

## El (posible) futuro del espacio

Álvaro Azcárraga

## Capítulo quinto

### Resumen

El dominio del espacio próximo es esencial para el desarrollo de la humanidad, y la forma de hacerlo permitiendo el acceso de todos, pero bajo unas reglas aceptadas universalmente, como lo son las reglas de tráfico en nuestras carreteras. Es evidente que habrá infractores, como los hay en las carreteras, pero ello no quita valor al derecho de acceso, bajo unas reglas comunes.

Igualmente los activos en órbita tendrán una protección como la tienen los que están en la superficie de la Tierra, y unos derechos de soberanía que no estarán directamente relacionados con quién llegó primero, o quién es más fuerte. Se dirá que las disposiciones actuales de los Tratados del Espacio Exterior (OST en sus siglas en inglés) ya contemplan estos principios, pero no es del todo así, fueron redactados en una época, la Guerra Fría, donde lo que prevalecía es que una parte no adquiriera ventaja sobre otra, más que el uso igual por todos de las ventajas del espacio. La situación es parecida, aunque no idéntica, a los tratados de no proliferación nuclear, donde lo que se intenta es limitar el acceso a ciertas capacidades, no tanto el regular el uso de dichas capacidades.

En todo caso el futuro cercano del uso del espacio estará centrado en proteger los activos en órbita, en evitar la contaminación, tanto física como electromagnética de las órbitas terrestres y otras órbitas exóticas

como las halo, así como la instalación de infraestructuras en cuerpos celestes próximos. Aquellos que no tengan nada que ofrecer en estas actividades quedarán forzosamente relegados a un segundo plano, porque quien domine el espacio dominará la Tierra, como antaño ocurría con el dominio de los mares. Un ejemplo de esto es la Estación Espacial Internacional donde sólo sus socios deciden su futuro, y esto ha obligado a China a orbitar su propia estación, y a la India a plantearse lo mismo.

En un futuro más lejano nos vamos a fijar en lo que se puede alcanzar si logramos acceder al espacio con algo más eficaz que los cohetes, por ejemplo manipulando el campo gravitatorio, si es que de verdad puede hacerse. Hay otros puntos de inflexión todavía más potentes, por ejemplo el encuentro con otras entidades sentientes, pero aunque las haya, la inmensidad del espacio hace que sea probable que este hecho no ocurra en mucho tiempo, aunque el impacto emocional e intelectual sea enorme el día que se sepa que hay «otros», aunque no podamos interactuar con ellos. Por todo ello nos limitamos al acceso sostenido al espacio, y a la modificación de algunas reglas de la mecánica celeste, por poder interactuar con los campos gravitatorios.

Todo esto tiene que llevar a un desarrollo considerable de las reglas de juego y posiblemente a una autoridad única para todos los humanos, lo que no es tarea menor y seguramente más complicado que alcanzar la capacidad tecnológica necesaria para conseguir el futuro descrito en estas líneas.

El hecho evidente e inexorable es que no hay futuro sin la ocupación, explotación y uso del espacio, y que por tanto el estar en esta movida, que dirían los modernos, es una obligación para todo Estado.

La violencia de la presente crisis económica, que no será la última, hace que a veces la gente se pregunte del porqué del gasto en la investigación y exploración espacial. Es de esperar que comprendan que no es un capricho, ni siquiera un gasto útil. Es una necesidad imperiosa, la base de nuestro futuro, como la educación o el pan nuestro de cada día.

### Palabras clave

Espacio, gobernanza, seguridad y defensa, iniciativa privada.

### Abstract

*The domination of near Space is essential for the development of the human kind, and the way to do it is by allowing for the access of everyone, but under universally accepted rules, as are the traffic rules in our roads. It is evident that offenders will exist, as there exist on the roads, but that doesn't subtract value to the rights of access, under common rules.*

*Equally, in-orbit actives will have a protection as those on the surface of the Earth have, and sovereignty rights not directly related to who arrived first, or who is stronger. It may be said that the dispositions of the Outer Space Treaties (OST) already foresight these principles, but it is not all that way, they were written in a time, the Cold War, when what prevailed was that one part didn't get advantage over the other, more than the equal use of the advantages of Space by everybody. Situation is similar, although not identical, to the Nuclear Non Proliferation Treaties, meant to limit access to certain capabilities and not so much the use of such capabilities.*

*Anyway use of Space in the near future will be focused on the protection of the in-orbit actives, avoid pollution, both physical and electromagnetic, of the terrestrial orbits and other exotic orbits such as halo, as much as the installation of infrastructures in near celestial bodies. Those not having anything to offer in these activities will remain forcedly relegated to a second plane, because that who dominates Space will dominate the Earth, as happened in the past with the domination of the seas. An example of this is the International Space Station where only its associates decide on its future, and this has driven China to orbit its own station, and India to consider the same.*

*In a farer future we will focus on what can be reached if we can enter Space with something more efficient than rockets, for instance, manipulating the gravitatory field, if it is really achievable. There are other points of inflection even more powerful, for instance, the meeting with other feeling entities, but although they were there, the immensity of Space makes this fact probable not to happen in a long time, although the emotional and intellectual impact might be enormous that day in which the existence of "others" is known, although being unable to interact with them. That is why we set the limits in the sustained access to Space, and to the modification of some celestial mechanics rules, to be able to interact with the gravitatory fields.*

*All of this has to lead to a considerable development of the game rules and possibly to a single authority for all the humans, what is not a lesser task and for sure is more complicated than reaching the technological capability required to achieve the future described in these lines.*

*The evident and inexorable fact is that there is no future without the occupation, exploitation and use of Space, and therefore being on the verge, as moderns would say, is a must for all States.*

*The violence of the current economic crisis, not to be the last, sometimes makes people wonder about the expense in research and space exploration. Hopefully, they will understand it is not a craving, nor a useful expense. It is an overriding necessity, the base of our future, as education or the daily bread.*

### Key words

*Space, governance, security and defence, private initiative*

## Introducción

Para afrontar el tema con un cierto rigor, no exento de imaginación, bueno es recordar lo que se escribió no hace tantos años por auténticos especialistas, y tenerlo como referencia. Uno es el libro del Dr. Jerry Grey, profesor de Propulsión Nuclear en Princeton<sup>1</sup>, subtítulo, quizás no muy modestamente, Guía del Futuro, y que en su momento (1983) tuvo tanta influencia que incluso uno de los grandes escritores americanos del siglo XX, James Michener (el autor de Iberia, entre otros libros de gran éxito) se atrevió a prologarlo, pese a ser un lego en la materia (Michener, no Grey). Este libro, por ejemplo, cita la necesidad de cooperar en el espacio, pero no menciona a China, no pudo prever la caída de la Unión Soviética, y naturalmente no habla para nada de Internet.

Sí apunta algunas direcciones, quizás la más importante es que hay que analizar por separado lo que se puede hacer mirando hacia el exterior, esto es de las órbitas próximas a la Tierra a las profundidades del espacio, y mirando hacia el interior, o sea todo lo que sea desde el espacio hacia la Tierra, que es donde hoy en día están la mayoría, si no la totalidad de las aplicaciones espaciales. También apunta a los avances con la microgravedad y con el desarrollo de nuevos materiales y productos.

El comité de expertos de la ESA<sup>2</sup> sí cita a China y a Internet, y por cierto no dice nada de la Unión Soviética, ya desaparecida. ¡Ay lo que son 14 simples años, que es lo que separa el libro de Grey de la publicación del segundo informe del Comité! Pero tampoco vimos (yo era uno de sus miembros) la llegada «en masse» de la telefonía celular terrestre, que reduce considerablemente el número necesario de grandes satélites en órbita GEO, ni las aplicaciones de la geolocalización, y por hablar de algo que puede ser más trascendente el descubrimiento, cada día más «in crescendo» de planetas en otras estrellas, muchos de ellos con características «terrestres». Por tanto no espero ningún éxito en la visión del futuro que se pueda exponer en estas líneas, pero sí que sirva para estimular la imaginación del lector, y contribuir a seguir la buena vía.

El general Ballesteros, director del IEEE me sugiere que haga la prospectiva en tres campos: investigación, aplicaciones y desarrollo industrial. Es una buena idea, pero creo que puede ser más interesante la propuesta por el Dr. Grey, hacia afuera, hacia adentro, eso sí, con los tres campos citados.

Por fin, hay que hacer una observación: el futuro está siempre condicionado por saltos tecnológicos de muy difícil, si no imposible, identificación

<sup>1</sup> Jerry Grey, *Beach Heads in Space (a Blueprint for the Future)*. McMillan Publishing Co. New York, 1983.

<sup>2</sup> ESA Long Term Space Policy Committee (SP 1187, SP2000). ESA Publication, Noordwijk 1993, 1997.

en el presente, por lo que estas líneas se escribirán bajo el modelo «business as usual». Al final de las mismas se citará un posible salto tecnológico y sus más que previsibles consecuencias.

En todo lo que supone abrir una frontera, tan difícil como conseguir el adecuado soporte tecnológico, ha sido el dominar el espíritu, no siempre respetuoso con las leyes, de los pioneros. Dado que el autor de estas líneas no es un experto en leyes, ha tenido que recurrir a primerísimos espadas para que le asesoren, como son el catedrático de la Universidad de Jaén Juan Manuel Faramiñán Gilbert, uno de los líderes mundiales en Derecho Espacial, la presidenta del Instituto Internacional de Legislación Espacial Tanja Mason-Zwaan, y por fin, pero no menos, Elisa González Ferreiro, directora del Centro de Estudios del Instituto Iberoamericano de Derecho Aeronáutico y del Espacio y de la Aviación Comercial que acaba de publicar un Código sobre Derecho Espacial<sup>3</sup>. En todo caso lo que se escribe es de la única responsabilidad del autor, estas personas contribuyen amablemente a que no diga más disparates que los precisos.

### El futuro empieza ayer

Parodiando el título de una novela de gran éxito en su época, es preciso recordar que vivimos en una nave espacial llamada Tierra, con magníficas vistas al Universo que nos rodea. Pero yendo más concretamente a la situación presente, y sin despreciar los primeros pasos, históricos y recibidos con enorme entusiasmo, pero sin peso en la cotidianeidad de la vida de los hombres, llevamos dos décadas que sin los medios espaciales el mundo global en el que vivimos no sería posible. Ya somos una cultura «espacial» y sin embargo muchas veces parece que no nos damos cuenta de ello pues no solo son las telecomunicaciones, sino la observación de la Tierra, la climatología y la meteorología, la oceanografía, la navegación y georreferenciación, eso con la mirada hacia el interior, según la clasificación del Dr. Grey, y además el conocimiento, sencillamente descomunal, adquirido mirando hacia el exterior, desde el efecto de las tormentas solares, la presencia de los objetos celestes próximos (NEOs en su nomenclatura inglesa), la existencia de grandes cantidades de agua en nuestro sistema solar, y fuera de él, los planetas extrasolares y como no, la inmensidad y violencia del Universo. Y para acceder a toda esta información hace falta una infraestructura industrial capaz de fabricar los vehículos que lleven a órbita los satélites y sus cargas útiles, con una instrumentación cada día (literalmente) más precisa y con una vida útil más larga. Y hace falta otra infraestructura en la Tierra para recoger, procesar, archivar y difundir todos los millones de Gigabits producidos. No

<sup>3</sup> «Código de Derecho Espacial». Textos Legislativos y Complementarios, por Elisa González Ferrero, ISBN 978-84-616-4269-4, Madrid, 2013.

pretendemos llamar a Microsoft, Apple, Samsung, Intel y otros del gremio de las IT industrias espaciales, solo decimos que el espacio genera las oportunidades para que estas compañías aprovechen sus capacidades tecnológicas y dupliquen, si no más, su capacidad de negocio.

El próximo futuro verá un cambio importante en el área de las telecomunicaciones por satélite: los avances con la telefonía celular terrestre hacen que el número de plataformas de uso múltiple de gran tamaño se reduzca de forma importante, pero sin embargo las telecomunicaciones marítimas vía satélite crecerán al 7% anual en la próxima década<sup>4</sup> y el número de pequeños microsatlélites para dar acceso a internet crecerá de forma exponencial<sup>5</sup>. Esto supone un cambio importante en la industria de lanzadores, que había apuntado a vehículos como el Protón, el Atlas o el Ariane V, capaces de poner en órbita de Transferencia Geo hasta 10 toneladas métricas, a desarrollar vehículos más pequeños, pero más sencillos de manipular y más baratos en términos absolutos (no por kilogramo de peso en órbita), lo que abre la puerta a entidades distintas de las tradicionales, como Space-X, Orbital Sciences y otras, que asaltan el mercado con el cuchillo entre los dientes. Y esto no quiere decir que no harán falta los lanzadores grandes, sino que bajarán de una media de 25 vuelos al año a no más de 15. Es interesante notar la iniciativa de la Agencia Europea del Espacio, a través de su programa ARTES, de desarrollar un satélite grande de telecomunicaciones con propulsión orbital eléctrica, el NEOSAT (Figura 1).



Figura 1

Esto permitirá una vida útil más larga al satélite y por tanto más tiempo para recuperar su inversión.

Indudablemente el cambio hacia vehículos más pequeños aporta otra modificación: la entrada de la iniciativa privada de forma masiva, y de la utilización del «Project financing», esto es, pagar el desarrollo de los sistemas con los préstamos garantizados por los beneficios futuros. Y otra

<sup>4</sup> Space Daily Express. Feb. 24 – 2014 (Maritime Comm/Euroconsult).

<sup>5</sup> Space Daily Express. Feb. 24 – 2014 (Neosat y Cubesat).

vez se complican las cosas, esta vez de forma legal, pues las leyes espaciales tienen singularidades que hacen a veces difícil medir el riesgo, por ejemplo la obligación de que los lanzamientos sean responsabilidad de las naciones, y no de entes jurídicos privados.

En el apartado de observación de la Tierra se mezclan los campos de investigación y aplicaciones (aparte del omnipresente sector industrial). En efecto la observación de la Tierra es ciencia, en todo lo que se refiere a climatología, oceanografía, vulcanología e incluso la búsqueda de alertas para terremotos, y son aplicaciones desde el catastro, el tráfico terrestre y marítimo, el control de fronteras, el control de cultivos y la cartografía más precisa jamás hecha (por cierto la de Marte es más precisa que la de la propia Tierra, pero esto se está corrigiendo a pasos forzados). En la observación de la Tierra hay dos elementos esenciales: los intervalos de visita (esto es el tiempo que transcurre para volver a observar una zona determinada) y la resolución de los instrumentos de observación. Los avances irán en esas dos direcciones, por ejemplo con radares de apertura sintética y telescopios ópticos multiespectrales de una precisión impensable hace unos pocos años, como la carga útil del satélite Ingenio español (Figura 2), lo que, sumado a la capacidad de apuntar a zonas específicas, como lo hace el ojo de un camaleón, harán muy difícil ocultar determinadas informaciones a los escrutadores.

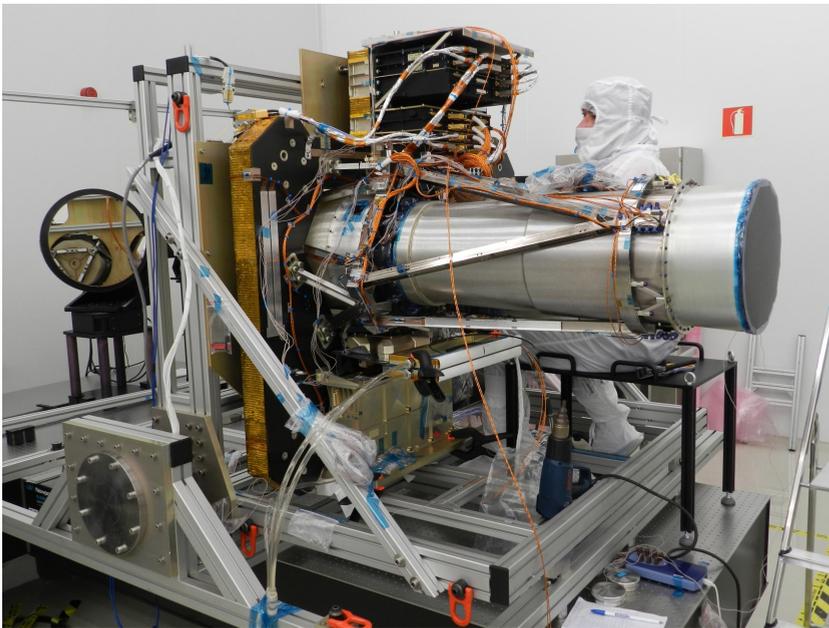


Figura 2

Pero donde viene el cambio mayor será en navegación y geoposicionamiento, y con ellos el wi-fi universal y gratuito, el llamado outernet por su impulsor, Media Development Investment Fund (MDIF). En efecto se trata de tener cientos de Cube Sats, satélites cúbicos de 10x10x10 cm, retransmitiendo la señal wi-fi y con cobertura global. Esta es una solución, otra todavía más audaz es empaquetar dos señales en el mismo satélite, una de navegación y otra de wi-fi, con lo que tendríamos una cobertura multisatélite en cualquier lugar del globo. Ni la señal de navegación, ni mucho menos el wi-fi, tendrían la calidad de los satélites dedicados o la cobertura terrestre actual, pero darían una capacidad básica a un 40% de la humanidad que todavía no tiene Internet, y evitaría por otro lado la censura que existe en ciertos lugares.

Desde el punto de vista científico, y hacia afuera, estamos en un mismo barco con el resto de las naciones europeas, que a la vez se coordinan, a través de la Agencia Espacial Europea con las otras naciones del mundo, y por ello sólo podemos hablar de programas comunes. Tanto la visita a los bordes de la heliosfera, como misiones a Mercurio y Marte están en el horizonte próximo, a lo que hay que añadir que la singularidad de al menos dos de los satélites galileanos de Júpiter, Ganymede y Europa, cubiertos de hielo y con posibles océanos subterráneos van a ser un objetivo de la Ciencia en la próxima década. Y por no ser exhaustivos sigue el esfuerzo por descubrir y caracterizar exoplanetas (por ej. la misión CHEOPS de la ESA) y este mismo año entra en fase operativa el satélite GAIA, destinado a catalogar estrellas con una precisión sin precedentes, por cierto con un parasol, totalmente hecho en España, de 10 metros de diámetro, la mayor superficie desplegable jamás hecha en Europa, y muy parecida a las antenas que se usan en las escuchas de inteligencia.

Por último se está pendiente del aterrizaje sobre un cometa, de la sonda ROSETTA, para identificar si estos son simples luces en el cielo o distribuidores de los elementos esenciales (bloques fundamentales) para el origen de la vida en los confines interiores de los sistemas estelares.

### **Murmullos y maquinaciones: el complejo industrial y su relación con la seguridad**

No se puede hacer una previsión sin tocar el tema tabú, que por lo demás no es tan complicado de entender, pero que está, desde el inicio de la era espacial, bajo la sensación de ser algo turbio, incluso terrible, y en todo caso innombrable: las aplicaciones para la defensa y la seguridad de la ocupación del espacio.

Ya sabemos que al menos desde hace dos décadas vivimos en un mundo «espacial» y que en el futuro próximo lo probable es que vaya a más. Por tanto no debía sorprender que el dominio del espacio tenga connotacio-

nes de soberanía y superioridad, digan lo que digan los tratados internacionales, y que los países más fuertes de la Tierra y algún que otro osado que no tiene nada que perder por intentar estar en el meollo, inviertan en el espacio. Y sorprende el cinismo de algunos políticos (no las pobres gentes del pueblo) que se rasgan las vestiduras porque se sienten vigilados, cuando ellos practican el espionaje político e industrial en cuanto pueden y si no pueden, les fastidia horrores.

Además da la casualidad (se podría decir que por exigencia del guión) que la industria espacial es una parte de la industria aeroespacial, y esta a su vez tiene siempre un importantísimo componente de seguridad y defensa. Por tanto no es posible predecir un futuro de la actividad espacial sin considerar este componente, que además, y por encima de los intereses científicos y de los de negocio, es el que financia y dirige la mayor parte de la investigación y desarrollo, ya sea directa o indirectamente.

Empecemos por los vehículos lanzadores. Para salir del pozo gravitatorio terrestre (Figura 3) hace falta adquirir una velocidad de 7 Km/segundo, unos 25.200 Km/hora.

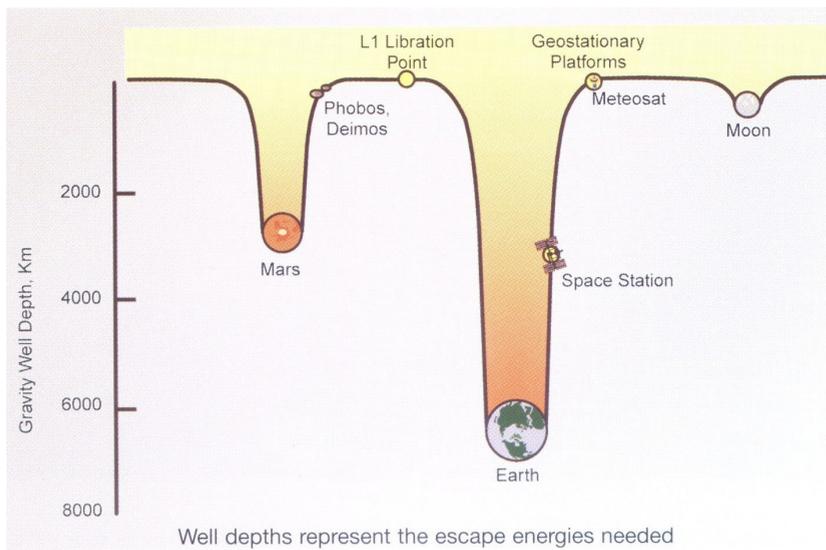


Figura 3

Sólo sabemos hacerlo usando una tecnología que tiene siglos de edad, aunque recientemente haya mejorado bastante, que es el motor cohete (Figura 4).

No conquistaremos el espacio hasta que no encontremos una alternativa a esta situación, que por otro lado impone dos condiciones: no todo el mundo puede desarrollar cohetes grandes, y no todos tienen lugar donde



Figura 4

lanzarlos, excepto si se van a aguas internacionales. La relación entre la industria del cohete y la defensa es obvia, pero hay que advertir que ni hoy, ni en un futuro próximo, saber hacer cohetes portadores a órbita implica saber hacer misiles balísticos. Estos últimos necesitan además reentrar de forma precisa y regulada en la atmósfera, y dominar esta tecnología es mucho más costoso y difícil que la de simplemente elevarse sobre la Tierra. Como decíamos, además de las necesidades propias de todo vehículo lanzador, hay que añadir la logística propia de un campo de tiro, y sus aledaños relacionados con la seguridad de las personas, zonas de caída de escalones de vehículo, etc. En un futuro próximo quizás los cohetes puedan ser más pequeños, al miniaturizar las cargas útiles, y esto abre interesantes posibilidades a ciertos lugares (como es el caso de Wallops Island, en Virginia) para convertirse en centros de lanzamiento orbital, no tan alejado de centros urbanos e industriales, pero siempre habrá que mantener los campos de lanzamiento grandes operativos, pues habrá necesidad de lanzar vehículos realmente importantes de vez en cuando.

Antes de terminar con los lanzadores, y siendo esto una prospectiva, hay que formular la pregunta ¿y la propulsión nuclear?

Aparte del hecho de que desde el punto de vista del propulsante se gana poco impulso específico (pero se ahorra uno el comburente) basta recordar que hasta las giselas (generadores isotópicos) tan necesarias para dar potencia a las sondas que se alejan del Sol, y por tanto no pueden confiar en paneles solares, están bajo sospecha, con lo que no parece probable un desarrollo de un reactor nuclear con niveles de potencia, y por tanto de radiación, mucho más altos. Los gritos se oírían, pese al vacío cósmico, hasta en la Luna.

Las cargas útiles, felizmente, son de doble uso, y nunca se oirá que se desarrolla un nuevo radar de apertura sintética o un telescopio óptico orbital, para fines militares, aunque sean estos fines los que marcan la punta de lanza de la tecnología, y la financian muchas veces. Existen sin embargo algunos vehículos «raros», por decir algo, que tienen fines más claros: por ejemplo sabemos que los EE.UU. están terminando dos satélites cuya misión podría ser definida, pero no oficialmente, claro, como vigilantes de la órbita que identifican aquellos satélites cuyos fines declarados y trayectorias no son normales, o los satélites «cinéticos» cuyo fin es estar dormidos hasta que se les requiera para alterar su trayectoria y tratar de chocar y destruir a otro satélite.

Hay un campo que afecta a la seguridad, pero con mayúscula, y es el de los objetos próximos a la órbita terrestre (NEOs). Todos los días caen en la Tierra toneladas de material extraterrestre, la mayor parte agua, pero de vez en cuando hay objetos que atraviesan la atmósfera y alcanzan la superficie. Pueden ser como un guisante, o como una montaña, y lo

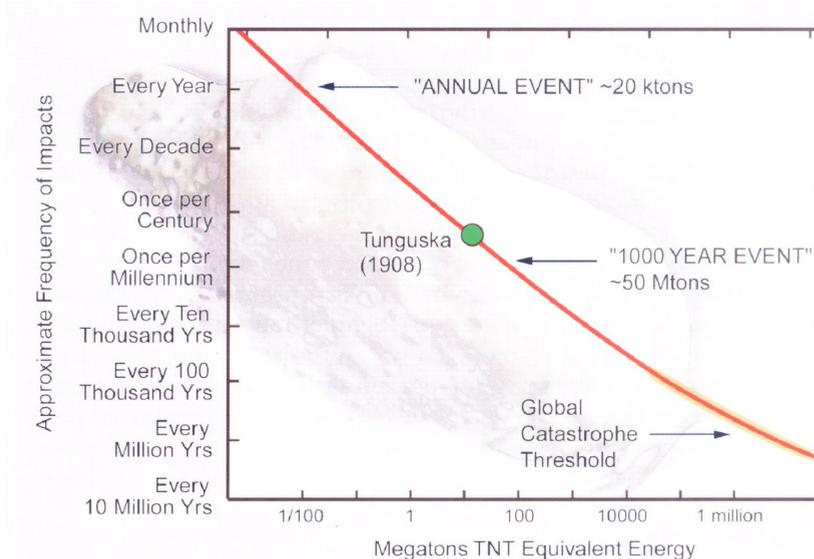


Figura 5

importante es su frecuencia, pues si bien los pequeños no causan daños excepto si golpean a una persona, y los grandes ocurren cada muchos millones de años, y además podemos verlos con mucha anticipación, los intermedios pueden causar un auténtico desastre y además darnos poco tiempo para reaccionar. Hablamos de objetos de entre 100 y 150 metros de diámetro, que pueden impactar con la Tierra cada pocos años, geológicamente hablando (Figura 5) y cuyos efectos superarían los de las mayores bombas de hidrógeno hechas por el hombre.

Necesitamos identificar y seguir a estos objetos (ya se hace por algunas agencias espaciales) a escala global, y tener una autoridad única, aceptada por al menos las mayores potencias espaciales, para tomar decisiones sobre la variación de la órbita de tales objetos, si fuera preciso. Es evidente que si alguien puede alterar la órbita de un cuerpo celeste lo puede hacer para bien, o para mal, esto es que impacte contra algún lugar determinado de la Tierra. La tecnología no es el arma, lo es la intención de quien la usa.

Esto que decimos, y que será parte del futuro inmediato, es aplicable a tantas otras cosas, que es difícil no olvidar alguna: desde la cartografía exacta actualizada cada día, a la información sobre fenómenos naturales, a los sistemas de inteligencia electrónica. Tendremos que convivir con el hecho de que los peligros están en la naturaleza del ser humano, pero sin miedo al desarrollo tecnológico, que tanto nos facilita la vida.

### **Ética, estética y legislación vigente: el *corpus juris spatialis* y sus consecuencias**

Desde los primeros balbuceos espaciales, tanto la Unión Soviética como los Estados Unidos tuvieron interés en evitar que ningún país adquiriera ventajas decisivas en la exploración y utilización del espacio extraterrestre, por lo que se negociaron y firmaron tratados que, como pasó con los acuerdos SALT de limitación de armas de destrucción masiva, el objetivo era el equilibrio, aunque se escribiera cooperación, y desde luego nunca la ocupación real del espacio.

«El Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio extraterrestre, incluyendo la Luna y otros cuerpos celestes» fue recogido de la Resolución 2222 (XXI) de la Asamblea General de la ONU el 19 de diciembre de 1966, y entró en vigor el 10 de octubre de 1967, y contiene varios errores fundamentales, a juicio del autor, precisamente por sus orígenes y razón de ser.

Lo primero es que está basado en el temor mutuo, y no en el deseo de desarrollar unas capacidades útiles para todos. Después está la definición de que el espacio es de la competencia (*province* en inglés) de la huma-

nidad, pero ya en el Tratado sobre la ocupación de la Luna (Resolución 34/68 de la Asamblea General del 5 de diciembre de 1979) se habla de patrimonio común. En cualquier caso se da carta de naturaleza al conquistador (siempre que diga que lo hace en nombre de la humanidad) en vez de reconocer los derechos del usuario, que es lo que de verdad fomenta la exploración espacial.

Además, y posiblemente lo más grave, el tratado sólo reconoce capacidad de ir al espacio a las Naciones, y no a los individuos, lo que estrangula la iniciativa privada, junto con la limitación descrita en el párrafo anterior.

El artículo V del tratado especifica que los astronautas son «enviados de la humanidad al espacio ultraterrestre» lo que tiene un indudable contenido estético, pero a lo mejor no ético si los enviados en cuestión van en una misión de objetivos totalmente reprobables. ¿Y si no son personas, sino máquinas? ¿También tienen categoría de enviados?

En los últimos años se ha hecho esfuerzos muy importantes para modernizar el llamado «*corpus juris spatialis*» y adaptarlo a la realidad de hoy en día, tan próxima pero tan distinta a la de la Guerra Fría. Sería mucho pretender que se reconozca que se actuó como se actuó en vista de la situación de la época, pero al menos se intenta decir que cuando pone blanco también vale gris, y qué derechos tenemos todos, pero no por igual. Sin embargo todavía no se ha definido dónde empieza el espacio ultraterrestre. Se dice 100 Km de altura porque allí ya no puede regir el derecho aeronáutico, y a menos altura no podrían sobrevivir el roce con la atmósfera los satélites artificiales, por lo que demuestra el trabajo que queda por hacer<sup>6</sup>.

Otro problema muy importante es la ocupación de las órbitas, que en un principio no eran «cuerpos celestes» desde un punto de vista jurídico, pero el crecimiento de los satélites y naves artificiales, así como la proliferación de restos (debris) en órbita aconsejan adaptar los tratados para cubrir estas situaciones.

Por fin, y como si fuera a regañadientes, se van ampliando los conceptos, de tal manera que la palabra Nación cubre a los individuos y entidades jurídicas de la misma actuando por su cuenta (art. VI OST: «las actividades de las entidades no gubernamentales deberán ser fiscalizadas y autorizadas por el Estado parte, que es el responsable»), y la utilización se abre a la explotación si hay un cierto acuerdo con otras Naciones distintas<sup>7</sup>. Igualmente el concepto de «patrimonio común» está siendo constante-

<sup>6</sup> Faramiñán Gilbert, Juan Manuel. «La delimitación del espacio ultraterrestre». Ed. Eurolex y Universidad Autónoma de Madrid, pp.211-227. Madrid, 2005. ISBN 84-933401-4-6.

<sup>7</sup> Pueyo Losa, J. «La Luna y los cuerpos celestes» en Instituciones de Derecho Internacional Público. Ed. Tecnos, 2007.

mente revisado y actualizado, pues el contenido preciso de este término jurídico da lugar a discrepancias, sin que por ello se niegue su naturaleza legal<sup>8</sup>.

Es pues esperanzador el futuro de la actividad espacial, pese a que sean las Naciones Unidas las que deban de mediar en los conflictos de interés (Dios nos coja confesados), pero ya se establecen reglas de juego que permiten que cualquier entidad participe en la exploración y explotación del espacio. No está todavía claro qué medidas se tomarán contra los infractores, de hecho usurpadores de un bien común, ni contra los agresores, pero todo llegará.

### **La actividad espacial en el futuro próximo y su impacto en la vida diaria**

Podemos contemplar un futuro donde nubes de minimicrosatélites nos informan, nos vigilan, nos atienden e incluso nos curan, aparte de que sigan algunos satélites y naves espaciales haciendo misiones más complejas y a largo plazo.

Esto implica vivir en una sociedad muy interconectada, pero precisamente por ello mismo, muy vigilada y controlada. Es optimista suponer que un individuo pueda sobrevivir sin estar conectado, y los habrá, pero serán parte de una sociedad marginal, consentida pero sin derechos en la vida real. En definitiva que será rentable no sólo vivir conectado, sino ser cooperante activo para alcanzar los fines que nos hayamos propuesto. Y esto incluye a la llamada industria espacial, y a la participación de la iniciativa privada (en el sentido de no-gubernamental) en los desarrollos espaciales.

Las palabras «industria espacial» cubren todas las actividades para hacer lanzadores, todo tipo de naves espaciales, los sistemas en tierra para el control y mando de los mismos, e incluso los sistemas para el procesado y archivo de los datos obtenidos desde órbita. Pero no incluye toda la industria que se genera por el aprovechamiento de los datos y su distribución (aunque sea por vía satélite) por toda la superficie de la Tierra. Un ejemplo para aclarar este concepto: todas las aplicaciones de navegación y georreferenciación, aunque se generen en el espacio, no forman parte de la industria espacial, al igual que los programas de televisión, aunque sean vía satélite, son parte de la industria de la información, y no de la industria espacial.

La Tabla 1 nos da una idea del orden de magnitud de los presupuestos espaciales de 2012, último año en que los datos están consolidados, y lo

<sup>8</sup> Gros Espiell, H.«El Patrimonio Común de la Humanidad y el genoma humano». Law and the Human Genome Review, n.º 3, 1995.

## El (posible) futuro del espacio

AÑO	EEUU <sup>1</sup>	RUSIA <sup>1</sup>	CHINA <sup>1</sup>	INDIA	JAPÓN	FRANCIA	ALEMANIA	ITALIA	R.U. <sup>2</sup>	ESPAÑA <sup>3</sup>
2009	49500	3000	3000	762	2700	1413	993	743	345	453 (301)
2010	50000	3000	3000	770	3615	1471	1086	770	332	484 (330)
2011	50000	3000	3000	752	3000	1434	1184	780	345	495 (330)
2012	50000	3000	3000	681	2960	1600	1210	751	320	434 (280)
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350 (250)

<sup>1</sup> Valores estimados

<sup>2</sup> No incluye Defensa y Seguridad

<sup>3</sup> En paréntesis, las inversiones institucionales

Tabla 1

primero que sorprende es la modestia de los mismos. Si bien los EE.UU. hacen un esfuerzo considerable, pero no extraordinario dadas sus ambiciones hegemónicas, de 120 €/persona, Japón ya baja a 25€/persona y Europa no llega ni a 20 €/persona y año. Canadá, como España, está en el entorno de 8 €/persona, y entra dentro de la categoría de «dos cervezas» en el sentido de que teniendo en cuenta su nivel de vida y sus costes internos, no parece que la actividad espacial drene recursos a otras partidas consideradas más «sociales» del presupuesto de la Nación, aunque habrá muy pocas actividades más útiles, tanto en retorno, como en apostar por la supervivencia, que las espaciales.

Quizás algún lector poco avisado se sorprenda, acostumbrado al mantra de los «ingentes gastos espaciales», pero el hecho real es que la actividad espacial constituye una modesta parte del PIB de la mayor parte de las Naciones, pero como la sal y la pimienta en las comidas, da sabor a su integración en el mundo que se nos avecina. Uno de los secretos es la integración de esta industria en otra de mayor rango, como es la aeronáutica, y por eso los dos mayores industriales del espacio son también Boeing y Airbus. Pero también se practica con acierto el doble juego de competencia, cooperación, estando en algunos programas en el mismo equipo y haciendo la guerra en otros. Así se mantienen bien afiladas las competencias, pero también se aprovechan las sinergias entre unos y otros.

Francia, que tiene muy claro el papel que juegan las actividades espaciales en sus intereses estratégicos, tiene muy claro que quiere liderar un esfuerzo europeo<sup>9</sup> y juega con acierto una política de Estado, con una inversión sostenida, pero también modesta (25 €/persona) e intentando liderar agrupaciones y consorcios internacionales dentro del marco

<sup>9</sup> Pompidou, Alain. «La Politique Spatiale de Recherche et de Développement Industriel». Journal Officiel de la République Française, 19, año 2004.

de la Agencia Europea del Espacio y de la Unión Europa. En este futuro inmediato que estamos describiendo parece que será uno de los firmes sostenes de esta capacidad común paneuropea, pues, como dice la nota al pie 9, el diputado Pompidou (sobrino del que fue presidente) sin entrar en cuentas más o menos discutibles se sabe que la actividad espacial genera una actividad entre 2,7 y 3 veces la inversión en el espacio, llegando a 7 si se consideran todos los efectos de cascada en las aplicaciones derivadas de procesar los datos provenientes de fuentes en órbita. Pero eso sí, si se quiere aprovechar esta coyuntura, uno debe tener algo que ofrecer, y por eso es tan importante pertenecer al gremio. Este no es un mercado de compradores, sino de partícipes.

En un futuro próximo también la gobernanza del espacio, y sobre todo en Europa, tendrá que mejorarse de forma sustancial. En efecto en todas las grandes potencias se da una multiplicidad del origen de los fondos dedicados al espacio, pero al fin del día todas ellas tienen una autoridad única final que impone las prioridades. El caso de Europa es más complicado, toda vez que es un conglomerado de Estados, sin tener una indiscutible autoridad política sobre todos ellos, y además las instituciones multinacionales que se interesan por este campo no tienen exactamente los mismos miembros, como es el caso de la UE, la ESA y la OTAN.

Es evidente que la capacidad tecnológica y de gestión (en materias espaciales) de la ESA es ahora mayor, y está bastante bien rodada, pero no tiene capacidad en programas de defensa, ni el peso político de la Unión Europa. Parece lo más lógico que en unos pocos años la ESA sea la Agencia Espacial de la Unión Europa, incluso para asuntos de defensa, pero no siempre lo más sencillo y funcional es lo que se impone en asuntos de gobernanza.

Es interesante observar lo que pasa en Francia, el país europeo con más clara vocación espacial, que tiene un centro (el CNES) con autoridad sobre todas las actividades espaciales, incluso la política industrial, cuyos nada desdeñables fondos (unos 2.000 millones de euros) provienen de varios ministerios, y cuyo presidente despacha con el mismísimo Presidente de la República. Por cierto también el administrador de la NASA despacha con la Casa Blanca, a través del vicepresidente de los Estados Unidos, que es el presidente nato del Consejo del Espacio americano y es que en el pasado, pero más todavía en el futuro, el destino de las Naciones estará muy ligado a su capacidad espacial.

Igualmente en el caso español, donde el presupuesto y representación están en un ministerio, y el organismo con experiencia en la gestión en otro, convendría tener un actor único, llámese agencia, centro o lo que se quiera, pero sin crear una superestructura a las ya existentes, solo un órgano gestor a coste cero para el presupuesto, con su presidencia en las dependencias de Presidencia del Gobierno, para tener una voz única en todos los departamentos ministeriales (y son muchos) con interés en el espacio.

Y además, lo que viene imparablemente, como el tsunami tras el terremoto, es la iniciativa privada y la reestructuración del mercado, y por ello la industrial. Esta es una evolución de la que hay que felicitar, pues el destino de las actividades humanas acaban por marcarlo los individuos, por encima de las instituciones e incluso de las leyes establecidas. Y llegará el día en que el peso de la actividad privada superará a la pública, y ese día podremos decir que se ha «normalizado» el espacio, incluso en la línea de los tratados, pues se harán las cosas que la gente cree necesarias y útiles, y no se perseguirán objetivos de prestigio nacional o de dominación, estos últimos escondidos bajo algún pomposo nombre científico.

La Commercial Spaceflight Federation que preside el astronauta Michael López Alegría tiene ya 17 miembros (y más de treinta entidades asociadas), la mayoría norteamericanos, pero al menos uno, británico. Cuatro entidades están ya trabajando no sólo para llevar cargo, sino personas, a la estación espacial (ISS) bajo contrato con la NASA, a saber Blue Origins, Boeing, Sierra Nevada Corporation y Sapce-X<sup>10</sup>. Y ya es historia que dos entidades totalmente privadas han llevado cargo (pero no personas) bajo contrato con la NASA, pero como un proveedor externo.

Estas iniciativas empiezan a ser realmente importantes, y de una escala muy superior a los vuelos privados que algunas personas pudieron pagarse, al módico precio de 20 millones de dólares, para pasar una semana en la ISS, que al menos tuvieron el valor de demostrar que el turismo espacial sería posible en un no muy distante futuro.

Naturalmente el futuro a corto plazo depende del éxito comercial de las industrias de lanzadores. Las empresas establecidas con Arianespace, United Launch Alliance o RKK Energya (esta con el 38% en manos del Estado ruso) a las que se añaden Orbital Sciences, Space-X, Bigelow ven con interés la apertura del mercado al capital privado, toda vez que el negocio crecerá exponencialmente con la presencia de éste. El negocio institucional seguirá siendo el que marca el camino, y los desarrollos tecnológicos, a seguir, con una importante incidencia en la financiación del I+D, pero será la iniciativa privada la que haga despegar, y nunca mejor dicho, la actividad espacial.

### **Mirada especial sobre seguridad y defensa: la clave del desarrollo espacial**

Corría el año del quinto centenario del descubrimiento de América, cuando el ministro representante de España en el Consejo de la Agencia Europa del Espacio, que iba a reunirse en Granada, tenía tomada la decisión

<sup>10</sup> Space Travel. 5 marzo 2014.

de abandonar la presencia española en la participación europea en la Estación Internacional (ISS en inglés, Figura 6) que además se llamaba Columbus, por razón de la crisis que atravesaba el país en la época. (Aviso a navegantes; parece que esto de la crisis es un motivo redundante para no invertir en aquellas cosas que el público no demanda, sin tener en cuenta sus consecuencias).

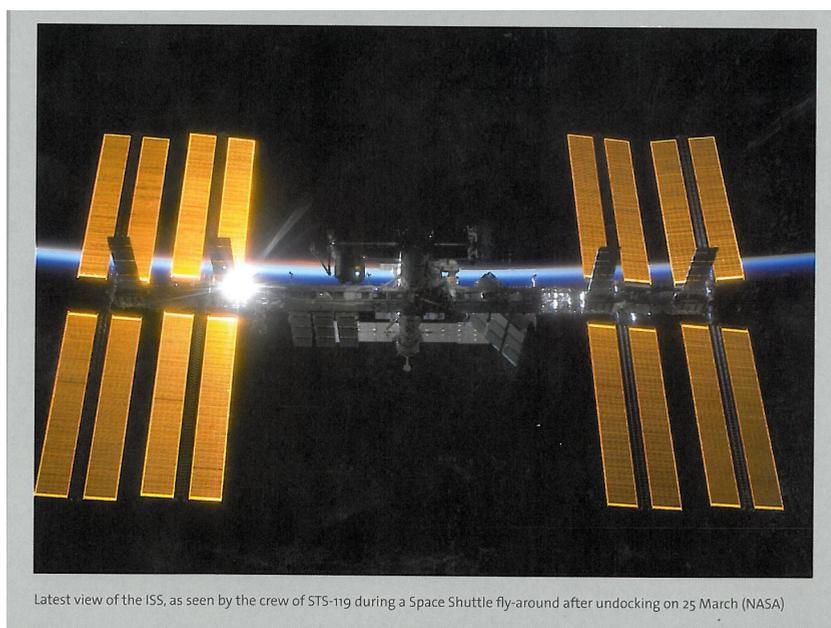


Figura 6

Un afortunado encuentro con el señor ministro horas antes del anuncio de la citada decisión, donde se le pudo explicar que, aparte del feo estético que sería abandonar un programa llamado Colón en las fechas que se celebraba su glorioso viaje, sería un grave error estratégico. En efecto todos los días, la mayor estructura jamás puesta por el hombre en órbita, del tamaño de un gran estadio de fútbol, pasaría (y se vería) por encima de España, sin que tuviera el país el menor poder de decisión. Algunos dirían que la ISS no tenía objetivo militar alguno, lo que es correcto, pero parece que seguirían anclados en otras épocas, donde la seguridad y defensa sólo eran cosa de ejércitos y armas. Como bien sabemos ahora, la información es tan importante como la superioridad armamentística, y los flujos de bienes y servicios pueden ser armas disuasorias de un efecto difícil de alcanzar con medios más tradicionales. El caso es que hoy España es partícipe del programa Columbus, y con ello copropietario de la ISS al mismo nivel de información que los demás partícipes, lo que no sólo incluye el bien, y su utilización, sino también la órbita que ocupa, y todo ello por unos céntimos por español y año. Más esfuerzo, incluso vi-

das, cuesta ocupar algún pequeño islote, sobre el que no nos cabe dudas que abandonarlo constituiría un grave paso atrás en nuestra seguridad.

Es interesante observar lo que hace, y cómo lo hace, la Federación Rusa, en el campo espacial, país participe en la ISS, junto a los EE.UU., sin que su cooperación sufra de los piques y enfrentamientos habituales entre dos superpotencias, que tienen que cuidar no sólo lo que el otro hace, sino también lo que puede parecer que hace.

Rusia, heredera del vasto poder espacial de la extinta Unión Soviética, se rige en esta área con un conjunto de leyes y disposiciones de alto valor estratégico, entre los que destaca la Ley de la Federación Rusa número 5663-1, del 20 de agosto de 1993, sobre actividades espaciales<sup>11</sup>, modificada y corregida en 1996, 2003, 2006 y 2011, el concepto del desarrollo a largo plazo de la Federación Rusa hasta 2020 (doc 1662-r del 17 de noviembre de 2008), y las provisiones y principios de la política espacial rusa hasta el año 2030, aprobado por el presidente Putin el 19 de abril de 2013 (nº Pr-906). Este cuerpo jurídico define los objetivos básicos de la actividad espacial rusa, a saber: utilizar todos los medios disponibles para la defensa de la Federación, garantizar su acceso independiente de terceros al espacio, y mantener la cooperación con las Repúblicas de Bielorrusia y Kazastán, aparte de cooperar con otros países bajo el principio de igualdad y beneficios mutuos. Se requiere, pues, incrementar el potencial científico-técnico de su base industrial, para adquirir más conocimiento sobre la Tierra y el entorno espacial próximo, y más tarde del Sistema Solar y el Universo.

Se puede decir más alto, pero difícilmente más claro: para la Federación Rusa, el desarrollo de su capacidad espacial es la llave para su seguridad y para su desarrollo tecnológico. Obsérvese que Rusia no plantea utilizar el espacio como campo de batalla, aunque no lo excluye, sino utilizar el conocimiento que obtenga del dominio del espacio para garantizar su propio bienestar y seguridad, y lo hace con planes de desarrollo hasta 2030. No tenemos nada parecido en Europa, y ni siquiera en los Estados Unidos, sometidos al escrutinio y aprobación anual por parte del Congreso, y a los ciclos presidenciales.

Otra interesante observación es la promoción de dos instrumentos de desarrollo de esta política: las plataformas tecnológicas y los clúster de innovación, y en ambas se promueve la creación de entidades público-privadas para agilizar la marcha. Parece que los planes quinquenales de antaño han pasado a mejor vida, y los poderes públicos a nivel estatal

---

<sup>11</sup> Edelkina, Anastasia; Karasev, Oleg y Velikanova, Natalia. «Space Policy in Russia: New Trends and Tools». The Aviation and Space Journal, Year XIII, Jan-Mar 2014, p. 44. Alma Mater Studiorum.

y regional están dispuestos a facilitar el desarrollo de iniciativas privadas, a las que se reconoce más motivación y eficacia.

Como conclusión a estas breves reflexiones sobre la seguridad y defensa relacionadas con el espacio, basadas en el ejemplo de un Estado muy diferente de los que llamamos «de nuestro entorno», podemos decir: la exploración y explotación del espacio es una de las actividades más importantes, si no la más importante, para garantizar nuestra seguridad y bienestar, a través del conocimiento adquirido, y que no solo no excluye, sino que justifica la cooperación internacional bajo los principios de igualdad y equidad. Otros campos de actividad se parecen, y se relacionan, con el del espacio, por ejemplo las tecnologías de la información, que pueden desestabilizar países con más facilidad, y menos costo, que la guerra tradicional. Pero ¿hay mejor manera de informar que hacerlo desde el espacio?

### **La privatización y la gobernanza del espacio: una obra para titanes**

Hemos visto en capítulos anteriores la marcha, que parece irreversible, hacia una integración de la iniciativa privada en los asuntos del espacio, y a los problemas de gestión que las vigentes leyes espaciales pueden suponer en un futuro próximo. Ambos asuntos están íntimamente ligados y requieren un tratamiento conjunto.

La privatización de las actividades no supone, al menos de momento, la enajenación de activos del espacio, como son las órbitas de los cuerpos celestes, lo que chocaría frontalmente contra el Artículo II del vigente tratado del espacio, sino más bien el uso comercial del espacio exterior, tal como lo presentó la OCDE en su informe de 2011<sup>12</sup>. Por cierto, dicha entidad calculó en más de trescientos mil millones de dólares el valor de las actividades espaciales globales en el año 2012, y pronosticó un sólido crecimiento (en el entorno del 7%) en los próximos años. De esta cifra un 38% eran de productos directamente derivados del espacio, como son las comunicaciones y la observación de la Tierra.

La definición más amplia de «actividad privada» (o comercial, si se prefiere este término) es la realizada por una entidad no gubernamental (lo que no excluye que tenga capital del Estado), asumiendo los riesgos de su actividad, y con capacidad legal para ofrecer los servicios a sus clientes, sean gubernamentales o privados. Es importante leer a Rolf Skaar, antiguo miembro de Comité de Política a Largo Plazo de la ESA, y también del Consejo Rector del ESPI en su obra «Comercialización del Espacio y

<sup>12</sup> OECD, Handbook on Measuring the Space Economy, OECD publishing.

su Evolución»<sup>13</sup>, donde ya citaba estos temas y la transferencia de conocimiento del sector público al privado, que permitía a este tomar la iniciativa a nada que la legislación vigente se lo permitiera.

Las actividades susceptibles de ser privatizadas son la prestación de servicios hacia y desde la órbita, incluyendo el desarrollo de los adecuados sistemas de transporte espacial, y aquellos servicios en órbita, desde el ya incipiente turismo espacial, a en un futuro la minería, la generación de energía e incluso la agricultura, de lo que hablaremos en los apartados siguientes. Hablando de turismo espacial, y dada la indefinición sobre la frontera entre lo aeronáutico y lo espacial, hay unas cuantas iniciativas interesantes (incluso con empresas españolas) pero que no son, en sentido estricto, espaciales. Nos referimos a los vuelos parabólicos, para disfrutar de unos minutos de ingravidez, y a los vuelos en globos estratosféricos, que permiten ver la curvatura de la Tierra, y la negritud del firmamento, pero que se quedan muy por debajo de los cien kilómetros de altura. Sin embargo, sí estarían catalogados como «espaciales» los vuelos suborbitales (siempre y cuando superen, siquiera brevemente los 100 Km de altura) y las actividades y servicios hacia la órbita, como es el aprovisionamiento de la Estación Espacial Internacional, o desde la órbita, como son la generación de imágenes por empresas privadas, la limpieza, en su día, de los residuos en órbita, e incluso el envío de las cenizas de seres humanos, en vez de enterrarlas o esparcirlas por el mar.

El lector avisado puede preguntarse qué potencias espaciales tienen interés en esta comercialización, dados los regímenes políticos vigentes en Rusia, China, e incluso en la India, por no hablar de otros países más exóticos y cuyas actividades espaciales están más bien para demostrar músculo que para el desarrollo pacífico del espacio. Sin embargo Rusia, por ejemplo, tiene «privatizada» una gran parte de su industria espacial (NPO Energia, la mayor empresa de transporte espacial del país tiene «solo» un 40% de su capital en manos del Estado) y hay muchos Estados que tienen interés en dejar que sean entes ajenos a los poderes públicos los ejecutores de su política. Así, en caso de «accidentes» una gran parte de la responsabilidad caerá sobre los administradores de estos entes privados, y no sobre los gobernantes, que podrán incluso presumir de aplicar castigos ejemplares. Evidentemente estas empresas están controladas y bajo la regulación de sus gobiernos, pero no dejan de ser privadas, como lo son en España Iberdrola o Endesa, por citar alguna, lo que no es óbice para que su actividad esté completamente sometida a los poderes públicos.

Pero en todo esto, y como se decía en el siglo XIX del Imperio Otomano, tenemos un «gran enfermo» que no es otro que Europa. En efecto, grandes y no tan grandes potencias espaciales tienen un gobierno único, y

<sup>13</sup> Skaar, Rolf. ESPI report 4, mayo 2007.

sin embargo Europa tiene unas estructuras supranacionales, y decenas de Estados soberanos, con los que hay que coordinar cualquier decisión de alcance. Y para hacer el número más difícil todavía, las estructuras supranacionales no tienen la misma composición (UE, Agencia Europea del Espacio, Agencia de Defensa, etc.) ni siquiera los mismos intereses.

El Tratado de Lisboa ya da poder a la Unión Europea para ocuparse del Espacio, y con ciertas prevenciones de temas de defensa enmarcados dentro de la seguridad, pero de momento lo que tenemos es una batalla por el poder entre la Comisión Europea y la Agencia Espacial, con algunos programas calificados como estratégicos para Europa, como son Galileo y Copernicus, sufriendo las consecuencias. Llama poderosamente la atención que países que se dicen democráticos y liberales se comporten a veces como el perro del hortelano, ni comen, ni dejan comer, en el sentido de que dicen que no tienen los medios financieros para sufragar ciertos programas, y que por lo tanto solicitan la contribución del capital privado, pero por otro lado niegan a esta contribución una razonable garantía de recuperación, bajo el argumento de que los servicios que se presten tienen que ser cubiertos y sin coste para el ciudadano. Al final se hacen los programas con exclusiva financiación pública, pero tras perder años de desarrollo y sufrir importantes sobrecostes.

A escala mundial no están las cosas mucho mejor, la comisión para el uso pacífico del espacio de la ONU, COPUOS, no tiene una subcomisión para tratar las iniciativas no gubernamentales, seguramente por el corsé de los Tratados del Espacio. Hay una iniciativa muy interesante, introducida por un experto español, para añadir a las dos subcomisiones existentes una tercera sobre «asuntos económicos y sociales»<sup>14</sup> que se ocuparía de las actividades comerciales. Ojalá prospere.

Lo que sí es indudable es que en el inmediato futuro se renovarán los esfuerzos por tener una legislación espacial que favorezca la iniciativa privada, no contra la pública, sino haciendo que ésta sea subsidiaria en materia de aplicaciones, y sólo sea esencial en los campos de la ciencia, la seguridad y la defensa.

### **Una mirada desenfadada a un futuro posible**

Moría el siglo XVIII cuando el físico italiano Alejandro Volta enviaba a la Royal Society sus descubrimientos sobre la electricidad, que treinta años después ampliaba el inglés Michael Faraday. Y aunque ya se aplicaba para el telégrafo desde mediados del siglo XIX, tuvieron que pasar

<sup>14</sup> Prado, Elvira. III Seminario sobre Actividades Espaciales y Derecho. Instituto Iberoamericano de Derecho Aeronáutico y del Espacio y de la Aviación Comercial, p. 138. Madrid, 2013.

90 años para que la electricidad tuviera su primera aplicación comercial, sustituyendo al gas como fuente de iluminación de las ciudades.

En el principio del siglo XXI se han confirmado diversos aspectos de la relación entre la Teoría General de la Relatividad y la Física Cuántica<sup>15</sup> que no es otra que la gravitación, y además se ha confirmado la existencia del bosón de Higgs, aquel que da la característica de la masa a las partículas elementales. No es quizás excesivamente aventurado pensar que en tres generaciones la ciencia haya aprendido a manejar la gravedad, lo que traería consecuencias muy interesantes, algunas obvias, y otras no tanto como es el poder modular el campo gravitatorio y tener un sistema de comunicaciones casi instantáneo, pues la señal gravitatoria cruzaría todo el universo en menos de un segundo (!) dejando a la velocidad de la luz a la altura del tam-tam. Obsérvese que no se postula algo más rápido que la luz, sino que se detectan modulaciones del campo gravitatorio de forma casi independiente a su distancia del observador.

Una de las consecuencias obvias de poder jugar con las leyes de Newton es la de tener que dejar a la superficie de la Tierra como única área accesible para el ser humano. Ya en el siglo XIX, con la llegada de los medios de transporte de masas, las ciudades dejaron de albergar los centros fabriles, pasando estos a áreas especializadas y dejando las ciudades esencialmente como lugar de residencia. En analogía con estos hechos, si podemos prescindir de los cohetes para abandonar el pozo gravitatorio terrestre, y tan importante como esto, podemos depositar en la superficie de la Tierra, sin necesidad de tener un pesado escudo térmico para la reentrada, desde cualquier órbita, cualquier masa, podremos de manera eficaz ubicar los centros fabriles y las plantas generadoras de energía fuera de la Tierra, con la correspondiente ganancia en limpieza y seguridad.

Como se viene repitiendo en estas líneas, no hay respuesta para prevenir el uso indebido de la capacidad de alterar el efecto de la gravedad, el arma es la mente humana y no la capacidad tecnológica. Pero si se adquiere esta capacidad los usos benéficos de la misma con mucho superarán los posibles horrores que pudieran acarrear.

La Humanidad no tiene solo la Tierra para desarrollarse, sino un sistema binario Tierra-Luna, donde el satélite es del orden de magnitud, en tamaño, que el planeta (Figuras 7 y 8), lo que lleva al concepto de la Gran Tierra (Figura 9), esfera de influencia de unos tres millones de kilómetros de diámetro, y que alberga la Luna y varios cientos de pequeños cuerpos celestes próximos, y dos de los cuatro puntos de libración, o puntos de equilibrio, entre los tres cuerpos que dominan el campo gravitatorio próximo, es decir el Sol, la Luna y la Tierra.

<sup>15</sup> Faus, Antonio Alfonso. *Frontiers of Fundamental Physics, Eight International Symposium, AIP Conference proceedings. Volume 905*, p. 125. Melville Ed. New York, 2007.



Figura 7



Figura 8

Lo primero que podría sacarse a órbita son las plantas solares de generación de energía, concepto desarrollado por Glaeser hace ya cincuenta años, donde aprovechando que el Sol ilumina las veinticuatro horas del día, se podría producir energía de forma continua y retransmitirla a la Tierra como microondas (Figura 10).

Las plantas tendrían dimensiones considerables, de unos 10 Km de largo, con las antenas de 500 metros de diámetro, para conseguir que la

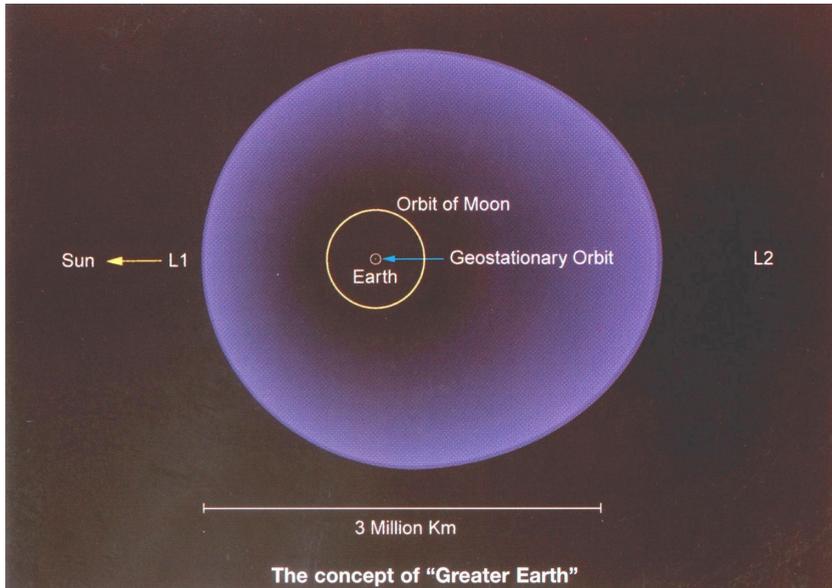


Figura 9

densidad de potencia del haz en la superficie de la Tierra fuera de unos pocos miliwatios por metro cuadrado, equivalente a lo que se tiene bajo una línea de alta tensión hoy en día. Los puristas se preguntan qué efecto tendría este hoy sobre la atmósfera terrestre. Lo tendría, faltaría más,

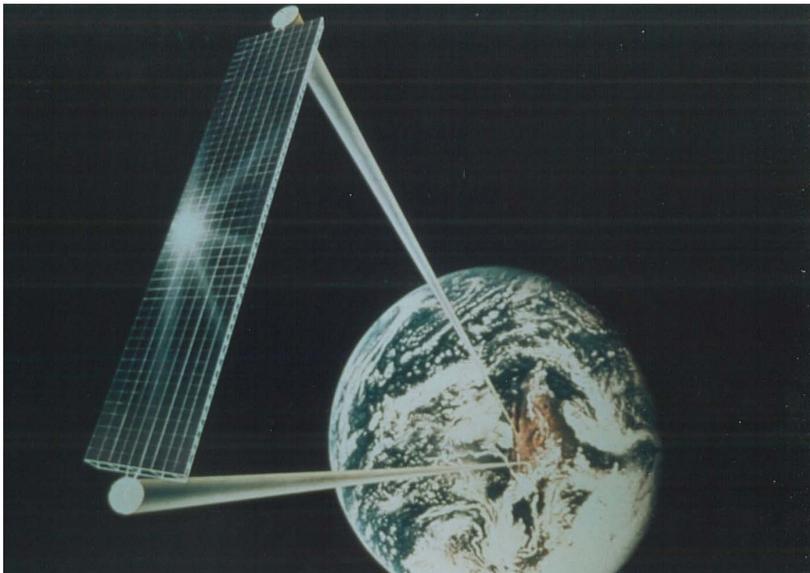


Figura 10

pero se puede apostar con toda seguridad que menos que quemar millones de toneladas de productos fósiles cada día, como hacemos hoy. Otros, más preocupados por la estética, se quejan de que estas estructuras en órbita estropearían el cielo nocturno (Figura 11) y no permitirían la observación del espacio profundo con los telescopios. Claro está que si tenemos aparatos de 10 Km de longitud en órbita, en estos mismos ingenios podremos tener los más avanzados telescopios y además sin el inconveniente de la atmósfera terrestre.



Figura 11

La realidad puede superar la ciencia-ficción, si dominamos la gravedad para poder orbitar estos monstruos, podremos, a lo mejor, confinar los átomos de hidrógeno y producir la fusión nuclear, con lo que en órbita tendríamos plantas de dimensiones mucho más pequeñas para la misma potencia instalada. Además la materia prima, el isótopo tritio, abunda en la superficie de la Luna, lo que permite su explotación sin dañar la superficie de la Tierra, que es lo que queremos proteger.

Pero una gravedad reducida es también una bonanza para mucha gente, por ejemplo los que sufren del corazón, y para el crecimiento de animales y plantas. Acabaremos teniendo granjas orbitales (Figura 12) y hábitats (Figura 13), con sus correspondientes corazas antirradiación, lo que en su día incluso dará lugar a una diversificación de la raza humana, entre los terrenos y los espaciales. Soñar no cuesta nada, lo que es caro es no tener ilusiones y seguramente lo que más dificulta este escenario serán temas de gobernanza antes que las barreras tecnológicas.

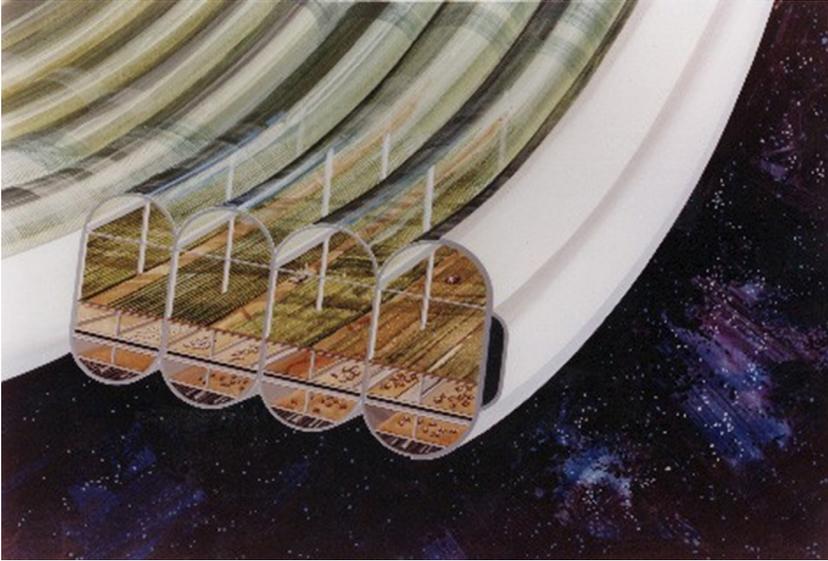


Figura 12

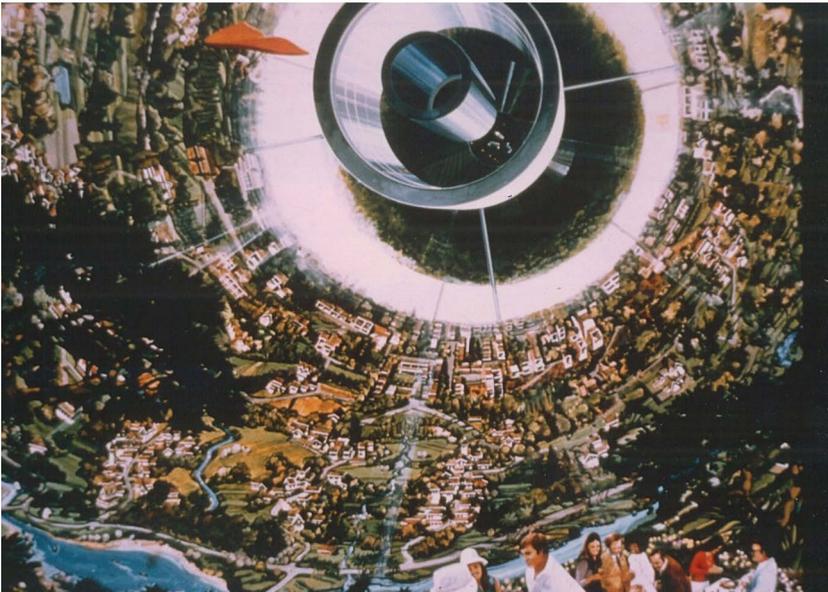


Figura 13

Por cierto, un dominio de los campos gravitatorios daría una solución al tema de los NEOs (cuerpos celestes próximos a la Tierra) del que no podemos olvidarnos, pues siempre tendremos la amenaza de un impacto catastrófico, como nos lo recuerda el satélite Mimas de Saturno (Figura 14).



Figura 14

Finalmente, pero no lo menos impactante, es el conocimiento sobre la variedad y tamaño del Universo. La conocida imagen tomada por el telescopio espacial Hubble (Figura 15) de el punto más oscuro de nuestro cielo, que mostraba miles de galaxias como la nuestra, y la demostrada existencia de agua en muchos cuerpos celestes, como es el caso de Marte, o del satélite galileano de Saturno Europa (Figura 16), completamente cubierto por hielo, nos apuntan a una posible existencia de vida extraterrestre, y a las consecuencias éticas y filosóficas que su confirmación supondrían para la Humanidad.

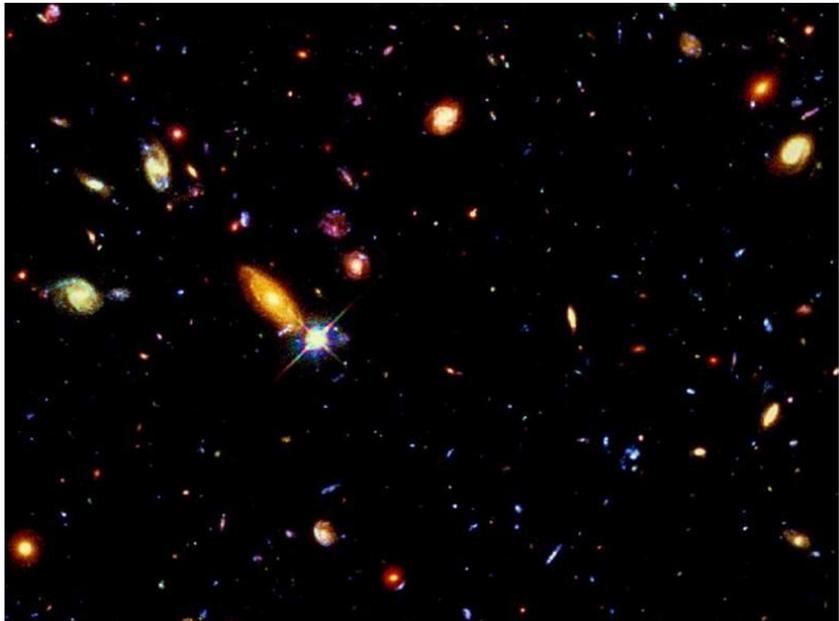


Figura 15

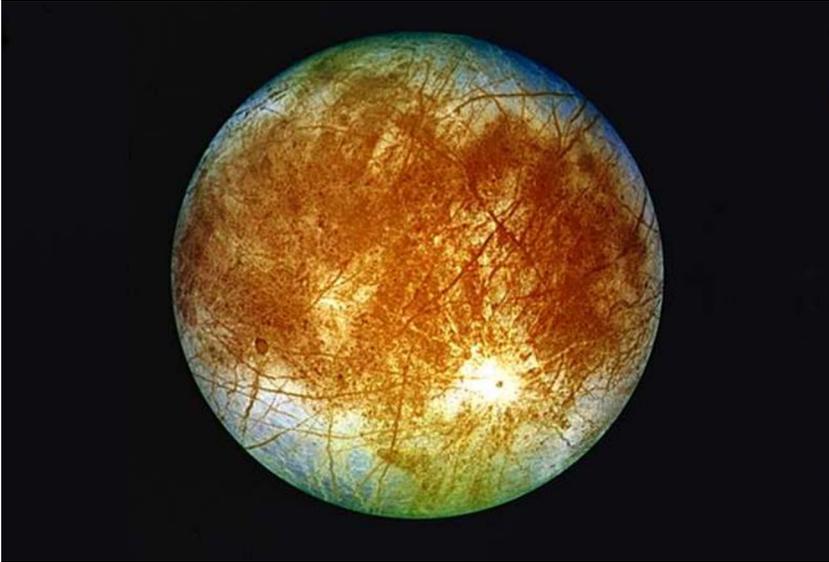


Figura 16

De momento nos quedamos en nuestro Sistema Solar, que ya ofrece campo de sobra para la exploración y explotación del espacio. La bellísima imagen tomada por la Sonda Cassini (Figura 17) donde se vislumbra a la Tierra en el anillo exterior de Saturno, hacia las 10 si fuera un reloj, nos enseña simultáneamente la pequeñez de nuestro planeta y la inmensidad de las tierras a explorar. Es de esperar que hayamos aprendido alguna lección del pasado.

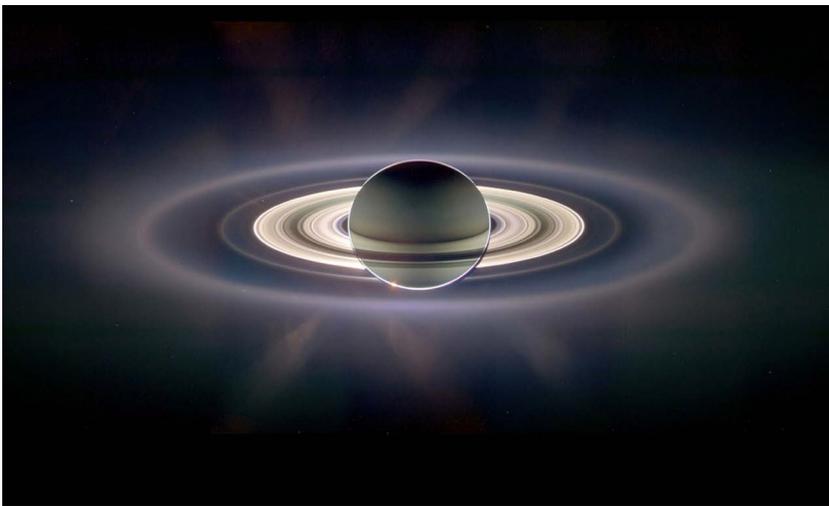


Figura 17

## Algunas reflexiones sobre el futuro de la actividad espacial en España

Aunque vivimos tiempos en que se duda de todo, es un hecho que España es parte de Europa, y por lo tanto su destino está unido al de esta última. Los problemas de España son los de Europa, falta de visión estratégica debido a los múltiples intereses creados, y difícil gobernanza por la excesiva atomización de la capacidad de acción como ente único en programas como Copernicus (antes GMES<sup>16</sup>), con sus complicaciones institucionales, técnicas y de ámbito de aplicación. España está en la misma tesitura con el espacio, pues es la opinión de este autor que no estar activo en este campo es abandonar el futuro, como lo era en los siglos xv y xvi la navegación. Con poco esfuerzo institucional (y en España no llega a 5€ persona y año) se puede llegar muy lejos, y recortar donde hay muy poco no soluciona ninguna crisis, y puede llevar a la pérdida de posiciones adquiridas. Y pero aún, si la gestión de este poco no es eficaz, el daño se multiplica.

España además conoce bien (y a veces bien le duele) lo que es la fragmentación del poder ejecutivo, con lo que con su experiencia puede ayudar a otras naciones europeas a alcanzar consensos y decidir la vía de acción, aparte de que, y esto la propia ciudadanía española lo ignora, está bastante bien situada en el conjunto de las Naciones activas en el campo espacial. Hay empresas bien situadas en el campo de los servicios, una capacidad propia en temas de seguridad y defensa, y una industria que vende bien, pues está especializada y lo que hace lo hace muy competitivamente. Además España es socio de todas las instituciones europeas del ramo, desde la UE, la Agencia Europa del Espacio, Eumetsat, Eutelsat, Galileo, Copérnico y tantos otros.

Todo lo que se necesita es poner en perspectiva lo que se tiene y la utilidad del espacio, más una buena gestión de los modestos presupuestos institucionales. El problema, como dice el conocido investigador Fernando Reinares, del Instituto Elcano, es que somos un país que carece de consensos fundamentales en materias de defensa, seguridad y relaciones internacionales<sup>17</sup> (y eso que se refería al gravísimo atentado del 11 de Marzo de 2004) y que nuestra clase política por tanto trabaja a corto plazo. Ya decía el filósofo J.H. Montgomery, hace casi un siglo (Tabla 2) que para sobrevivir, una sociedad tiene que tener placeres presentes y proféticos, lo que traducido al lenguaje de la calle quiere decir atreverse con programas ambiciosos, que nos darán más capacidad de supervivencia y más satisfacciones que la simple persecución del estado del

<sup>16</sup> Pavlov, Nikolay. «EU Crisis Management and the Security Dimension of GMES». *ESPI perspectives G3*, november 2012.

<sup>17</sup> Reinares, Fernando. *ABC*. Domingo 9 de marzo de 2014, p. 39.

bienestar. Pero esto no se consigue sin esfuerzo, y sin continuidad, como cualquier otra gran gesta humana.

Si estas líneas contribuyen a ayudar a nuestros políticos a tomar las buenas decisiones, serán un resultado más que satisfactorio.

**Una Sociedad no es un fin en sí misma, sino los medios para alcanzar otros fines. Al igual que los organismos individuales, la Sociedad organizada puede ser buena o mala. Es mala si ha alcanzado la seguridad sólo para consumir sus bienes y repetir fórmulas de conducta, pues entonces ni siquiera puede disfrutar de sí misma. Es buena sólo si sus placeres son a la vez presentes y proféticos.**

**J.H. Montgomery "La biología de la Sociedad".**

Tabla 2

