por los países que se ubican en el Ecuador. En 1976 Brasil, Colombia, Ecuador, Indonesia, Kenia, Uganda y el entonces Zaire presentaron la Declaración de Bogotá, en la que reclamaron su soberanía sobre el cinturón geoestacionario. La declaración seguía el criterio de asumir como propio todo el espacio sobre el territorio respectivo, incluso más allá de la llamada línea de Karman, considerada el límite entre el espacio aéreo y el espacio exterior, a unos 100 kilómetros de altura. Esa reclamación va contra el Tratado del Espacio Exterior y no fue aceptada por la comunidad internacional.

Además de determinadas posiciones, en el espacio también hay itinerarios de interés común, potencialmente disputables. Es cierto que el mar, en su inmensidad, puede ser atravesado en todas direcciones, pero la eficiencia del tráfico marca unas rutas muy constantes, e incluso presenta conflictivos cuellos de botella. Lo mismo puede aplicarse al espacio en la medida en que los viajes espaciales aumenten en número y

pueda desarrollarse un cierto tráfico interplanetario.

Así, a la hora de realizar el desplazamiento con mayor ahorro de combustible, para ir de una órbita a otra debe seguirse el llamado trasbordo de Hohmann. Como explica Everett C. Dolman en *Astropolitik*, esta maniobra es un cambio en dos pasos del esfuerzo de velocidad (delta v). Los motores son encendidos para acelerar la nave hasta una órbita elíptica mayor (o desacelerarla hasta una órbita menor); cuando se intersecta la órbita deseada, los motores son encendidos de nuevo para circular la nueva órbita. “Dada la necesidad vital de conservar car-

burante e incrementar las vidas productivas de la nave espacial, las órbitas de transferencia de Hohmann entre puertos espaciales estables serán las futuras líneas de comercio y las líneas militares de comunicaciones espaciales”¹⁸.

Según considera Dolman, “el Estado que ocupa o controla de modo más efectivo esas posiciones puede asegurarse para sí mismo la dominación del comercio espacial y, en última instancia, la política terrestre”¹⁹. Este autor da un especial carácter estratégico al espacio que va de la Tierra a la órbita geoestacionaria, pues “no solo garantiza un control a largo plazo del acceso al espacio de más

EE.UU. ADVIERTE QUE EL ESPACIO ES ALGO “CRECIENTEMENTE CONGESTIONADO, DISPUTADO Y COMPETITIVO”

allá, sino que aporta una ventaja a corto plazo sobre el campo de batalla terrestre”²⁰. “Quien controla la baja órbita terrestre controla el espacio cercano a la Tierra. Quien controla el espacio cercano a la Tierra domina la Tierra. Quien domina la Tierra determina el destino de la humanidad”, sentencia, remedando a MacKinder y Spykman²¹.

Algunos de los retos geopolíticos que supone la nueva era espacial fueron sintetizados en la National Security Space Strategy (NSSS) de Estados Unidos de 2011 al advertir que el espacio es algo “crecientemente congestionado, disputado y competitivo”²².

NOTAS

1. SPACE Act: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262/text>
2. Fernando Ruiz Domínguez, “Minería espacial: el nuevo reto de la inteligencia económica”, *Boletín del Instituto Español de Estudios Estratégicos* 102/2018 (2018).
3. Tom James, ed., *Deep Space Commodities. Exploration, production and trading* (Cham: Palgrave MacMillan, 2018), 7-15.
4. https://www.washingtonpost.com/business/space-mining-may-be-only-a-decade-away-really/2017/04/28/df33b31a-29ee-11e7-a616-d7c8a68c1a66_story.html
5. MIT: <https://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/solutions/asteroids.html>
6. John S. Lewis, *Mining the Sky. Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets* (New York: Basic Books, 1996), 25-26.
7. *Ibid.*, 111.
8. James, T. ed., op. cit., 159.
9. <http://www.shackletonenergy.com>
10. L. J. Wittenberg et al., “Lunar Source of ³He for Commercial Fusion Power”, *Fusion Technology* 10:2 (1986), 167-178.
11. Ignacio Arqueta, “El espacio”, en *La geopolítica líquida del siglo XXI* (Madrid: Escuela Superior de las Fuerzas Armadas, 2015), Monografías 147, 175.
12. Lewis, J. S., op. cit., 135.
13. *Ibid.*, 123.
14. A. Froehlich, ed. “Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation”, *Studies in Space Policy* 12 (2018), 4.
15. *Ibid.*, 9-11.
16. Alejandro J. Alfonso, “Brasil relanza su industria espacial al abrir la base de Alcántara a EE.UU.”, *Global Affairs*, Universidad de Navarra (2019) https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blogs/brasil-relanza-su-industria-espacial-al-abrir-la-base-de-alcantara-a-eeuu?_33_redirect=%2Fweb%2Fglobal-affairs%2Fregiones%2Flatinoamerica
17. Arqueta, I., op. cit., 181.
18. Everett C. Dolman, *Astropolitik. Classical Geopolitics in the Space Age* (New York: Frank Cass, 2002), 72.
19. *Ibid.*, 39.
20. *Ibid.*, 70.
21. *Ibid.*, 8.
22. https://www.dni.gov/files/documents/Newsroom/Reports%20and%20Pubs/2011_nationalsecurityspacestrategy.pdf

Marcos internacionales relevantes para la extracción y uso de recursos espaciales

MARIO PEREIRA

Profesor de Estudios sobre Seguridad Internacional
Universidad de Navarra

Recuerda el astrofísico estadounidense, Michio Kaku, que cuando el presidente Thomas Jefferson compró Luisiana a Napoleón (en 1803) por la astronómica cifra de 15 millones de dólares, estuvo una larga temporada sumido en el más profundo espanto. La razón de ello estribaba en el hecho de que desconoció por largo tiempo si el referenciado territorio (en su mayor parte inexplorado) escondía fabulosas riquezas o, por el contrario, era un páramo sin mayor valor... El paso del tiempo demostró con creces lo primero, así como acreditó que fue entonces cuando se inició la marcha de los pioneros americanos: aquellos sujetos que —al igual que los “Adelantados” castellanos y extremeños en el siglo XVI— se lanzaban hacia lo desconocido en aras de obtener fortuna, descubrir nuevas maravillas y mejorar su posición social¹.

Los Jefferson de hoy en día, son los Musk y los Bezos, empresarios norteamericanos dueños de enormes emporios financieros, comerciales y tecnológicos, quienes, de la mano de nuevos “pioneros” (un mix entre Julio Verne/Arthur C. Clark y Neil Armstrong/John Glenn) buscan alcanzar la

nueva frontera de la Humanidad: la explotación comercial y minera del Espacio Ultraterrestre.

Ante semejante desafío, muchas son las preguntas que podemos (y debemos) formularnos. Aquí intentaremos dar respuesta (siquiera someramente) a si la normativa internacional y nacional existente relativa a la explotación minera de la Luna y de los cuerpos celestes, constituye —o no—, un marco suficiente para la regulación de tales actividades proyectadas.

VINCULACIÓN DE LOS TRATADOS ESPACIALES DE NACIONES UNIDAS

Dentro del ámbito normativo universal de Naciones Unidas, se han promulgado cinco tratados multilaterales generales que, en su globalidad, proporcionan un marco básico para regular las actividades en el espacio ultraterrestre. El primero de ellos es el “Tratado sobre los principios que rigen las actividades de los Estados en la exploración y el uso del espacio ultraterrestre”, que entró en vigor en 1967. Tras él, se adoptaron cuatro tratados más, a los efectos de desarrollar e interpretar debidamente su alcance normativo. Así, observamos acuerdos sobre

SUMARIO

VINCULACIÓN DE LOS TRATADOS ESPACIALES P. 40

RESOLUCIONES Y PRINCIPIOS ESPACIALES DE LA ONU P. 42

GESTIÓN DE RECURSOS Y TRATADOS DE PATRIMONIO COMÚN P. 44

LA LEY DE COMPETITIVIDAD Y COMERCIO ESPACIAL DE EE.UU. P. 48

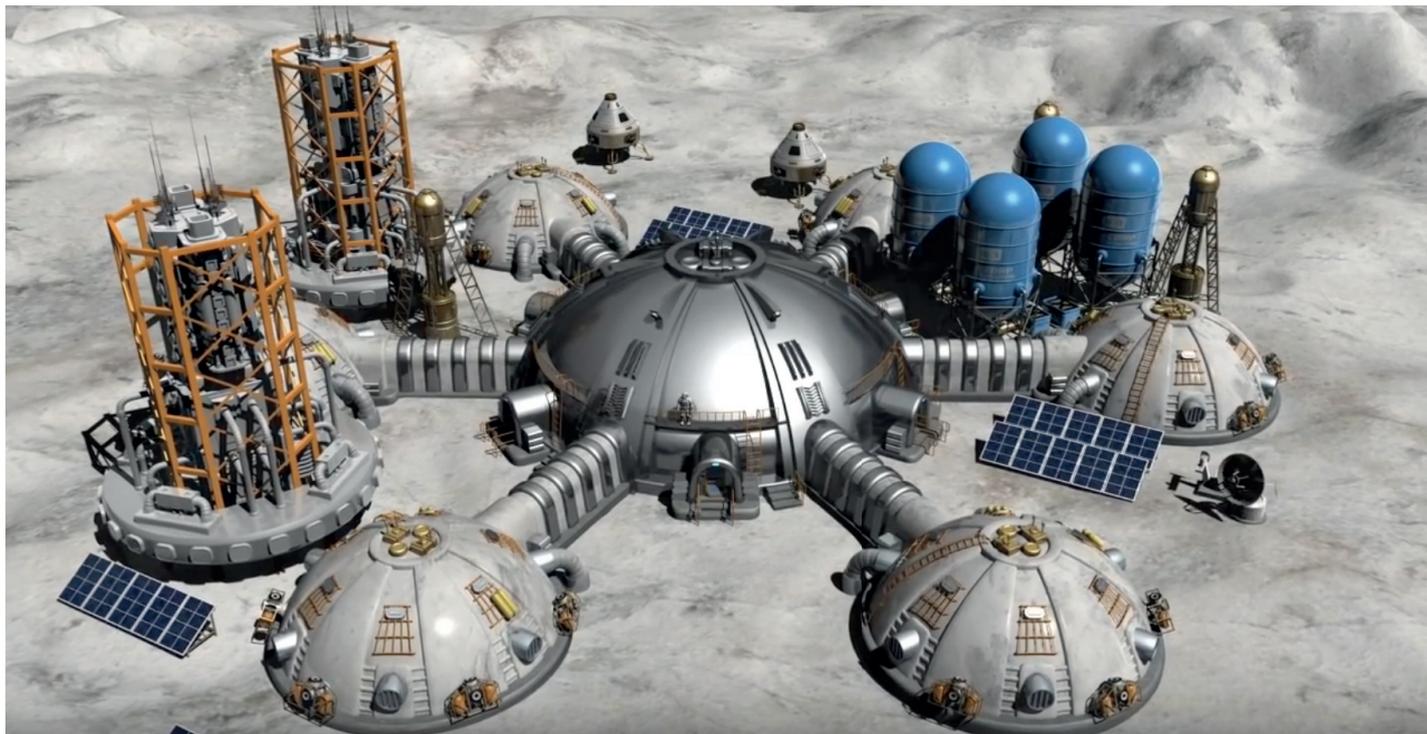
OTROS MARCOS LEGALES NACIONALES P. 48

CONCLUSIONES P. 50

el rescate de astronautas, sobre el regreso de astronautas y sobre el regreso de objetos lanzados al espacio exterior:

- a) El primero es el “Tratado sobre los principios que rigen las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre”, que entró en vigor el 3 de diciembre de 1968 (“Acuerdo de rescate”);
- b) luego, tenemos el “Convenio sobre responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales”, en vigor desde el 1 de septiembre de 1972 (“Convenio de responsabilidad”);
- c) tras ello, se celebró el “Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre”, que entró en vigor el 15 de septiembre de 1976 (“Convenio sobre el registro”);
- d) y finalmente hallamos el “Acuerdo que rige las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes”, que entró en vigor el 11 de julio de 1984 (“Acuerdo de la Luna”)².

De todos los referenciados instrumentos internacionales, para la extracción de recursos mineros, el más relevante resulta ser el “Acuerdo de la Luna”, que se abrió para las firmas en 1979, pero que



Todas las imágenes de este capítulo son propuestas espaciales tomadas de ExplainingTheFuture.com, de Christopher Barnatt .

solo entró en vigencia en 1984. Ciertamente es que muchos lo consideran un tratado fallido, ya que ninguna de las principales potencias espaciales, incluida Rusia, Estados Unidos, China, Japón e India lo han ratificado. Si bien se señala que, en todo caso, la extracción de recursos debe llevarse a cabo de conformidad con las convenciones internacionales sobre seguridad, responsabilidad y registro de objetos espaciales, como lo establece el Tratado del Espacio Exterior, que la mayoría de los estados tienen ratificado³.

Asimismo, como lugares desde los que se realizan lanzamientos de naves o dispositivos espaciales, los Estados partes (o no) de los tratados son responsables de los daños causados por sus objetos espaciales. Esto incluye empresas privadas, ya que los estados observan responsabilidad internacional por las actividades de sus ciudadanos y entidades no gubernamentales bajo su jurisdicción. Aunque no hay requisitos para ello, en la Resolución 68/74, la Asamblea General de la ONU recomienda que los estados introduzcan medidas de aseguramiento (seguros públicos o privados)

para las actividades espaciales que operan/se regulan dentro/por su jurisdicción.

También es necesario que todos los objetos espaciales se registren en un registro mantenido por el estado de "lanzamiento". Además de esto, corresponde al Estado informar al Secretario General de Naciones Unidas sobre todos los extremos contenidos en el registro. El contenido del registro, que se realiza a nivel nacional, es decidido por el estado, más teniendo en cuenta los requisitos mínimos que se han de notificar a la ONU por parte de los estados, que incluyen: 1) el nombre del estado de lanzamiento; 2) número de registro; 3) fecha y lugar de lanzamiento; 4) parámetros orbitales básicos y; 5) función general del objeto espacial.

Con respecto a la actividad de extracción de recursos mineros, cabe señalar que todos los recursos provenientes del espacio ultraterrestre, de conformidad con el Acuerdo de la Luna se consideran "propiedad de toda la humanidad", y como tal, el beneficio de extraer dichos recursos debería ser del interés compar-

tido y beneficio de todas las naciones, independientemente de su desarrollo económico o social. Más ampliamente este Artículo 11 del Acuerdo de la Luna considera que la Luna y otros recursos de los cuerpos celestes son patrimonio común de la humanidad. De conformidad con el Tratado del Espacio Exterior y el resto de las referenciadas convenciones internacionales, el Acuerdo de la Luna establece la formación de un organismo regulador internacional para gobernar la Luna y demás cuerpos celestes. El objetivo principal de dicha entidad rectora versa en el mantenimiento de: a) la seguridad y el uso eficiente de los recursos de la Luna; b) la gestión de esos recursos; c) la expansión de las oportunidades propiciadas por tales recursos y, d) el reparto equitativo entre todos los estados partes de los beneficios derivados de dichos recursos, considerando tanto los aspectos económicos y sociales de los países en desarrollo, cuanto los esfuerzos de los estados que extraen los recursos⁴.

Los Estados partes deberán informar al Secretario General de Naciones Unidas, así como a la

EL "ACUERDO DE LA LUNA" ENTRÓ EN VIGENCIA EN 1984. MUCHOS LO CONSIDERAN UN TRATADO FALLIDO, YA QUE NINGUNA DE LAS PRINCIPALES POTENCIAS ESPACIALES LO HA RATIFICADO



Visión de una base lunar para la obtención de helio 3 [ExplainingTheFuture.com].

comunidad internacional y científica, sobre las diversas actividades espaciales desarrolladas; ello a los efectos de administrar el tiempo y los recursos. La información requerida incluiría el tiempo, las ubicaciones, los parámetros orbitales y la duración de las actividades. El Acuerdo de la Luna permite el derecho de recolectar y eliminar recursos según sea necesario para la misión, así como que los recursos extraídos se hallarán a disposición plena de los estados. No obstante, también se requiere que los estados extraigan los recursos de tal manera que no perturben al medio ambiente o introduzcan riesgos para la seguridad y/o bienestar de la Comunidad Internacional.

Ahora bien, cabe señalar como la principal falencia o debilidad de este régimen convencional,

LA ASAMBLEA GENERAL DE LA ONU HA CREADO UNA SERIE DE COMITÉS, INCLUIDO EL COMITÉ SOBRE LOS USOS PACÍFICOS DEL ESPACIO EXTERIOR, CON MANDATOS ESPECÍFICOS

el hecho de que no existe un proceso delimitado para la designación de las diferentes áreas de investigación y/o extracción de minerales o bienes. Ello, puesto que las partes solo deben informarse mutuamente y a la ONU sobre las actividades que se proponen llevar a cabo. El Acuerdo de la Luna tampoco prevé la resolución de conflictos entre estados que operan simultáneamente en una misma área, y solo requiere que la “parte informe inmediatamente al otro Estado sobre el momento y los planes para sus propias operaciones”. Tampoco se prevé contingencia alguna, respecto de la toma de acciones disciplinarias en el caso de que los estados partes no cumplan con las condiciones del acuerdo. Extremo este último, que también representa un grave vacío legislativo⁵.

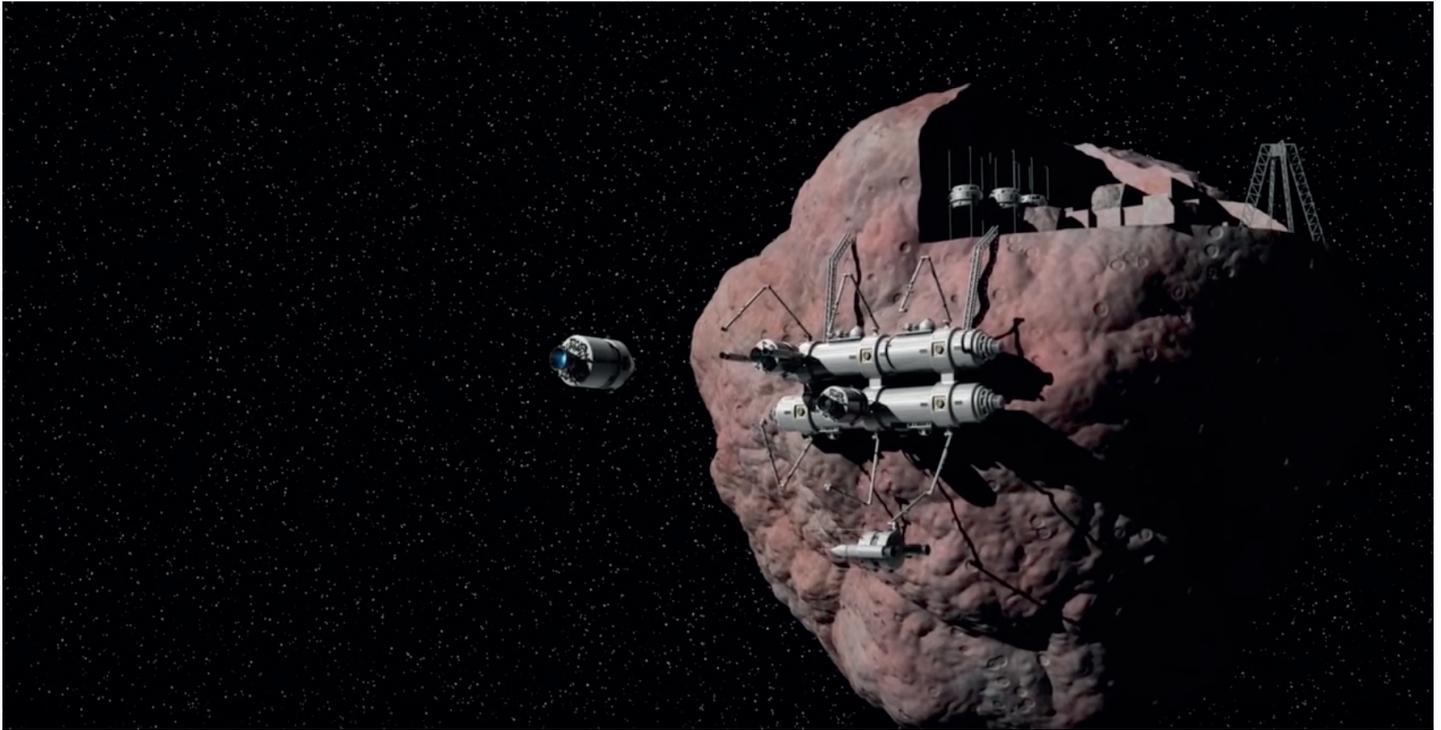
RESOLUCIONES Y PRINCIPIOS ESPACIALES DE LA ONU (NO VINCULANTES)

Las actividades de exploración espacial y sus usos están regulados por normas y reglas derivadas de principios generales del Derecho internacional; incluyendo algunos principios que se desarrollaron a partir de ciertas experiencias concretas en misiones desarrolladas en el espacio ultraterrestre. Veamos:

Asamblea General de la ONU y COPUOS

Naciones Unidas desempeñan un papel clave para facilitar el desarrollo de marcos gubernamentales independientes sobre cada una de las actividades espaciales desarrolladas por parte de los Estados miembros. Para cumplir tal función, que incluye el monitoreo de toda actividad espacial, la Asamblea General de Naciones Unidas (AGNU) ha creado una serie de comités, incluido el Comité de Naciones Unidas sobre los Usos Pacíficos del Espacio Exterior (COPUOS) con mandatos específicos⁶.

En realidad, el COPUOS constituye el foro por excelencia, para el desarrollo de leyes y principios que rijan las actividades humanas sobre el espacio ultraterrestre (a través de misiones organizadas y ejecutadas por parte de los estados miembros). Su organigrama cuenta con una Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (OOSA), que cumple las funciones de secretaría. Además, el COPUOS ejecuta sus mandatos a través de dos subcomités, a saber, el subcomité científico y el subcomité técnico-Legal. Las decisiones de los subcomités del COPUOS se toman por consenso (entre todos los miembros del comité). Aunque esto último pudiere parecer un enorme obstáculo para la producción de normas, lo cierto es que en sus deliberaciones históricas el COPUOS logró muchos consensos que habilitaron la creación de una gran variedad de tratados y acuerdos, incluidos los descritos anteriormente como tratados vinculantes.



Escena imaginada sobre anclaje en un asteroide para desarrollar actividad minera [ExplainingTheFuture.com].

El marco convencional de la ONU sobre el espacio exterior

La ONU ha facilitado un régimen legal que permite el uso del espacio ultraterrestre en beneficio e interés de todos los países; independientemente del estado de desarrollo del país o de su participación efectivo en actividades/misiones espaciales. Dicho régimen desarrollado y adoptado por Naciones Unidas incluye las siguientes características:

1. La libertad de exploración y uso del espacio ultraterrestre⁷;
2. La prohibición de cualquier tipo de pretensión de soberanía territorial sobre los cuerpos celestes⁸;
3. Que las actividades espaciales deben realizarse de conformidad con el Derecho internacional⁹;
4. La obligación de usos y finalidades pacíficas de toda actividad desplegada en el espacio exterior¹⁰;
5. El reconocimiento de los derechos soberanos de los estados sobre objetos (por ellos) lanzados al espacio ultraterrestre¹¹;
6. La asunción de una irrestricta responsabilidad internacional por parte de los estados por sus

actividades espaciales nacionales¹²;

7. La obligación de evitar todo efecto nocivo por los experimentos desarrollados en el espacio ultraterrestre¹³;
8. La asistencia para los astronautas en caso de accidente o aterrizaje de emergencia¹⁴;
9. La promoción de la cooperación internacional en la exploración y en el uso del espacio ultraterrestre¹⁵.

Acuerdos adicionales

Bajo los auspicios de la ONU, varios estados han firmado sendos acuerdos adicionales relativos al uso del espacio ultraterrestre para las telecomunicaciones y otros fines. Así, la ONU encargó a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que gestione el cinturón GEO (la órbita geoestacionaria) con el fin de evitar interferencias físicas y electromagnéticas entre los diversos satélites y demás dispositivos. En consecuencia, la UIT es responsable de la asignación de "GEO slots" (espacios determinados o lotes dentro de la órbita geoestacionaria) a los estados miembros. Siendo que, estos últimos a

LA ONU ENCARGÓ A LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT) QUE GESTIONE LA ÓRBITA GEOESTACIONARIA. LA UIT ES RESPONSABLE DE LA ASIGNACIÓN DE "GEO SLOTS". A LOS ESTADOS MIEMBROS QUE A SU VEZ PUEDEN EXTENDER TALES ESPACIOS A EMPRESAS

su vez pueden extender tales espacios a empresas o compañías establecidas en sus respectivos territorios y/o reguladas por su derecho vernáculo.

Principios legales de la ONU sobre el espacio ultraterrestre

Vladimir Kopal argumenta sobre la adopción de la Declaración de Principios Jurídicos de 1963 que casi "todos los principios fundamentales del derecho espacial de nuestro tiempo se originaron en esta Declaración y aún proporcionan una imagen sucinta de la naturaleza general y el contenido de esta nueva rama del Derecho internacional"¹⁶. Si bien estos principios legales de la ONU sobre el espacio ultraterrestre no son vinculantes para el Derecho interno de los diversos estados (ni para la regulación/determinación de las relaciones jurídicas inter-estatales); la referenciada Declaración del año 1963 incluyó un conjunto de principios generales que caracterizan el estado legal del espacio ultraterrestre y los cuerpos celestes, delineando el alcance de la legalidad para las actividades de los estados en el entorno espacial.

LOS ESTADOS NO HAN SIDO CAPACES DE PONERSE DE ACUERDO. SI CONSIDERAR LOS RECURSOS COMO PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD O, POR EL CONTRARIO, CONSIDERARLOS COMO RES NULLIUS (COZA DE NADIE) Y POR TANTO PASIBLES DE SER APODERADOS POR AQUEL ESTADO O EMPRESA QUE LOS EXPLOTE

Tras la Declaración, el COPUOS desarrolló los siguientes principios legales sobre las actividades del espacio ultraterrestre:

1. Declaración de principios legales que rigen las actividades de los estados en la exploración y uso del espacio ultraterrestre (1963);
2. Principios que rigen el uso por estado de satélites artificiales de la Tierra para la transmisión internacional directa de televisión (1982);
3. Principios relacionados con la teledetección de la Tierra desde el espacio exterior (1986). Este principio establece el Derecho internacional sobre adquisición, difusión y uso de datos remotos detectados en el espacio ultraterrestre.
4. Principios relevantes para el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre (1992).
5. Declaración sobre la cooperación internacional en la exploración y el uso del espacio ultraterrestre en beneficio y en interés de todos los Estados, teniendo en cuenta especialmente las necesidades de los países en desarrollo (1996)¹⁷.

Desarrollo de normas en el espacio ultraterrestre

Los analistas internacionales sostienen que las normas de comportamiento referidas al orden público internacional pueden describirse como “reglas de tránsito voluntarias” que establecen estándares de conducta de referencia para mitigar las amenazas a la seguridad y a la estabilidad en el espacio ultraterrestre. La adopción del Tratado sobre el espacio ultraterrestre marcó el comienzo de un período en el que se apreció una gran voluntad política dirigida a la adopción de instrumentos jurídicos rígidos y formales.

Resoluciones de la ONU sobre el espacio ultraterrestre

Bajo los auspicios de la ONU, la Asamblea General de la ONU adoptó una serie de resoluciones relacionadas con las actividades

del espacio ultraterrestre. Las resoluciones más relevantes a los efectos de esta investigación son las siguientes:

1. Resoluciones 1721 A y B (XVI) del 20/12/1961 sobre el COPUOS, para el estudio e información sobre cuestiones legales relacionadas con el uso del espacio ultraterrestre.
2. Resolución 55/122 de 12/12/2000 cuyo párrafo 4 regula algunos aspectos relacionados con el uso de la órbita geostacionaria.
3. Resolución 59/115 del 12/10/2004 sobre el alcance y la aplicación del concepto de “Estado de lanzamiento”.
4. Resolución 62/101, de 17/12/2007, sobre la práctica de los Estados y las organizaciones intergubernamentales internacionales respecto del registro de objetos espaciales.
5. Resolución 62/217 de 22/12/2007 sobre el respaldo de las pautas de mitigación de desechos espaciales desarrolladas por el COPUOS.
6. Resolución 64/86 de 10/01/2009 sobre el marco de seguridad para aplicaciones NPS en el espacio ultraterrestre por parte del COPUOS¹⁸.

Comité Interinstitucional de Coordinación de Residuos Espaciales

En 2007, el Comité de Coordinación de Desechos Espaciales (IADC), publicó un conjunto de guías voluntarias diseñadas para reducir la creación de desechos orbitales. Estas guías incluyen:

La limitación de la producción de escombros/residuos durante las operaciones de rutina; la minimización del potencial de accidentes causados por rupturas/desprendimientos de fuselaje en órbita; la libre disposición de naves espaciales después de la misión; la prevención de colisiones en órbita; la prohibición de destrucción intencional de satélites.

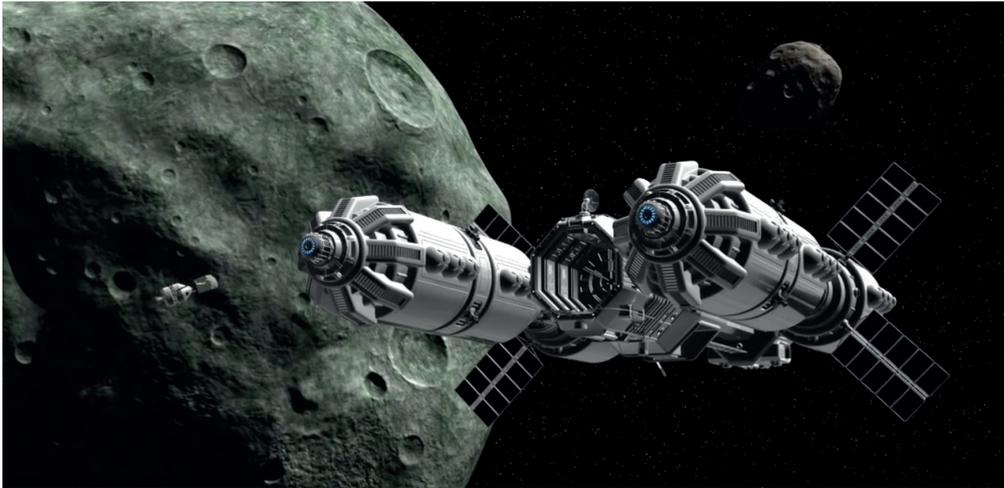
Asimismo, el Derecho espacial internacional contiene varias obligaciones y derechos de los estados que participan en activi-

dades del espacio ultraterrestre. Se han definido los roles, responsabilidades y responsabilidades por parte de los estados de lanzamiento (i.e.: aquellos desde los cuales se lanzan las naves o dispositivos espaciales). Extremos (todos estos) que vienen a configurar las bases de una nueva fase en la exploración del espacio exterior: la comercialización de las actividades y de recursos (directamente obtenidos) en el espacio exterior.

GESTIÓN DE RECURSOS RELEVANTES Y TRATADOS DE PATRIMONIO COMÚN

La regulación existente en materia de explotación de recursos del espacio ultraterrestre se construye sobre la base de amplios principios teóricos, contenidos en el primer acuerdo internacional de la ONU sobre dicha materia. Tales principios generales fueron suficientes para reglamentar el uso del espacio durante los años formativos de la era espacial, pero a medida que la actividad espacial ha ido floreciendo y desarrollándose, tal marco legal se ha quedado atrás. En adición a ello, los estados interesados en ampliar o especificar en mayor grado dicha legislación no han sido capaces (de momento) de ponerse de acuerdo acerca de cuál ha de ser el *thelos* de dicha normativa: si el considerar dichos recursos como patrimonio de la Humanidad toda o, por el contrario, considerarlos como *res nullius* (cosa de nadie) y por tanto pasibles de ser apoderados por aquel estado o empresa que les explote¹⁹.

Dentro del marco de la primera de las concepciones teleológicas —aquella referida a la doctrina del patrimonio común de la Humanidad—, se hallan las reglamentaciones hechas dentro del Sistema Universal de Naciones Unidas respecto de los fondos marinos profundos y del continente de la Antártida. El principio del patrimonio común constituye una alternativa para determinar los derechos de propiedad entre todas las naciones del mundo, respecto



Visiones sobre actividad de minería en asteroides [ExplainingTheFuture.com].

de los recursos provenientes tanto del espacio ultraterrestre, como del fondo marino o de la Antártida. Conforme al mismo, el territorio/suelo y los recursos naturales no pertenecen a ninguna nación, es decir, observan la cualidad de *res nullius* hasta que actividades como el descubrimiento, la exploración y/o la ocupación establezcan cierta soberanía nacional sobre ellos. Y decimos que se trata de “cierta soberanía” ya que los beneficios o ganancias que se obtengan sobre ellos, deberán beneficiar a toda la humanidad: ora mediante la directa distribución de tales recursos o el compartir plenamente la información científica o avances tecnológicos que de los mismos se derive; ora mediante la imposición de impuestos directos o indirectos sobre la comercialización de dichos recursos²⁰.

EN EL CASO DE SUELOS Y FONDOS MARINOS Y DE LA ANTÁRTIDA LOS TRATADOS VIGENTES HAN RESUELTO EL USO PACÍFICO, EL BENEFICIO COMÚN

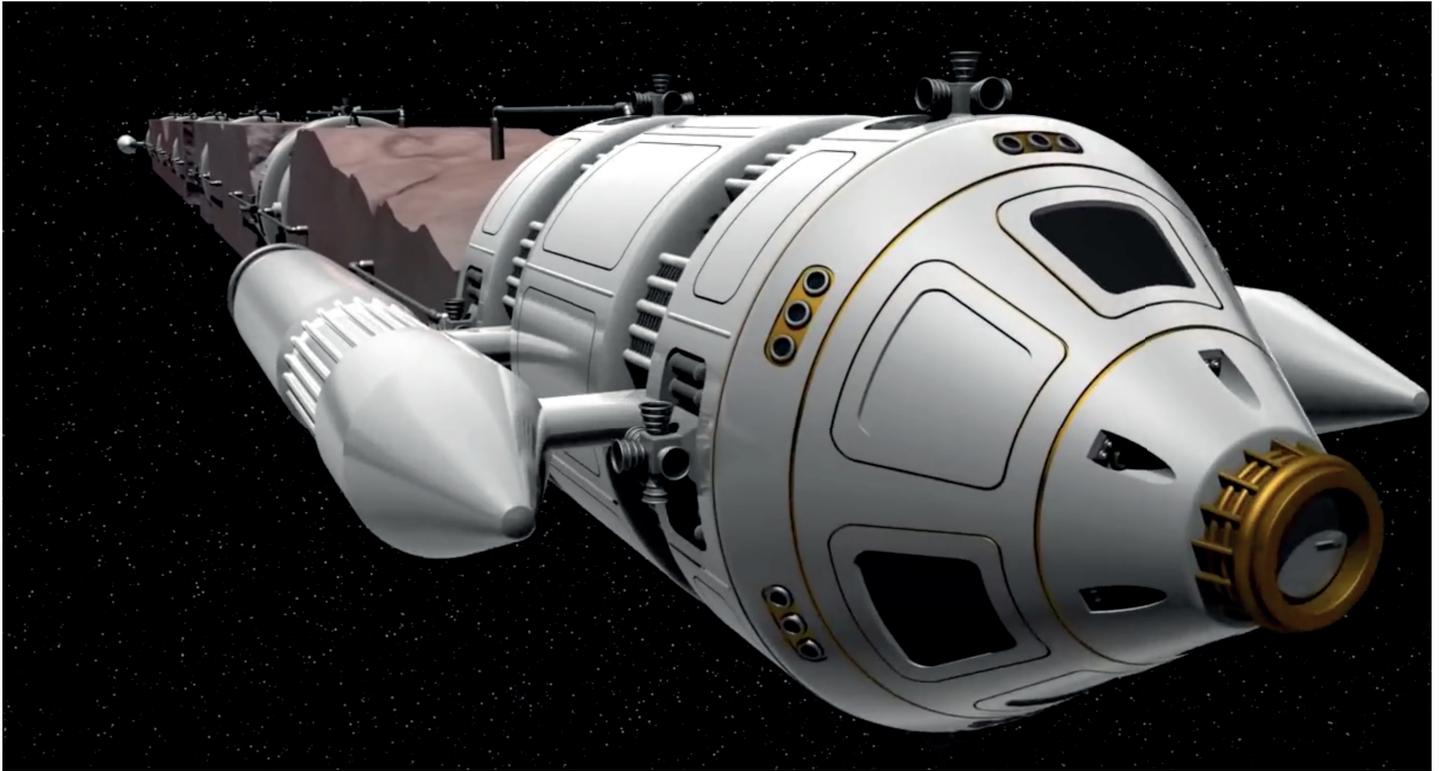
Así, en el caso puntual de los suelos y fondos marítimos y de la Antártida, y tras pasar por diversos marcos políticos y acuerdos internacionales, los países signatarios de los tratados y convenciones vigentes han resuelto suscribir la promoción “del uso pacífico de dichas áreas” y, por supuesto, del “beneficio común” que debería observar para toda la humanidad. Así, en el caso de la minería de los suelos y fondos marinos profundos según el Derecho internacional consuetudinario emergente de las (fallidas) Conferencias del Mar de la ONU, se sostiene: “La declaración de principios afirma la existencia de un área internacional libre de soberanía estatal, que no puede ser objeto de apropiación por ningún medio por parte de estados o personas privadas. Esta área constituye el patri-

monio común de la humanidad, y sus recursos deben ser explotados para el beneficio de la humanidad en su conjunto, y en particular de los países en desarrollo”²¹.

Probablemente en esta concepción/regulación que entiende los recursos como perteneciente a toda la humanidad, y a esta como beneficiaria de todos los beneficios netos de cualquier actividad industrial y/o comercial sobre los mismos, se ubique la razón por la cual existe una postura predominante por parte de la mayoría de los países con potencial financiero y tecnológico como para desempeñar tales actividades extractivas, de “mantener sus opciones abiertas” y de ahí que hayan decidido no firmar y/o ratificar el Acuerdo de la Luna.

Asimismo, y de conformidad con el contexto de otros tratados, como el correspondiente a la Oficina de Asuntos de Desarme de la ONU, se verifica la prohibición de cualquier tipo de emplazamiento de armas nucleares u otras armas de destrucción masiva, tanto en el lecho y el fondo oceánico, como en su subsuelo. Verificándose así una estricta exclusión de lo mencionado respecto de cualquier tipo de carrera armamentista (debiéndose puntualizar que así se acordó en pleno auge de la Guerra Fría). La misma prohibición existe para el continente antártico y para el espacio ultraterrestre, si bien es también cierto que sí se permite la presencia de personal y/o equipo militar en la medida que se empleen con fines únicamente pacíficos.

Cabe señalar que no existe una prohibición explícita sobre el empleo de energía nuclear o similares fuentes de energía, sino que entra en juego la responsabilidad de los Estados partes en caso de que ocurra cualquier incidente, ya sea por entidades gubernamentales o no gubernamentales. Hallándose los mismos extremos reglamentados en el Tratado sobre los principios que rigen las actividades de los estados en la exploración y uso del espacio ultraterrestre, incluida la Luna y otros



Escena imaginada del traslado de rocas de un asteroide para ser procesadas en la órbita lunar o terrestre [ExplainingTheFuture.com].

ELON MUSK HA SUGERIDO EL USO DE EXPLOSIONES NUCLEARES PARA ALTERAR LA ATMÓSFERA Y LA GEOGRAFÍA DE MARTE Y PASE A SER MÁS HABITABLE. ESTO ACREDITA LA URGENCIA DE REVISAR O NO, LA PROHIBICIÓN DE PONER ARMAS (EXPLOSIVOS) EN ÓRBITA

cuerpos celestes, tanto sea que dichas actividades sean desempeñadas por agencias estatales o paraestatales, como por entidades privadas (compañías o sociedades comerciales). Extremos estos que, por otra parte, no son más que ulteriores desarrollos (mejor dicho: precisiones) de las disposiciones del Tratado del Espacio Exterior del año 1967, que adoptan el principio de que los estados son —en última instancia— responsables, a la par que precisan sobre la obligación de cualquier operador —tanto público como privado— de obtener una autorización previa (licencias), de cumplir con las reglamentaciones nacionales e internacionales, y de resarcir por cualquier daño devenido por cualquier fallo o transgresión que pudiere ocurrir al momento de desplegar sus actividades industriales, mineras y/o comerciales²².

Sin perjuicio de lo anterior, se ha sostenido que aquellos estados dedicados a la minería deberían ser más activos en los diversos foros a los efectos de garantizar que se facilite una “era de libre utilización de los recursos”, aunque evitando un escenario desordena-

damente “libre para todos” y, por supuesto, compartir sus propias ideas y proyectos, reforzando su condición de nación líder en el sector minero²³. El primer punto de semejante contribución, debería versar sobre la redefinición de lo que la exploración y el uso del espacio significan en detalle. Se sabe que en el sector minero, la exploración puede incluir el muestreo, la obtención de pruebas y/o muestras, así como la cuantificación de recursos prospectivos incluso antes de que se pueda decidir la extracción formal de recursos.

Concordante con lo anteriormente dicho, son bien conocidas las actividades impulsadas por la industria, que conllevan la utilización de recursos explosivos y/o materiales nucleares, que estarían en franca oposición respecto de los artículos del tratado relacionados con la prohibición de colocar armas en órbita o sobre los cuerpos celestes (incluida la Luna). Así, por ejemplo, el fundador de SpaceX y CEO de Tesla, Elon Musk, ha sugerido el uso de explosiones nucleares para alterar la atmósfera y la geografía de

Marte, de manera que pase a ser más habitable. Estos extremos acreditan la urgencia y necesidad de revisar la prohibición convencional, debiendo resolver si debe reformarse o no dicho *status quo* convencional.

La mera introducción de tales consideraciones en los debates ha sacado el tema del estricto ámbito diplomático de las reuniones de la ONU, recayendo también en los foros legislativos domésticos. Así hallamos desarrollos como la Ley de Competitividad y Lanzamiento del Comercio Espacial (CSLCA) de Estados Unidos, que evidencian la existencia de la necesidad de discutir las actividades espaciales de las entidades privadas y el alcance de las mismas. Asegurando, de tal modo, la existencia de marcos jurídicos adecuados y robustos que den cabal respuesta a dichos extremos²⁴.

Así, los defensores de un modelo de explotación libre y no vinculado a una copropiedad de la Humanidad toda sobre los bienes y recursos provenientes del espacio ultraterrestre, argumentan que espacios como la Antártida o el suelo y subsuelo marítimo

terrestre, constituyen áreas finitas, con perspectivas de valoración determinables respecto de la explotación de sus recursos. Por el contrario, en el espacio exterior las perspectivas son vastas y demasiado significativas como para que los estados asuman jurídicamente —y se mantengan en los hechos vinculados— una posición de “grandes y recíprocas limitaciones, cuando no, de prohibición de explotación”. Siendo que las verdaderas limitaciones no son jurídicas ni políticas, sino que se centran en la información científica, la tecnología y la viabilidad económica general de tal explotación minera; y siendo que los estados —especialmente los mineros— responden a los cambios de clima económicos y políticos —y las actividades espaciales se extienden a ambos dominios—²⁵.

Aplicando estos desarrollos al caso de Sudáfrica, se ha dicho que los estados con experiencia en el sector minero pueden y deben desempeñar un papel activo en el desarrollo de esta normativa: intercambiando con el resto de operadores del sistema internacional de sus experiencias socio-económicas, proponiendo mejores prácticas y formas de explotación innovadoras; todo ello derivado de la gestión de los derechos mineros y sobre los recursos, de sus sistemas tributarios y de los marcos jurídicos vernáculos vigentes. De tal modo, ni bien la ONU lance la propuesta de regular las responsabilidades estatales, autorizaciones y/o responsabilidades de monitoreo (de la explotación por parte de terceros), el estado se halle a la vanguardia de aquellos países que puedan recomendar modelos comerciales para su consideración y adopción universal²⁶.

En lo que refiere a las implicaciones ambientales por la utilización de los recursos —las que suelen ser vastas y de larga duración— menester resulta que se les trate con la seriedad y atención que merecen. Especialmente si se trata de un país que observa problemas históricos (y actuales)

derivados de prácticas mineras adversas para con el medio ambiente (como el drenaje ácido de minas, la degradación del paisaje y otras diversas formas de contaminación). Es especialmente en dichos casos que los estados deberían moldear de manera proactiva —en vez de reactiva—, todo avance en la utilización de los recursos de los cuerpos celestes (incluida la Luna), aprendiendo de las deficiencias pasadas e innovando para enfrentar los desafíos futuros y mitigar esos efectos perniciosos inevitables, de la mejor manera posible. El Artículo IX del Acuerdo de la Luna, como se describió anteriormente, respalda tal postura.

En atención a lo previamente establecido, la teleología que subyace al Acuerdo de la Luna se presenta hoy absurdamente restrictiva y, en cierta forma, postula una “negación de lo inevitable”. Puesto que la realidad inevitablemente indica que la explotación de los cuerpos celestes será un hecho en un futuro cercano; y es simplemente una cuestión de que se den las variables que la hagan económicamente viable y atractiva, i.e.: un desarrollo de la tecnología requerida a todos los niveles menesteres para la explotación y transporte, una navegación espacial que llegue sin mayores inconvenientes al cinturón de asteroides (allende Marte), así como que el precio a obtener por dicha explotación resarza con creces los costes de la operación (extracción+transporte).

Respecto de esto último, ha de considerarse el siguiente pasaje extraído de la obra de uno de los mayores divulgadores de astrofísica de hoy en día, el norteamericano Michio Kaku: “En cierto sentido, los asteroides son minas de oro voladoras en el espacio exterior. Por ejemplo, en junio de 2015, uno de ellos se acercó a 1,6 millones de kilómetros de la Tierra, aproximadamente cuatro veces la distancia entre esta y la Luna. Medía unos 900 metros de diámetro y se calculó que su núcleo contenía noventa millones

EL ACUERDO DE LA LUNA SE PRESENTA HOY ABSURDAMENTE RESTRICTIVO. PUESTO QUE LA REALIDAD INDICA QUE LA EXPLOTACIÓN DE LOS CUERPOS CELESTES SERÁ UN HECHO; Y ES SIMPLEMENTE UNA CUESTIÓN DE QUE SE DEN LAS VARIABLES QUE LA HAGAN ECONÓMICAMENTE VIABLE Y ATRACTIVA

de toneladas de platino, valoradas en 5,4 billones de dólares. Planetary Resources calcula que el platino contenido en un asteroide de solo treinta metros podría valer de 35.000 a 50.000 millones de dólares. La compañía ha llegado a elaborar una lista de pequeños asteroides cercanos que están listos para ser explotados. Si se lograra acercar uno de ellos a la Tierra, contendría un filón de minerales que rendiría muchas veces lo invertido”²⁷.

De tal modo, el discurso para la extracción y utilización de los recursos espaciales, tal como se presenta desde el punto de vista de otros tratados terrestres similares y bajo el prisma de la realidad, sugiere que los estados deban conducir sus consensos hacia soluciones pragmáticas y, lo que es más importante, establecer marcos de regulación que no sean restrictivos sino facilitadores de la explotación industrial.

Resulta mucho más relevante, desde el punto de vista de la seguridad internacional, el fomentar este tipo de extracciones industriales en detrimento de las que se desarrollan en el ecosistema terrestre, y revertir de tal modo los enormes perjuicios que tales industrias generan sobre los recursos naturales y la salud de la biosfera de la Tierra. Ello, sin obviar que los minerales que se obtendrán de los asteroides facilitarán el desarrollo de energías limpias y renovables, preservando los recursos siempre limitados de nuestro planeta. Lo anterior no es óbice, sin embargo, de que reglamenten férreos controles ex ante (i.e.: licencias de explotación) puesto que un error en el procedimiento de extracción puede generar graves efectos para la seguridad del planeta, como el desvío de un asteroide de su órbita dentro del cinturón de asteroides y que el mismo pudiere terminar impactando con la Luna o contra satélites artificiales u otras instalaciones espaciales.

Si la transparencia se inculca en el procedimiento productivo desde el principio, en concordancia

con lo regulado en el artículo XII del Acuerdo de la Luna, habilitando la apertura de las instalaciones espaciales y demás medios (bajo el principio de reciprocidad) entre los estados y sus actores privados, entonces —y sólo entonces— se podrán dar grandes pasos²⁸.

LA LEY DE COMPETITIVIDAD Y LANZAMIENTO DEL COMERCIO ESPACIAL DE EE.UU.

Brevemente, hemos de referir que la CSLCA es una ley de los Estados Unidos que actualiza la legislación federal relativa al comercio en el espacio ultraterrestre. La ley apunta principalmente a generar un mayor desarrollo del referido sector comercial, específicamente con respecto al turismo espacial y a la explotación minera de asteroides. Con respecto a esto, también fija como objetivo, el agilizar el proceso regulatorio, v.gr., restringiendo la participación de la Autoridad Federal de Aviación (FAA) en lo que se considera una fase de incubación (o “período de aprendizaje”) en el desarrollo del espacio comercial²⁹.

Esencialmente, la ley busca adaptar leyes estadounidenses como la Ley de Política de Teledetección Remota de 1992, la Ley de Espacio Comercial de 1998 y las Leyes de Autorización de Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de 2005, 2008 y 2010. Por lo tanto, la ley de 2015 es parte integrante de un sistema legal y políticas económicas y sociales debidamente codificadas³⁰.

La norma se estructura en cuatro áreas principales: 1) fomentar la competitividad aeroespacial privada y el espíritu empresarial; 2) reglamentar la teledetección con fines comerciales; 3) definir la estructura y fines de la oficina de comercio espacial y; 4) fomentar la exploración y utilización de recursos espaciales. Si bien la Ley se concentra principalmente en mejorar la comprensión de la política espacial de EE.UU. y hacer pequeños ajustes a la redacción de otras leyes espaciales previas,

MIENTRAS QUE EE.UU. LIDERA A LA COMUNIDAD INTERNACIONAL CON LA FORMULACIÓN DE UN MARCO LEGAL SOBRE LA EXTRACCIÓN DE RECURSOS. MUCHOS PAÍSES CARECEN DE UN MARCO TAN COHERENTE PARA REGULAR LA EXTRACCIÓN DE RECURSOS EN EL ESPACIO

la sección final (aunque breve) sobre minería espacial y los derechos relevantes vinculados a la actividad, es la que ha captado la mayor atención del público.

Si bien la ley fue de adopción bipartidista, la oposición a la misma, desde dentro de los EE.UU., ha provenido desde varios ángulos: algunos representantes demócratas y entidades como American Association for Justice, Alliance for Justice, Center for Justice & Democracy, Consumer Watchdog, National Consumers League, Network for Environmental and Economic Responsibility of United Church of Christ, Protect All Children’s Environment and Public Citizen, por nombrar algunos. La queja básica de todos estos grupos de presión radica en que la ley prohíbe a la FAA implementar regulaciones de seguridad para los pasajeros —por al menos un período de 10 años—.

Conectado a esto, la ley observa cierto impacto negativo (y potencial) sobre los derechos de las personas, al estipular una exención de responsabilidad en el caso de accidentes en vuelos espaciales. Del punto de vista meramente jurisdiccional, la ley impone la jurisdicción federal a la estatal, pero va mucho más lejos: limita (mejor, niega toda legitimidad) al Congreso federal para investigar o examinar posibles consecuencias no deseadas o efectos negativos o accidentes. Asimismo, establece derechos de propiedad a empresas privadas sin que puedan ser objeto de ninguna revisión; lo que prima facie suscita una serie de cuestiones legales y políticas de difícil resolución³¹.

Sin perjuicio de lo anterior, la principal crítica a la ley radica en su *thelos*: que se lee más como una “lista de deseos” de la industria, con poca —o ninguna— preocupación real por los participantes de los vuelos espaciales o de las actividades de extracción y transporte minero. Aquí se advierte la acción de un fuerte lobby por parte de la incipiente industria espacial, quien presionó para que la mayor parte de las disposiciones

legales se ajusten a las necesidades y conveniencias de la misma.

Ya en un plano internacional, la referenciada ley ha sido el blanco de numerosas críticas, siendo la principal de ellas, su incompatibilidad con el régimen establecido por el Tratado del Espacio Ultraterrestre de la ONU de 1967 y el Acuerdo de la Luna de 1984. Sin perjuicio de tan severos cuestionamientos, Obama promulgó la nueva ley el 25 de noviembre de 2015³².

OTROS MARCOS LEGALES NACIONALES EXISTENTES O EN DESARROLLO

Mientras que Estados Unidos lidera a la comunidad internacional con la formulación y promulgación de un marco legal sobre la extracción de recursos y la utilización del espacio (mediante la aprobación de la CSLCA de 2015), muchos países carecen de un marco tan coherente para regular y gestionar la extracción de recursos en el espacio ultraterrestre. A pesar de ello, existen marcos nacionales que regulan las actividades espaciales generales entre la mayoría de los países que realizan actividades comerciales y/o científicas en el espacio. Normativas nacionales a las que se suman las recientes iniciativas de países como Luxemburgo y los Emiratos Árabes Unidos, que demuestran avances en la redacción de marcos específicos para la extracción de recursos espaciales.

De tal modo, China, a través de su Administración Espacial Nacional (CNSA), ha enfatizado históricamente las actividades espaciales para estimular el desarrollo tecnológico y para utilizar las aplicaciones espaciales para estimular su desarrollo económico. Sin embargo, recientemente ha llevado a cabo nuevas actividades adicionales en el espacio, que incluyen vuelos espaciales tripulados, y el desarrollo de aplicaciones militares en el espacio³³.

Por su parte, la India —a través de su agencia espacial: la Organización de Investigación Espacial

de la India (ISRO)— tradicionalmente se ha dedicado también a actividades espaciales, especialmente lanzamientos y operaciones satelitales, con fines de comunicaciones y observación de la Tierra. “Desde su inicio, el programa espacial indio se ha orquestado bien y tenía tres elementos distintos: satélites para comunicación y teledetección, el sistema de transporte espacial y los programas de aplicación”. Como tal, se ha orientado hacia el uso de actividades espaciales para alcanzar sus propios objetivos (nacionales) de desarrollo, aunque ahora está cambiando su enfoque para incluir también misiones científicas y de investigación como parte de su programa espacial. Extremos que se evidenciaron mediante el lanzamiento de ASTROSAT, un satélite de investigación astronómica especialmente orientado al cinturón de asteroides y a Marte³⁴.

Japón, impulsado en gran medida por su Agencia de Exploración Aeroespacial (JAXA), en los últimos años ha venido cambiando sus tradicionales finalidades de exploración científica de la Tierra y telecomunicaciones, expandiéndose a aplicaciones militares con la aprobación de la Ley Espacial Básica en 2008. Aunque Japón, del mismo modo que China y la India, carece de un marco de extracción de recursos espaciales, de su legislación emergen principios rectores para el desarrollo futuro de dicho marco. Estos principios (seis) se encuentran en la Ley Espacial Básica e incluyen el uso pacífico del espacio, la mejora de la vida de las personas, el desarrollo de la industria, la prosperidad de la sociedad humana, la promoción de la cooperación internacional y la consideración por el medio ambiente³⁵.

Aunque no se trate de un poder espacial tan significativo como los anteriores, los Emiratos Árabes Unidos (EAU) —representados por su Agencia Espacial— merecen mención, ya que han declarado públicamente su intención de promulgar una nueva ley este mismo año 2020 (están trabajando en



Visión sobre extracción de minerales en un asteroide [ExplainingTheFuture.com].

ello desde 2016) por la pretender regular la exploración espacial humana y actividades industriales/comerciales como la minería. De hecho, dados sus objetivos —que incluyen el de “proporcionar un entorno regulador competitivo que atraiga al sector privado y las inversiones en el campo del espacio ultraterrestre—”, los EAU pueden estar posicionándose para competir con los EE.UU. en lo referido a la captación de empresas y de inversores para la explotación minera espacial³⁶.

Lo referido acerca de las prácticas y políticas espaciales asiáticas, pese a la naturaleza cambiante de los programas espaciales asiáticos, sin embargo no presentan indicaciones claras acerca de cómo se podrían desarrollar unos marcos legales sobre la extracción de recursos espaciales por parte de ellos, compatibilizándolo con la adopción de enfoques comunes (*i.e.*: de dichos recursos como “patrimonio de la humanidad”). El desarrollo nacional y los intereses políticos de cada economía varían, y esto puede dar lugar a diversos enfoques por parte de tales marcos.

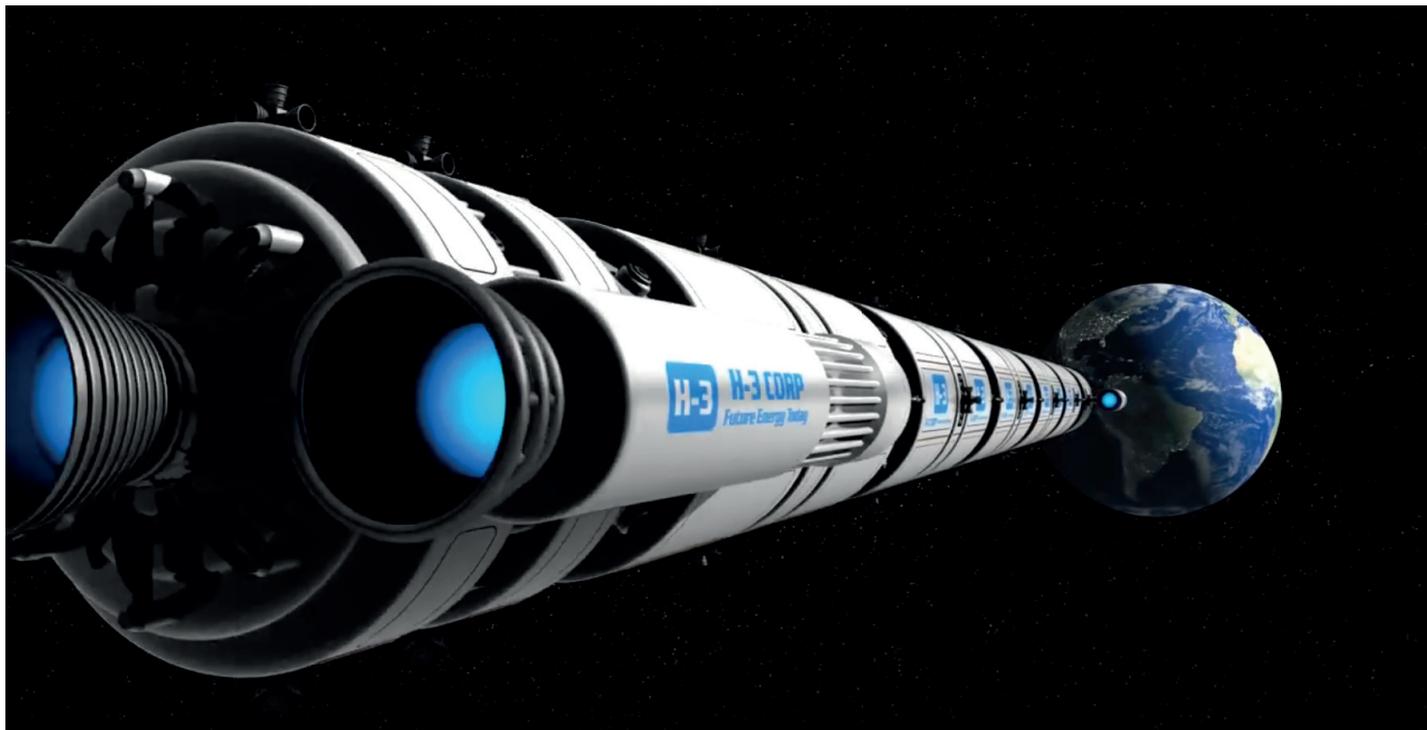
Europa, por su parte, incluye algunas de las principales potencias espaciales del mundo, incluyendo a la Agencia Espacial Europea (ESA) como organización espacial intergubernamental vinculada a la Unión Europea, y la Agencia Espacial Rusa (Roscosmos).

La ESA es una agencia espacial avanzada que realiza actividades en diversas áreas, incluyendo la observación de la Tierra y la teledetección, comunicaciones, expediciones científicas e investigación, y vuelos espaciales tripulados. Como la ESA informa, “sus Estados miembros acordaron proporcionar y promover, con fines exclusivamente pacíficos, la cooperación en la investigación y desarrollo de tecnología espacial y de sus aplicaciones espaciales, con miras a su uso con fines científicos y para aplicaciones espaciales operacionales sistemas”³⁷.

Estos objetivos no incluyen fines comerciales ni industriales (por lo que no se hallarían incluidas las actividades de minería espacial). Sin embargo, las normas y reglamentos de política industrial de la ESA, aunque se centran principalmente en el retorno de las inversiones para sus estados miembros, sugieren que la ESA está interesada en garantizar que las empresas europeas sigan siendo competitivas para el desarrollo de actividades espaciales, por lo que no sería difícil interpretar la inclusión de la minería espacial y, desde ahí, puedan prestarse para formular en el futuro un marco de extracción de recursos espaciales que busque un objetivo similar para “mejorar la competitividad mundial de la industria europea”³⁸.

Del mismo modo, la agencia rusa Roscosmos sigue siendo un

LA ESA ESTÁ INTERESADA EN GARANTIZAR QUE LAS EMPRESAS EUROPEAS SIGAN SIENDO COMPETITIVAS PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ESPACIALES, POR LO QUE NO SERÍA DIFÍCIL INTERPRETAR LA INCLUSIÓN DE LA MINERÍA ESPACIAL



Visión de un convoy espacial para el traslado de helio 3 a la Tierra [ExplainingTheFuture.com].

AUNQUE RUSIA NO HA DESARROLLADO MARCOS QUE REGULEN ESTE TIPO DE ACTIVIDADES, INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN RUSOS Y LA PROPIA ROSCOSMOS PROMUEVEN ASENTAR EN LA LUNA UNA BASE PERMANENTE PARA LA EXTRACCIÓN DE RECURSOS MINERALES

actor espacial internacional líder, con actividades espaciales en muchas áreas que incluyen la observación de la Tierra para la gestión ambiental y de desastres, el desarrollo y seguimiento de los sistemas de navegación, las telecomunicaciones, los vuelos espaciales tripulados, y la investigación científica espacial. Aunque Rusia no ha llevado a cabo actividades de extracción de recursos espaciales, ni ha desarrollado marcos jurídicos o administrativos que regulen este tipo de actividades, relevantes institutos de investigación rusos y la propia Roscosmos han producido informes que promueven proyectos para asentar en la Luna una base permanente para la extracción de recursos minerales. Aunque la extracción real de recursos bajo la referida misión (llamada “Luna-25”) probablemente no podrá llevarse a cabo en menos de una década, esta propuesta de Roscosmos sugiere la seriedad con la que Rusia apuesta a acceder al mercado de la minería espacial³⁹.

Finalmente, Luxemburgo, aunque carece de una agencia del tamaño de la ESA o de Roscosmos, pretende desarrollar un nicho de mercado para la industria de extracción de recursos espaciales a

través del desarrollo de un marco jurídico y administrativo nacional, llamado *spaceresources.lu*. Luxemburgo, actualmente sirve como la sede de la compañía de telecomunicaciones satelitales más grande del mundo (SES), y busca atraer inversiones a la industria de la minería espacial, mediante el apoyo a la investigación y al desarrollo de tecnologías y maquinaria de minería espacial. Claramente, la política conducida por el pequeño estado europeo se enmarca en el diseño de la CSCLA de EE.UU. más que en la política de “patrimonio común de la humanidad” del sistema de Naciones Unidas. Así, cuando interpe-laron al ministro de economía de Luxemburgo acerca de cómo podrían compatibilizarse ambos modelos normativos, el mismo expresó: “Estas reglas prohíben la apropiación del espacio y los cuerpos celestes, pero no excluyen la apropiación de materiales que se pueden encontrar allí”⁴⁰.

CONCLUSIONES

Por su relevancia, así como por corresponder a la mayor economía del mundo (la que más cantidad de nuevas patentes industriales

emite anualmente, por encima de las del resto de naciones juntas), la CSLCA se erige en el modelo legislativo y de política de fomento industrial y comercial de la minería espacial, capaz de *aggionar* — cuando no sustituir— al vetusto régimen emanado de los instrumentos de Naciones Unidas. De ahí que se eche en falta una mayor reglamentación y detalle por parte de la misma, especialmente en lo referente a su sección final (relativa a la exploración y utilización comercial de recursos espaciales). Esta sección regula someramente cuestiones relativas a seguridad (indicando que la extracción y manipulación de los recursos ha de estar “libre de interferencias perjudiciales”), así como un régimen de supervisión continua (de entidades no gubernamentales, del tipo de *compliance programs*). Aparte de ello, no se encuentran sino regulaciones que apuntan a una estipulación o mandato comercial (y hasta cierto punto también financiero).

Sin embargo, la principal falencia del régimen legislativo radica en su falta de enfoque internacional en lo que a su aplicabilidad refiere. Ello, puesto que a través de la referenciada ley solo los ciu-

dadanos y las entidades empresariales estadounidenses pueden reclamar derechos de propiedad sobre los minerales extraídos. Careciendo de toda reglamentación respecto de cómo resolver conflictos de intereses, o disputas territoriales entre entidades estadounidenses y no estadounidenses (ya sea que estén amparadas por el marco regulatorio de algún otro estado, o no). Esto evidencia la pérdida de una gran oportunidad para los norteamericanos. Me explico: en el caso de una exploración industrial y/o comercial sobre los fondos marinos profundos, el Congreso de los Estados Unidos reconoce los derechos que puedan emerger del marco regulatorio de leyes estatales recíprocas (y ello a los efectos de resolver cuál de las dos partes, goza de mejor derecho sobre su pretensión).

En el caso de la CSCLA, no obstante, los americanos parecen asumir (no sin cierta arrogancia) que son los únicos con posibilidad de encausar y practicar este tipo de explotación espacial en un futuro cercano. El problema, sin embargo, radica en que con este enfoque aislado, la certeza de los derechos mineros de un asteroide se podrá ver altamente comprometida. Puesto que si bien es cier-

to que ningún estado extranjero (o entidad regulada por el derecho de aquel) podría ser obligado a aceptar o ratificar la ley estadounidense para asegurar sus derechos de propiedad, la CSCLA hubiese configurado un proto-marco internacional/cooperativo, que posicionara a EE.UU. como líder mundial indiscutible a este respecto, si hubiera incluido una cláusula de reconocimiento recíproco en la que otorgase prevalencia a la jurisdicción norteamericana (*i.e.*: estableciendo un estándar cooperativo *de facto*, como sucede con tantas cuestiones relacionadas con el Derecho Internacional privado).

El fuerte enfoque nacional de la CSCLA, preocupada solamente en sus operadores intra-nacionales, conlleva invariablemente una absurda despreocupación por el relacionamiento (y eventuales conflictos de intereses) respecto de terceros estados o entidades industriales y/o comerciales de aquellos. De ahí que la reglamentación actual de la CSCLA no se pueda valorar como el marco jurídico más viable y eficaz a los efectos de configurar un sistema regulatorio universal respecto de la explotación minera espacial.

Sin embargo, aún con esas fallencias, la CSCLA —al igual que

CASI NINGÚN PAÍS (MENOS AÚN UNA EMPRESA PRIVADA) QUE SE HALLE A LA VANGUARDIA TECNOLÓGICA Y CUENTE CON LOS MEDIOS ECONÓMICOS PARA DESARROLLAR EXPLOTACIONES EN EL ESPACIO EXTERIOR, ESTARÁ DISPUESTO A ACEPTAR QUE LA ONU EXIJA EL REPARTO IRRESTRICTO DE TODO BENEFICIO OBTENIDO

las noveles legislaciones de Luxemburgo y de los E.A.U.—, sí presenta *un punto de partida* viable para la construcción de dicho (nuevo) sistema. Lo dicho, puesto que casi ningún país (menos aún una empresa privada) que se halle a la vanguardia tecnológica y cuente con los medios económicos suficientes como para desarrollar tal tipo de explotaciones en el espacio exterior, estará dispuesto a aceptar aquellas reglas estipuladas por la ONU respecto del reparto irrestricto de todo beneficio o ganancia obtenida, entre las naciones menos favorecidas o a favor del organismo administrativo de la ONU de turno...

Claro que lo expuesto solo puede significar un punto de partida. Un punto de partida que requerirá de muchos intercambios de pareceres e informes técnicos entre los agentes interesados (ora públicos, ora privados), y de muchísimas idas y venidas antes de obtener el diseño definitivo del referenciado marco/sistema legal. Mas, en todo caso, se tratará del punto de partida de la regulación de un fenómeno que ya ha dejado de ser una mera conjetura (casi de ciencia ficción), para pasar a ser una realidad que se halla a la vuelta de la esquina. •

NOTAS

1. Kaku, Michio. *El futuro de la Humanidad. La colonización de Marte, los viajes interestelares, la inmortalidad y nuestro destino más allá de la Tierra*, Penguin/Random House, Barcelona, 2019, pp. 73 y ss.
2. UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs). *Tratados y Principios de Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre*, 2002, en: <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf> (última entrada, 31 de enero de 2020).
3. Coffey, S. *Establishing a legal framework for property rights to natural resources in Outer Space*, en *Case Western Reserve's Journal of International Law* n.º 41 (1), 2009, pp. 119 y ss.
4. UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs). *Tratados y Principios de Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre*, 2002, en: <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf> (última entrada, 31 de enero de 2020), pp. 3 y ss.
5. UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs). *Tratados y Principios de Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre*, 2002, en: <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf> (última entrada, 31 de enero de 2020), p. 7.
6. UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs). *Tratados y Principios de Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre*, 2002, en: <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf> (última entrada, 31 de enero de 2020), pp. 41 y ss. También vide: Martínez, P. *Role of COPUOS in Promoting Sustainability of Outer Space Activities*, UNIDIR Space Security Conference, 2013.
7. Indica el art. I del Tratado sobre los Principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del Espacio Ultraterrestre, incluyendo la Luna y otros Cuerpos Celestes: "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 internacional en dichas investigaciones”.

8. Indica el Art. II del precitado Tratado:

“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”.

9. Así, en el Art. III del Tratado, se indica: “Los Estados Partes en el Tratado deberán realizar sus actividades de exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, de conformidad con el derecho internacional, incluida la Carta de Naciones Unidas, en interés del mantenimiento de la paz y la seguridad internacionales y del fomento de la cooperación y la comprensión internacionales”.

10. Cfr. Art. IV: “Los Estados Partes en el Tratado se comprometen a no colocar en órbita alrededor de la Tierra ningún objeto portador de armas nucleares ni de ningún otro tipo de armas de destrucción en masa, a no emplazar tales armas en los cuerpos celestes y a no colocar tales armas en el espacio ultraterrestre en ninguna otra forma.

La Luna y los demás cuerpos celestes se utilizarán exclusivamente con fines pacíficos por todos los Estados Partes en el Tratado. Queda prohibido establecer en los cuerpos celestes bases, instalaciones y fortificaciones militares, efectuar ensayos con cualquier tipo de armas y realizar maniobras militares. No se prohíbe la utilización de personal militar para investigaciones científicas ni para cualquier otro objetivo pacífico. Tampoco se prohíbe la utilización de cualquier equipo o medios necesarios para la exploración de la Luna y de otros cuerpos celestes con fines pacíficos”.

11. Cfr. Art. 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”.
12. Cfr. Art. VII: “Todo Estado Parte en el Tratado que lance o pro-

mueva el lanzamiento de un objeto al espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, y todo Estado Parte en el Tratado, desde cuyo territorio o cuyas instalaciones se lance un objeto, será responsable internacionalmente de los daños causados a otro Estado Parte en el Tratado o a sus personas naturales o jurídicas por dicho objeto o sus partes componentes en la Tierra, en el espacio aéreo o en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes”.

13. Cfr. Art. IX: “(...) Los Estados Partes en el Tratado harán los estudios e investigaciones del espacio ultraterrestre, 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 (...)”.

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

Al realizar actividades en el espacio ultraterrestre, así como en los cuerpos celestes, los astronautas de un Estado Parte en el Tratado deberán prestar toda la ayuda posible a los astronautas de los demás Estados Partes en el Tratado.

Los Estados Partes en el Tratado tendrán que informar inmediatamente a los demás Estados Partes en el Tratado o al Secretario General de Naciones Unidas sobre los fenómenos por ellos observados en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, que podrían constituir un peligro para la vida o la salud de los astronautas”.

15. Cfr. Art. IX *ab initio*: “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 ultraterrestre, incluso en la Luna y otros cuerpos celestes, deberán tener debidamente en cuenta los intereses correspondientes de los demás Estados Partes en el Tratado”.

Asimismo, el art. XI expresa:

“A fin de fomentar la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, los Estados Partes en el Tratado que desarrollan actividades en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes,

- convienen en informar, en la mayor medida posible dentro de lo viable y factible, al Secretario General de Naciones Unidas, así como al público y a la comunidad científica internacional, acerca de la naturaleza, marcha, localización y resultados de dichas actividades. El Secretario General de Naciones Unidas debe estar en condiciones de difundir eficazmente tal información, inmediatamente después de recibirla”.
16. Kopal, V. *The Role of United Nations Declarations of Principles in the Progressive Development of Space Law*, en: *Journal of Space Law* n.º 16 (1), 1998, pp. 5 y ss..
 17. Los textos de estos instrumentos jurídicos citados, así como de otras normativas o iniciativas nacionales que serán analizadas en este ensayo *ad infra*, pueden consultarse en: <https://www.unoosa.org/oosa/documents-and-resolutions/search.jsp> (última entrada, 31 de enero de 2020).
 18. Sobre las Resoluciones de la Asamblea General, vide: UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs). *Tratados y Principios de Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre*, 2002, en: <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf> (última entrada, 31 de enero de 2020), pp. 41 y ss.
 19. Cfr. AAVV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p. 18. Asimismo: Ervin, S. *Law in a Vacuum: The Common Heritage Doctrine in Outer Space Law*, College International and Comparative Law Review n.º 7 (vol.2), Boston, 1984, pp. 403 y ss.
 20. Al respecto vide: Herber, B. *Mining or World Park? A Politico-Economic Analysis of Alternative Land Use Regimes in Antarctica*, National Resources Journal n.º 31 (vol. IV), 1991, pp. 840 y ss.
 21. Naciones Unidas. Resolución n.º 2749 de la Asamblea General, *Declaración de los principios que regulan los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional*, en: [https://undocs.org/es/A/RES/2749\(XXV\)](https://undocs.org/es/A/RES/2749(XXV)) (última entrada 01/02/2020).
 22. Sobre el texto del Tratado Antártico y sobre las funciones de su Secretaría (sita en la ciudad de Buenos Aires), vide: <https://www.ats.aq/s/antarctic treaty.html> (última entrada 1/2/2020).
 23. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View From an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Cham, 2018, pp. 18 y ss.
 24. Cfr. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p. 20. Asimismo, Kaku, Michio. *El futuro de la Humanidad. La colonización de Marte, los viajes interestelares, la inmortalidad y nuestro destino más allá de la Tierra*, Penguin/Random House, Barcelona, 2019, pp. 73 y ss.
 25. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p. 22.
 26. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p. 42.
 27. Kaku, Michio. *El futuro de la Humanidad. La colonización de Marte, los viajes interestelares, la inmortalidad y nuestro destino más allá de la Tierra*, Penguin/Random House, Barcelona, 2019, p. 74.
 28. Señala el Art. XII: “Todas las estaciones, instalaciones, equipo y vehículos espaciales situados en la Luna y otros cuerpos celestes serán accesibles a los representantes de otros Estados Parte en el presente Tratado, sobre la base de reciprocidad. Dichos representantes notificarán con antelación razonable su intención de hacer una visita, a fin de permitir celebrar las consultas que procedan y adoptar un máximo de precauciones para velar por la seguridad y evitar toda perturbación del funcionamiento normal de la instalación visitada”.
 29. Se puede consultar el texto de la Ley en: <http://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262/text> (último acceso, 02/02/2020).
 30. Cfr. Smith, M. *Space Law Activities*, en: <http://www.spacepolicyonline.com/space-law> (último acceso 15/11/2019).
 31. Messier, D. *House of Democrats Slam SPACE Act as “Commercial Space Industry Wish List”*, en: <http://www.parabolicarc.com/2015/05/21/house-democrats-slams-space-act-commercial-space-industry-wish-list/> (último acceso: 15/11/2019).
 32. Cfr. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p. 26.
 33. Cfr. Suzuki, K. *Asia in Space*, Space & Society Course, Universidad de Cape Town, Sudáfrica, 2016.
 34. Indian Space Research Organisation. *Genesis*, en: <http://www.isro.gov.in/about-isro/genesis> (último acceso: 17/11/2019).
 35. Suzuki, K. *Asia in Space*, Space & Society Course, Universidad de Cape Town, Sudáfrica, 2016.
 36. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p.28. También: Messier, D. *UAE Space Agency to Unveil Strategy, Operational Plan on Monday*, en: <http://www.parabolicarc.com/2015/05/24/uae-space-agency-unveil-strategy-operational-plan-monday/> (último acceso: 17/11/2019).
 37. Agencia Espacial Europea. *Regulaciones de la Agencia Espacial Europea: Política industrial, reglas y reglamentaciones*, Bruselas, 2015.
 38. AA. VV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, pp. 28-30. También: European Space Agency. *Regulations of the European Space Agency: Industry Policy Rules and Regulations*, en: [http://esamultimedia.esa.int/docs/LEX-L/Contracts/ESA_REG_009_Geo_return_coeff_\(extranet\).pdf](http://esamultimedia.esa.int/docs/LEX-L/Contracts/ESA_REG_009_Geo_return_coeff_(extranet).pdf) (último acceso: 17/11/2019).
 39. Jamasmie, C. *Russia pushes forward plans to mine the moon*, en: <http://www.mining.com/russia-pushes-forward-plans-to-mine-the-moon-13769/> (último acceso: 17/11/2019). Rossenfeld, E. *Russian firm proposes \$9.4B moon base for mining*, en: <http://www.cnbc.com/2015/01/02/russian-firm-proposes-94b-moon-base-for-mining.html> (último acceso: 17/11/2019). AAVV. *Space Resource Utilization: A View from an Emerging Space Faring Nation*, Springer, Berlin, 2018, p.29.
 40. Declaración que se puede consultar en: <http://www.bbc.com/news/science-environment-35482427>. También, al respecto, vide: Calderon, Justin. *Por qué Luxemburgo se convirtió en el líder de la nueva carrera por la explotación de la minería espacial*, en: <https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-45006143> (último acceso: 17/11/2019).

Lecturas recomendadas



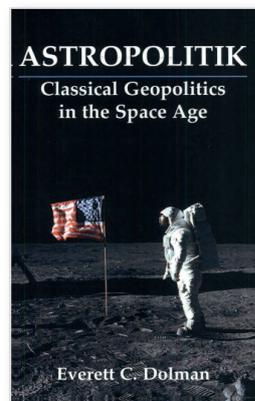
Los señores del espacio. Elon Musk, Jeff Bezos y la cruzada para colonizar el universo

DAVENPORT, C.
Barcelona, Editorial Planeta
368 pp. 2019

Luis V. Pérez Gil

Los señores del espacio es un libro dedicado a los protagonistas de la “segunda carrera espacial”, empresarios que fundaron empresas aeroespaciales de la nada. Estos empresarios habían cosechado grandes éxitos en otras ramas de la nueva economía de la sociedad de la información y tenían grandes sueños personales sobre el espacio y los viajes espaciales. Además, comparan la cualidad de una fe casi mesiánica en el éxito de sus empresas, de modo que solo pueden ser parados cuando literalmente se les acaba

el dinero. Elon Musk, con SpaceX, Jeff Bezos, con Blue Origin, o Richard Branson, con Virgin, se encontraron primero con la indiferencia de los principales estamentos del sector aeroespacial americano y, después, con la oposición de la NASA y del conglomerado de grandes corporaciones aeronáuticas americanas, como Boeing, Lockheed o Grumman, que dominaban un mercado que se había vuelto ineficiente y fuertemente subvencionado por el gobierno con miles de millones de dólares para un viaje que desde hacía varias décadas no llevaba a ninguna parte. Incluso, los Estados Unidos perdieron la capacidad de transportar astronautas al espacio pasando a depender de las naves rusas. Sin embargo, estos pioneros de una renovada aventura espacial han sido capaces de construir y poner en servicio nuevos cohetes propulsores con un coste operativo mucho más reducido, han diseñado y probado nuevos cohetes reutilizables y sondas que vuelven a la Tierra con capacidad para transportar grandes cargas a la órbita baja y más allá, retomando de esta manera el sueño de la conquista espacial.



Astropolitik. Classical Geopolitics in the Space Age

DOLMAN, E. C.
Nueva York, Frank Cass
208 pp. 2002

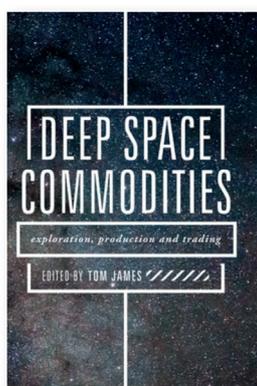
Ángel Martos

El libro es una introducción a la Astropolítica, campo de estudio que Everett C. Dolman, profesor de estrategia en el US Air Force Air Command and Staff College (ASCS), considera como traslación al espacio de los conceptos que la Geopolítica aplica a la pugna entre potencias en la Tierra. Dolman parte de la visión realista de que los estados compiten en la anarquía (Realpolitik) y proyectan también esa dinámica al espacio exterior. El autor repasa los conceptos más conocidos de las teorías geopolíticas y luego las aplica al campo del mundo

exterior, evaluando posibles similitudes y fallos. Por ejemplo, reformula “El *pivot* geográfico de la historia” de Halford J. Mackinder: “Quien controla la baja órbita terrestre controla el espacio cercano a la Tierra. Quien controla el espacio cercano a la Tierra domina la Tierra. Quien domina la Tierra determina el destino de la humanidad”.

Para Dolman, como ocurrió en la Guerra Fría, la rivalidad entre las potencias es la que impulsa su actuación en el espacio. De ahí la dificultad de alcanzar una regulación internacional que corone efectivamente el edificio que comenzó a construirse con el Tratado del Espacio Exterior de 1967 y más adelante se quiso continuar con el Tratado de la Luna, asunto en el que no ha podido avanzarse.

Las reflexiones sobre teorías políticas y enfoques militares pragmáticos llevan finalmente al autor a presentar algunos consejos para los responsables de la formulación de políticas. La visión realista conduce a planteamientos de competencia, pero el reto que supone el espacio debiera abrir ciertos espacios de colaboración en la gobernanza global.



Deep Space Commodities.
Exploration, production
and trading

JAMES, T. ED.

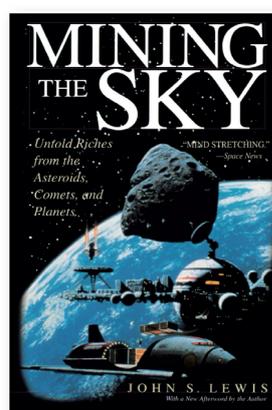
Cham (Suiza), Palgrave
MacMillan, 203 pp. 2018

Ramón Barba

Editado por un consultor sobre los movimientos de capital en torno a las materias primas, *Deep Space Commodities* reúne artículos de académicos e ingenieros especializados en el desarrollo espacial que abordan las cuestiones básicas que la nueva carrera espacial suscita. Dos capítulos de especial interés son el centrado específicamente en las *commodities* y la nueva economía espacial, escrito por el propio editor, Tom James, y el dedicado al marco legal internacional en el que están operando las nuevas iniciativas espaciales privadas, es-

crito por Kamil Muzyka, del Instituto de Estudios Legales de la Academia de Ciencias Polaca.

El primero de ellos repasa sobre todo las posibilidades de aprovechamiento comercial que ofrecen los recursos del espacio, fijando mayor atención en los proyectos de minería en asteroides. El segundo describe el estado de la regulación internacional sobre el espacio exterior, que está incompleta y requiere una puesta al día a la luz de los nuevos horizontes que establece la industria espacial. En concreto, reflexiona sobre aspectos que aunque puedan parecer situaciones lejanas están ya a la vuelta de la esquina, como qué pasará cuando dos empresas de dos países diferentes aterricen sobre el mismo asteroide para realizar actividades extractivas; cómo se repartirá la explotación minera sobre la superficie lunar; cómo se organizarán los países legal y estructuralmente para que la carrera espacial se haga de forma ordenada; a quién pertenecen los planetas y asteroides; qué pasa con aquellos países subdesarrollados que se queden fuera; ¿tiene la ONU algo que decir en esto?... •



Mining the Sky. Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets

LEWIS, J. S.

Nueva York, Basic Books
274 pp. 1996

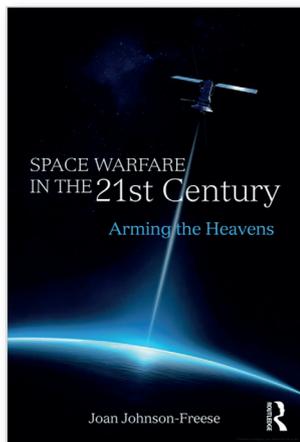
Emili J. Blasco

La literatura espacial mezcla con frecuencia realidad y expectativas razonables con una imaginación sin escrúpulos, lo que sitúa al lector en el terreno de la ficción cuando lo que buscaba era conocer el estado de la carrera espacial y su previsible desarrollo en el corto y medio plazo. La portada de *Mining the Sky*, uno de esos dibujos futuristas más propios de la Guerra de la Galaxias, podría llevar a equívoco. Ciertamente se corresponde con el carácter de *visionario* del autor de libro, pero en realidad John S. Lewis, profesor emérito de

ciencia planetaria de la Universidad de Arizona, no lleva la vista del lector más allá de donde, en cuestión de unos pocos años, podría llegar la ciencia y la tecnología. De hecho, pionero en profundizar sobre las posibilidades económicas de la minería en el espacio, lo que escribió en 1996 ofrece algunas claves de lo que hoy constituye las aspiraciones de la nueva carrera espacial.

El libro es una aproximación a la realidad de los asteroides y de los otros cuerpos celestes cuyos recursos, especialmente minerales, son de creciente interés para los nuevos estadios de la civilización en la Tierra. Lewis da por seguro que algunos de esos recursos se explotarán y vaticina que de la rentabilidad de esas operaciones dependerá que despegue el tráfico interplanetario. Pero fuera de algunos casos de extremo beneficio, las materias primas del exterior son caras de traer a la Tierra y su mejor aprovechamiento es utilizarlas para levantar colonias fuera. Si acaba habiendo colonización del cosmos, algo en lo que Lewis no quiere entretener la imaginación, se basará en la utilización de todos esos recursos en el propio espacio. •

Lecturas recomendadas



Space Warfare in the 21st Century. Arming the heavens

JOHNSON-FREESE, J.
Nueva York, Routledge
202 pp. 2017

E. J. B.

Los cielos se están armando como resultado de la rivalidad geopolítica de Estados Unidos, China y Rusia. A esa dinámica atiende *Space Warfare in the 21st Century*, que pone más atención en la doctrina y los desarrollos estratégicos de EE.UU., pero

que también se ocupa de la actuación de Moscú y sobre todo de Pekín, sin olvidar otros actores, como India. Joan Johnson-Freese, profesora de Asuntos de Seguridad Nacional en el War Naval College, en Newport, aporta en este libro algunos capítulos especialmente compactos. Es el caso del recorrido por los documentos sobre seguridad nacional espacial de las dos últimas administraciones estadounidenses (las tríadas que hablan de “disuadir, defender y derrotar” y de un espacio cada vez más “congestionado, contestado y competitivo”) o sus recomendaciones para hacer posible tanto una gobernanza común del espacio como la cooperación en los nuevos avances tecnológicos espaciales. Sobre esto último, la autora cree si fue posible que americanos y rusos aceptaran colaborar en la Estación Espacial Internacional, también lo debiera

ser que americanos y chinos puedan desarrollar conjuntamente otras misiones. Precisamente para desactivar la militarización del espacio y evitar la “trampa de Tucídides” (una situación que estructuralmente lleva irremediablemente a la confrontación bélica), Johnson-Freese propone una mayor democratización del nuevo dominio. “El espacio está en un punto de inflexión”, considera. “La democratización del espacio jugará un importante papel en esa determinación. Lo que ocurra en los próximos años probablemente marcará la diferencia sobre qué prevalecerá en el espacio: desarrollo o destrucción”. Al margen de proyección militar fuera del planeta, el libro también trata sobre el protagonismo de las empresas privadas en la nueva carrera espacial, el interés por los recursos del exterior y el estado de los tratados internacionales.

+ INFO

<https://www.unav.edu/web/global-affairs/>

 @GlobalAffairsUN