

El espacio

Ignacio Azqueta Ortiz

Capítulo Cuarto

Resumen

Todo lo que ocurre en la Tierra afecta directa o indirectamente a nuestro entorno y podemos fácilmente percibir que todos los acontecimientos tienen sus repercusiones posteriores, cualquier acción del hombre, hoy afectará a nuestro futuro. De la misma manera, todo lo que ocurre en el espacio tiene su repercusión en la Tierra.

Estamos viviendo la gestación de grandes proyectos de futuro en el espacio lanzados por las grandes potencias de forma individual. Se está gestando una nueva fase de la «carrera espacial» en la que han entrado a formar parte de ella nuevas potencias económicas.

En este capítulo se analizarán los posibles motivos e intereses en esta nueva «carrera del espacio», y como podrá afectar en el futuro a las relaciones entre las grandes potencias y por ello a todo nuestro entorno.

Abstract

Everything happening on Earth affects our environment either directly or indirectly, and we can easily perceive that all events have forthcoming repercussions, any action performed by man today will affect our future. In the same way all that happens in space has its repercussion on Earth.

We are experiencing the creation of great space projects for the future, initiated individually by the major powers. A new phase of the «space race» is emerging, where the new economic powers are now taking part.

This chapter will analyze the possible reasons and interests in this new «space race» and how it could affect, in the future, the relationships between the great economic powers and therefore our environment.

Palabras claves

Carrera del espacio, espacio aéreo, espacio exterior, espacio profundo, sistema de posicionamiento global, tierras raras, helio 3, leyes aeronáuticas y del espacio.

Key words

Space race, air space, outer space, deep space, global position system, rare earth, helio 3, air space law, space law.

Introducción

Cuando nos preguntamos en qué entorno se desarrolla el hombre y cómo le afectan los cambios y evolución de los mismos, rápidamente pensamos en los fenómenos que ocurren en la superficie terrestre, en los mares y sus profundidades, en el desconocido interior de la Tierra y finalmente, llegado el caso, en el espacio.

¿Y por qué solo es «finalmente, llegado el caso, en el espacio»? Simplemente porque el espacio no es algo tangible para nosotros.

Sentimos la importancia que tiene el agua, somos conscientes de nuestra dependencia de ella y la importancia que tiene para nuestra supervivencia el disponer de la misma. Vamos aprendiendo a valorar y redirigir las acciones que el hombre realiza y que afectan al medio ambiente porque vemos su relación directa con sequías, deforestación, desertización, falta de agua y al final pobreza.

Valoramos el agua y vemos claramente su necesidad, que llega a convertirse incluso en elemento de diferencias políticas en su reparto.

Igualmente podríamos hablar del petróleo. Conocemos la dependencia que de él tiene nuestra sociedad, nos preocupan los acontecimientos políticos y posibles enfrentamientos armados en zona de producción por la posible reducción de suministro o incremento de costes. Es algo tangible y que nos afecta directamente.

Pero es difícil sentir y valorar la importancia de los servicios que desde el espacio recibimos y nuestra dependencia del mismo. Y la transcendencia que puede tener para el futuro todo lo que ocurra en él. No es algo tangible.

Todo lo que ocurre en la Tierra afecta directa o indirectamente a nuestro entorno, y podemos ver que todos los acontecimientos tienen sus repercusiones, cualquier acción del hombre hoy afectará a nuestro futuro.

La energía, el agua, los recursos naturales, los mares, el medio ambiente, la economía mundial, todo tiene una interrelación. Cualquier cambio o acción en alguno de ellos tiene sus efectos sobre los demás.

El tema del espacio ha sido constantemente elemento de sorpresa para la humanidad. Se podrían citar como ejemplo, el primer satélite en órbita, el primer astronauta, el hombre en la Luna, los astronautas reparando el telescopio *Hubble* en el espacio o el aterrizaje de una sonda en un cometa, etcétera. Pero solo se ven como grandes retos tecnológicos lo que el hombre ha conseguido y no se valora correctamente lo que está detrás de todo ello y lo que nos afecta.

La famosa «carrera del espacio», que todos dábamos como algo del pasado con las imágenes de americanos, rusos y europeos compartiendo largas estancias juntos en la estación espacial, los astronautas americanos

utilizando lanzadores espaciales rusos para ir al espacio, etcétera, era el mundo deseado en el que únicamente se desarrollaba investigación.

Pero se nos presentan nuevos y grandes proyectos de conquista, liderados y desarrollados de manera individual por los anteriores actores, y además aparece un nuevo y agresivo actor en el mundo del espacio: la República Popular China, quien sorprende con sus capacidades tecnológicas y manifestación pública y decididamente sus ambiciosos proyectos de futuro.

La «carrera del espacio» nunca ha terminado y 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.

Es la geopolítica líquida que también invade el espacio, todo lo que ocurre en la Tierra le afecta, y a partir de ahora será mucho más perceptible que todo lo que suceda en el espacio, o pueda acontecer en el futuro, tendrá importantes repercusiones en nuestro planeta.

Qué es el espacio

Se considera como espacio el «medio físico en el que se sitúan los cuerpos y los movimientos, y que suele caracterizarse como homogéneo, continuo, tridimensional e ilimitado».

Hay quien entiende que el espacio es todo aquello que está sobre nosotros, lo cual es cierto con matices, ya que las leyes que lo definen y determinan la posible soberanía de los Estados sobre este y las reglas de actuación dentro de él, son diferentes dependiendo de la altura con referencia a la Tierra.

Básicamente podemos considerar dos tipos de espacios: el espacio aéreo y el espacio exterior, sin entrar en disquisiciones entre troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera, espacio interplanetario y espacio profundo.

Veamos qué se entiende primero por espacio aéreo. Soslayando el problema sobre su caracterización jurídica, sobre la que no hay un total acuerdo doctrinal, el Derecho Internacional vigente, y las leyes internas se han pronunciado por la soberanía de los Estados sobre el espacio aéreo por encima de sus fronteras geográficas y mar territorial. Esta doctrina de soberanía estatal no debe, sin embargo, ser admitida con carácter absoluto, ya que si bien encuentra su razón de ser en los derechos de los Estados a su defensa, ha de ajustarse a las obligaciones que impone la pertenencia a una comunidad internacional que debe facilitar al máximo la comunicación entre los diferentes Estados.

Por encima del espacio aéreo, en altura, tenemos el espacio exterior, que se rige por otras leyes diferentes en la que los Estados carecen

de «soberanía estatal» con referencia a fronteras geográficas y mares territoriales.

Por ello es importante concretar dónde termina el espacio aéreo y donde empieza el espacio exterior. Si bien, la normativa legal del espacio aéreo está bastante bien determinada, no hay total acuerdo en la delimitación entre espacio aéreo y espacio exterior.

Por lo que respecta a esta delimitación entre espacios a la hora de aplicar el Derecho Aeronáutico o el Espacial o Astronáutico, no existe normativa reconocida, y la doctrina que fija el límite del espacio aéreo varía entre 40 kilómetros y el perigeo en órbita eficaz de los vehículos espaciales, que está en torno a los 160 kilómetros.

Actualmente, ante los nuevos retos de aeronaves aeroespaciales que circulan tanto en el espacio aéreo como en el exterior (vuelos suborbitales de investigación o en el futuro comerciales incluyendo turismo), la doctrina más reciente y aplicada por gran parte de los Estados y por la Federación Aeronáutica Internacional ha establecido la línea de Karman¹, que está basada en la resistencia al avance y en los efectos de la gravedad y que la sitúa a unos 100 kilómetros de altura.

El hombre se mueve a diario en el espacio aéreo, ya sea en aviones militares o en los miles de vuelos comerciales que a diario sobrevuelan la Tierra. Pero también está en el espacio exterior, desde el célebre 12 de abril de 1961 en que Yuri Gagarin, primer astronauta en el espacio, dio una órbita completa alrededor de la Tierra hasta nuestros días, son más de 500 los astronautas que han estado en el espacio. Todos ellos, salvo los que fueron a la Luna, han estado en órbitas terrestres de baja altura, normalmente menos de 500 kilómetros. Si tenemos en cuenta que el radio de la Tierra es de 6.371 kilómetros, desde el punto de vista astronómico, los astronautas se han estado moviendo y siguen haciéndolo casi pegados a la Tierra. Salvo, como antes se ha mencionado, los astronautas que fueron a la Luna estuvieron a una distancia de 384.400 kilómetros, que astronómicamente hablando, se considera como espacio exterior muy cercano.

La gran dificultad para ir más allá en vuelos tripulados es la propia naturaleza del ser humano y en ese sentido, finalizados los vuelos del hombre a la Luna, todos los esfuerzos para conocer e investigar el espacio exterior profundo, es decir más allá de la Luna, se fundamentan en vuelos no tripulados. Si bien como reto tecnológico y científico se está trabajando en el establecimiento de una base lunar habitada permanente o temporalmente y de un vuelo tripulado a Marte, siempre seguiremos moviéndonos en el espacio exterior muy cercano. La propia constitución del ser humano le hace incapaz de asumir mayores retos que los de hoy en las

¹ www.encyclopediajuridica.biz14.com

que las grandes distancias, a pesar de las velocidades de los vehículos espaciales, son de una duración que fisiológica y logísticamente el cuerpo humano en la actualidad no puede afrontar.

La carrera del espacio

La carrera del espacio, que tuvo lugar durante la Guerra Fría, fue realmente una carrera armamentística y de propaganda política entre dos grandes bloques.

Es cierto que los retos tecnológicos alcanzados durante esta carrera han tenido su aplicación dual, toda vez que posteriormente han sido trasladados al campo civil y militar, pero inicialmente el objetivo de ambos bloques era claramente militar.

No obstante, la propaganda política tuvo un papel muy importante por ambas partes y fue imprescindible para la aprobación de los ingentes fondos económicos necesarios para llevar a cabo estos logros. En cada meta alcanzada, no solo se estaba demostrando la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico del país, sino también la capacidad económica y de bienestar para poder realizar semejantes empresas, nunca se hablaba de la parte que tendría posteriormente su aplicación militar.

En el sentido mediático de los logros alcanzados, sobresale una noticia que fue una auténtica sorpresa y que se difundió rápidamente: «La Unión Soviética había puesto un hombre en órbita terrestre». El 12 de abril de 1961, Yuri Gagarin, a bordo de la nave *Vostok 1*, había dado una vuelta completa a la Tierra volando a 28.000 km/h y había regresado sano y salvo. Era la primera vez en la historia que el ser humano, venciendo la fuerza de la gravedad, abandonaba la superficie de este planeta para salir a la atmósfera y asomarse al espacio exterior.

Desde el punto de vista político y de prestigio nacional fue un gran éxito de la Unión Soviética, y sin lugar a dudas estos motivos fueron decisivos para que el vuelo tuviese lugar. Además, fue un nuevo varapalo para los Estados Unidos pues, por dos veces consecutivas, la Unión Soviética adelantaba claramente a los Estados Unidos en la carrera del espacio.

Esta situación impulsó a la población norteamericana hacia un sentimiento patrio de interés por el espacio y permitió el nacimiento de la NASA, dotándola de los fondos económicos necesarios para afrontar esa carrera.

Desde el punto de vista tecnológico, el vuelo de Yuri Gagarin representó un avance extraordinario. Para pasar del *Sputnik I*, puesto en órbita tres años y medio antes, al *Vostok I* hubo que resolver muchos y complicados problemas tecnológicos y médicos para poder alojar y asegurar el vuelo de una persona en su interior.

Pero la carrera del espacio había comenzado mucho antes, en un principio la podríamos considerar como la «carrera del espacio aéreo». La Administración Nacional para la Aeronáutica y el Espacio (NASA) se fundó en octubre de 1958, en el contexto de la Guerra Fría entre la Unión Soviética y los Estados Unidos, como respuesta al lanzamiento del *Sputnik* en octubre de 1957, antes nombrado. Sin embargo, la NASA tuvo una organización predecesora: la NACA, o Comité Asesor Nacional para la Aeronáutica, cuyo origen se remonta a marzo de 1915, hoy hace cien años.

Al igual que la NASA, la NACA también se fundó en respuesta a éxitos ajenos. A pesar de que fue en Estados Unidos donde se consiguió el primer vuelo a motor de la historia gracias a los hermanos Wright en 1903, a principios de la Primera Guerra Mundial, Estados Unidos se situaba claramente por detrás de Europa en materia de tecnología aeronáutica.

La «carrera del espacio aéreo o del espacio» nace realmente con la fundación de la NACA, creada para superar una situación de clara debilidad respecto a los avances tecnológicos en esta materia en Europa, asesorando al presidente en la coordinación de distintas iniciativas y actividades nacionales en materia aeronáutica.

Pero pronto sus tareas pasaron a expandirse, llegando a poseer y administrar sus propios laboratorios y centros de ensayos, llevando a cabo sus propias pruebas de vuelo. Podemos considerar el nacimiento de la NACA como el inicio de la «carrera espacial», pero limitado al espacio aéreo.

Bajo los auspicios de la NACA se fundaron diferentes centros que más tarde pasaron a formar parte de la NASA. La NACA comenzó a construir túneles de viento y a investigar distintos tipos de problemas relacionados con la aviación, dirigidos a mejorar las prestaciones, el rendimiento y la seguridad de las aeronaves.

La misma sensación de inferioridad tecnológica, que no de capacidad industrial, que se tenía a la finalización de la Primera Guerra Mundial respecto a Europa, se tuvo a la conclusión de la Segunda Guerra Mundial.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la NACA empezó a trabajar con las Fuerzas Aéreas y con Bell Aircraft con el objetivo de lograr el primer vuelo que superara la velocidad del sonido (1.225 km/h), algo que se consiguió en 1947 con el avión experimental X-1, pilotado por Charles «Chuck» Yeager en la base aérea de Edwards (USA).

Pero el espacio, más allá del aéreo, se veía cada vez más asequible y la NACA también se dedicó al estudio de los problemas que tenían que ver con los vuelos espaciales y, en especial, con aquellos que involucraban atravesar de nuevo la atmósfera para regresar a la Tierra desde el espacio. Se desarrolló la teoría de reentrada de los cuerpos romos, lo

que sentó las bases del diseño de las naves espaciales tripuladas que más tarde adquirirían la forma de cápsulas como *Mercury*, la cual serviría para llevar a los primeros astronautas al espacio.

En situación similar de inferioridad tecnológica aeronáutica sobre Europa terminó la Unión Soviética la Segunda Guerra Mundial, quien puso en marcha grandes centros de investigación aeronáutica y espacial. La carrera del espacio recibía un nuevo impulso.

Con la creación de la NASA en 1958, más de 7.500 empleados de la NACA y sus centros e instalaciones pasaron a formar parte de la nueva Agencia, fue el embrión de la que, en la actualidad, cuenta hoy con 17.400 empleados, con tres grandes centros dependientes de ella y que trabajan directamente para la Agencia: *Goodard Institute for Space Studies*, JPL, *Jet Propulsion Laboratory* y APL, *Johns Hopkins Applied Physics Laboratory*.

Los responsables e ingenieros de la NACA, origen de la NASA, acabaron siendo los que lideraron el Programa Espacial Norteamericano que, más tarde conseguiría poner en diferentes misiones a un total de doce astronautas sobre la superficie de la Luna.

El acuerdo de 1995 entre los Estados Unidos y Rusia posibilitó que astronautas norteamericanos pasaran largos períodos en la estación rusa MIR, conviviendo con los astronautas rusos. Así, se pudieron realizar proyectos de investigación conjuntos y prepararse para futuras estancias en la Estación Espacial Internacional, ISS. Con ello, se pensó que la carrera espacial había llegado a su fin. Estados Unidos, Rusia, la Unión Europea y también Japón compartían espacio, proyectos y costes económicos.

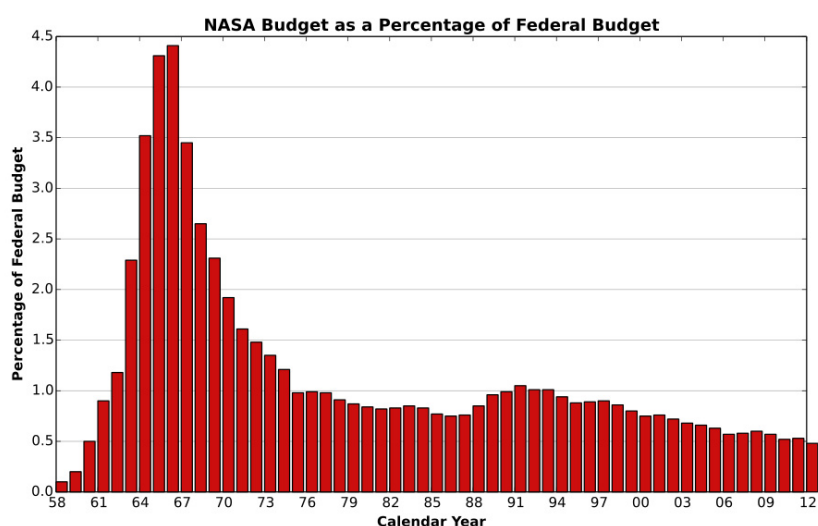


Figura 1. Evolución Presupuestos NASA.

Este estatus, teóricamente no se ha visto afectado por la gran diferencia de posiciones entre Estados Unidos y Rusia en temas tan sensibles como Ucrania, que ha tenido importantes repercusiones en las relaciones militares, políticas y económicas entre ambas potencias, pero no ha tenido su reflejo en el espacio, a día de hoy. No obstante, pudiera marcar un distanciamiento en el futuro cercano.

La NASA con un presupuesto de 18.010 millones de dólares en 2015 y con intención de ir creciendo en el tiempo, su administrador general Charles F. Bolden ha solicitado al Congreso de Estados Unidos un incremento del presupuesto de 500 millones de dólares para 2016, para estar y afrontar una nueva etapa de la carrera del espacio no solo con Rusia, heredera del programa espacial de la Unión Soviética, sino con nuevos e inquietantes competidores como es la República Popular China, con absoluta determinación de estar en el espacio a nivel de gran potencia.

Esta carrera que impulsa aceleradamente el desarrollo tecnológico siempre encuentra su posterior utilización dual, civil y militar, pero que en esta nueva etapa con China, con pretensiones comerciales claras, entra en un nuevo contexto competidor: científico, militar y también económico y comercial.

Qué buscamos en el espacio

Tiene que haber más de un motivo para emplear un ingente esfuerzo en investigación y tecnología, que además requiere de un respaldo económico importantísimo, para estar en el espacio.

La presencia en el espacio por motivos científicos es fácilmente explicable, pero su elevadísimo coste es algo más difícil de justificar. Podemos encontrar alguna otra motivación para estar en el espacio: desde el espacio se tienen grandes capacidades de comunicación y observación, tanto en el campo militar como en el civil, disponer de ellas y sobre todo tener el control es una fuente de poder. El conocimiento de las riquezas en el espacio y su posible explotación futura puede cambiar nuestro posicionamiento como potencia a nivel mundial.

Conocimiento

En el campo de la investigación podemos decir que el espacio nos ha abierto las puertas no solo al conocimiento de la Tierra y los mares, sino a la astrofísica y al conocimiento del universo.

Los avances conseguidos en algunos campos de la ciencia gracias al empleo de vehículos espaciales, han sido realmente espectaculares. Quizás los más llamativos han tenido lugar en el campo de la astronomía. Nuestros conocimientos sobre el sistema solar y el universo en general han avanzado en pocas décadas más que en todos los siglos precedentes.

Pero de igual manera, el disponer de diversos puntos fijos en el espacio de observación nos ha permitido conocer mejor la Tierra y los mares.

Con observatorios situados en órbita terrestre, sin el obstáculo y filtro que supone la atmósfera, se han podido descubrir y estudiar nuevos cuerpos celestes y conceptos, hasta hace poco, desconocidos: estrellas normales, enanas blancas, estrellas de neutrones, supernovas, cuásares, agujeros negros, inmensas nubes de gas y polvo, y galaxias de todo tipo.

Por primera vez en la historia de la humanidad, tenemos al alcance una respuesta a la pregunta que muchas veces nos hemos planteado: ¿es el ser humano el único ser vivo que habita en el universo? A esta pregunta, las conclusiones obtenidas por los telescopios espaciales han revolucionado el conocimiento astronómico, sentando las bases para comenzar a buscar vida fuera de la Tierra.

El telescopio *Hubble*, la mejor herramienta de la que disponemos en este campo y que fue lanzado hace ahora algo más de veinticinco años, abrió una nueva ventana al universo, observando desde el espacio, como nunca antes se había hecho: lejanas galaxias, planetas, asteroides, cometas o el nacimiento y muerte de estrellas. Imágenes que han transformado el conocimiento astronómico.



Figura 2. Foto NASA del *Hubble*.

Situado en órbita a 600 kilómetros de la Tierra, ha sido revolucionario para los científicos porque ha contribuido con sus capacidades a grandes descubrimientos en todas las áreas de la astronomía. Pero, también, ha conseguido cautivar a la gente en su interés por el espacio, al ser el primer telescopio espacial que observaba en el espectro óptico, es decir la luz visible, para nuestros ojos, y el más mediático.

La diferencia entre un telescopio espacial y uno terrestre, es que conseguimos imágenes con mucha más nitidez, hasta diez veces más que las que se obtienen desde tierra. Además, en el espacio no existe el problema de los cielos nublados y sobre todo no hay ese fenómeno que va unido al desarrollo de la humanidad que es la contaminación lumínica.

El *Hubble* se concibió para que durara un mínimo de quince años. La ventaja es que trabaja en una órbita accesible para los transbordadores espaciales, de modo que estaba previsto que a lo largo de los años los astronautas le hicieran visitas para llevar a cabo su mantenimiento y reparaciones, reemplazando, en caso necesario o de obsolescencia, sus instrumentos, como así ha ocurrido no solo para mantenimiento sino para modificar problemas importantes iniciales de diseño.

A lo largo de su vida operativa, los astronautas de la NASA han completado un total de cinco misiones (en 1993, 1997, 1999, 2002 y 2009) para realizar tareas de mantenimiento o colocar nuevos instrumentos. Estas imágenes de los astronautas reparando en el espacio al *Hubble*, impactaron al mundo y sirvieron para volver a generar interés y admiración por la conquista del espacio. Los paseos espaciales o el hombre caminando por la Luna no despertaban mucha admiración.

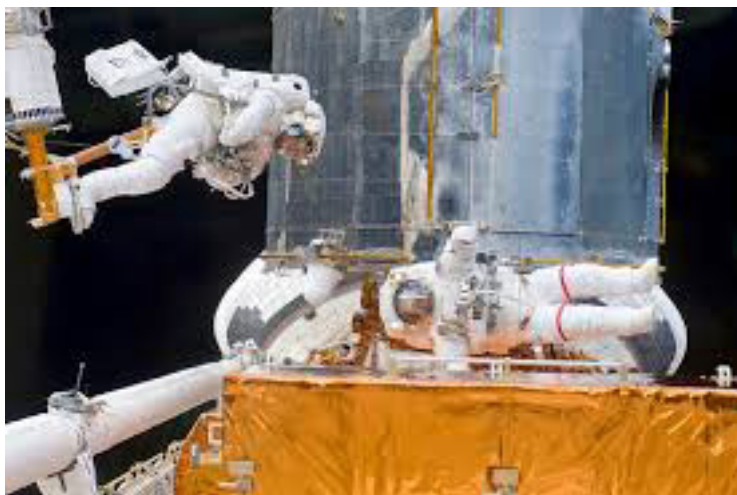


Figura 3. Foto de los astronautas con el *Hubble*.

La historia de este observatorio ha estado muy ligada a la del transbordador espacial. Por ello, con la baja en servicio de este en 2011 se acabó la posibilidad de poder realizar su mantenimiento y actualización para conseguir ampliar su vida útil. Seguirá en órbita hasta aproximadamente 2020 para que, al menos durante un par de años, trabaje conjuntamente con el telescopio que le sucederá, el *James Webb*.

El *Hubble* nos ha permitido vislumbrar las primeras estrellas del universo, aunque las imágenes que ha tomado son de una calidad limitada. Entre todo lo que ha reportado en conocimientos de astrofísica, sobresale la composición del universo y su edad. «La última estimación con los datos extraídos está en 13.700 millones de años». Pero, como destaca Miguel Mas Hesse, director del Centro de Astrobiología INTA/CSIC, es el descubrimiento de la energía oscura, uno de los hechos más relevantes conseguidos con el *Hubble* y su influencia en la aceleración en la expansión del universo.

Debemos ser conscientes de que un descubrimiento suele plantear nuevas incógnitas, lo que nos hace aumentar el campo de lo que ignoramos, y lo que ignoramos es bastante más de lo que conocemos².

Y en este campo de nuevos descubrimientos científicos y de conocimiento del universo, el nuevo telescopio *James Webb*, cuyo lanzamiento está previsto para 2018, nos va a permitir observar con mucha más nitidez los confines del universo. Es un gran reto a la tecnología con su espejo principal desplegable de 6,5 metros de diámetro, frente a los 2,4 metros del *Hubble*, desarrollado por JPL y Googard para la NASA.

Comunicaciones y navegación

Actualmente, hay en el espacio una gran cantidad de satélites de comunicaciones y de transmisión de datos en tiempo real, algunos militares y la mayor parte civiles comerciales, que proporcionan servicio y cubren las necesidades en este campo a las áreas más pobladas y desarrolladas de la Tierra, o aquellas de intereses estratégico.

Hay otras zonas que por su escasa demografía no quedan cubiertas adecuadamente, salvo en caso de que por interés estatal, lo sean por satélites gubernamentales propios y no comerciales. Salvo estos casos, es muy difícil que empresas comerciales del sector cubran sus necesidades debido al alto coste de un satélite, su lanzamiento, reposición y sistemas terrenos de recepción y control.

Algunas empresas comerciales del mundo de las comunicaciones están desarrollando sistemas alternativos para dar servicio a estas áreas poco pobladas a un coste rentable utilizando aviones remotamente tripulados (RPA,s).

Tal es el caso de *Facebook*, que a través de la adquisición de la empresa ACENTA, fabricante de este tipo de aviones, está desarrollando un avión no tripulado impulsado con energía solar, con una permanencia en el aire de dos meses, a una altura aproximada de 20 kilómetros y capaz de difundir datos vía láser.

² BAUTISTA ARANDA, Manuel . «En las puertas del Espacio».

Nos enfrentamos a unos retos que la sociedad demanda, existiendo empresas que pudieran, en un futuro próximo, satisfacerlos, pero que se encontrarían, en la actualidad, con la dificultad de un vacío legal importante en la legislación del espacio aéreo respecto a la utilización de aviones remotamente tripulados.

La dificultad de legislar la actividad en el espacio aéreo no es algo nuevo. Por ejemplo, la aviación civil se encontró con una gran barrera, la del sonido o lo que supone superar esa velocidad. Barrera solo superada en la aviación comercial civil por el avión *Concorde*, que debido, principalmente a las restricciones de sobrevuelo de zonas pobladas, le hizo económicamente no rentable desde sus inicios.

La aviación civil comercial se encontraba sujeta y limitada a los vuelos subsónicos. En 1960, hace cincuenta y cinco años, entraron en servicio los entonces grandes reactores comerciales transatlánticos, el *Boeing B-707* y el *McDonnell Douglas DC-8*. Desde entonces hasta nuestros días, el vuelo Madrid- Nueva York, por poner un ejemplo fácil de entender, tiene la misma duración, aproximadamente siete horas. Los aviones actuales son muy diferentes a los anteriormente mencionados, pero el tiempo de vuelo entre aeropuertos es el mismo, que no la autonomía.

Las grandes empresas fabricantes de aviones y la propia NASA son conscientes de que la sociedad demanda un avance en este campo, y por ello continúan estudiando y desarrollando nuevos perfiles aerodinámicos que reduzcan el impacto de la onda de choque, al igual que motores que permitan a estas aeronaves volar a alturas mayores para evitar que el llamado «*bang* sónico» llegue a la superficie terrestre.

Estas alturas de operación pueden fácilmente encontrar incompatibilidad entre aviones comerciales de pasajeros a velocidades supersónicas, y los aviones, antes mencionados, tripulados remotamente con velocidad mínima y de larga permanencia, basados en la energía solar y capaces de transmitir datos vía láser.

Sistema global de navegación por satélite

Otro de los servicios que recibimos desde el espacio es el de la navegación satelital, que junto con el de las comunicaciones, permite la operación de las Fuerzas Armadas en cualquier punto del planeta, y aporta la herramienta necesaria para el control del tráfico aéreo, marítimo y terrestre a nivel mundial.

Un sistema global de navegación por satélite (su acrónimo en inglés: *GNSS*), es una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire. Estos permiten determinar las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado como resultado

de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra para fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, y otras actividades afines.

El primer sistema de navegación por satélites fue el *Transit*, un sistema desplegado por el ejército de Estados Unidos en los años 1960. *Transit* se basaba en el efecto *Doppler*.

Los satélites viajaban en trayectorias conocidas y difundían sus señales en una frecuencia conocida. La frecuencia recibida se diferenciaba levemente de la frecuencia difundida debido al movimiento del satélite con respecto al receptor. Monitorizando este cambio de frecuencia a intervalos cortos, el receptor puede determinar su localización a un lado o al otro del satélite; la combinación de varias de estas medidas, unida a un conocimiento exacto de la órbita del satélite, puede fijar una posición concreta.



Figura 4. Satélite.

En paralelo al nacimiento del *Transit*, el John Hopkins University Applied Physics Laboratory (APL)³ desarrolló una pequeña constelación de satélites para la navegación de los buques de la *US Navy* y para el cálculo de posicionamiento con gran precisión de sus submarinos nucleares, así como para el cálculo balístico de lanzamiento de misiles nucleares intercontinentales, con cobertura para sus zonas de interés, denominado sistema *Transit*⁴.

Derivado de estas primeras dos constelaciones de satélites militares y basado en la tecnología utilizada por la Fuerza Aérea en el *NAVSTAR GPS*, nace el GPS. El *Global Position System* está formado por una constelación de veinticuatro satélites en órbita sobre la Tierra con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie terrestre.

Al igual que los anteriores, el GPS fue desarrollado para su utilización en el ámbito militar, pero posteriormente abierto al ámbito civil. No obstante el GPS mantiene, además de la señal de libre acceso para el campo civil, una señal codificada de mayor precisión para las Fuerzas Armadas

³ www.jhuapl.edu

⁴ www.astronautix.com/craft/transit

norteamericanas y para la utilización en algunos sistemas de armas por parte de sus aliados.

Por otra parte, además de posicionamiento, en su uso militar, la navegación por satélite permite alcanzar una precisión que no se había conseguido hasta este momento, en los objetivos de las armas, aumentando su efectividad y reduciendo daños no deseados mediante armamento que se vale de la señal de los *GNSS* que sí producían las armas convencionales. La navegación por satélite también permite que las tropas sean dirigidas y se localicen fácilmente.

En suma, se puede considerar un factor multiplicador de la fuerza con la capacidad de reducir daños colaterales no deseados, un sistema de navegación por satélite es un factor esencial para cualquier potencia militar.



Figura 5. El guiado de precisión hasta el objetivo de misiles y bombas inteligentes es uno de los usos militares de los *GNSS*.

Sin embargo, el sistema de posicionamiento global tiene cantidad de aplicaciones en el ámbito civil. Algunas de ellas son las siguientes:

- Ayudas a la navegación, orientación en dispositivos de mano para senderismo o integrados en automóviles, camiones, barcos, etcétera.
- Sincronización.
- Sistemas de localización para emergencias.
- Seguimiento de los dispositivos usados en la fauna.

En la navegación aérea se utilizan, dentro del concepto de Sistemas Globales de Navegación por Satélites (*GNNS*), implementados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), los sistemas de posicionamiento, reconociéndose como un elemento clave en los de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia, que apoyan el control del tráfico aéreo (CES/ATA). Los Estados que autorizan operaciones *GNNS* son los responsables de determinar si se satisfacen los requisitos de actuación necesarios para esta actividad (de acuerdo a lo especificado por la OACI) en el espacio aéreo de su competencia y de notificar a los usuarios cuándo dicha actuación no cumple con estos.

Por concepto, el *GNNS* es un sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye constelaciones principales de satélites, receptores de aeronave, supervisor de integridad del sistema y sistemas de aumento que mejoran la actuación de las constelaciones centrales.

En síntesis, el *GNNS* es un término general que comprende a todos los sistemas de navegación por satélites, los que ya han sido implementados (GPS, *GLONASS*)⁵ y los que están en desarrollo (*Galileo*), proponiendo la utilización de satélites como soporte a la navegación, ofreciendo localización precisa de las aeronaves y cobertura en todo el globo terrestre.

Cuando el sistema *GNNS* esté completamente desarrollado, se prevé que pueda ser utilizado sin requerir ayuda de cualquier otro sistema de navegación convencional, desde el despegue hasta completar un aterrizaje de precisión, en todas las fases de vuelo.

Actualmente, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los Estados Unidos de América y el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (*GLONASS*) de la Federación Rusa, son los únicos que forman parte del concepto *GNSS*. El Panel de Sistemas de Navegación (*NPS*), el ente de la Organización Internacional de Aviación Civil encargado de actualizar los estándares y prácticas recomendadas del *GNSS*, tiene en su programa de trabajo actual el estudio de la adición del sistema de navegación por satélite *Galileo* desarrollado por la Unión Europea.

Otros sistemas de navegación satelital que podrían ser o no adoptados internacionalmente para la aviación civil como parte del *GNSS* y que están en proceso de desarrollo son: el *Beidou*, *Compass* o *BNTS* (*BeiDou/Compass Navigation Test System*) de la República Popular China, el *QZSS* (*Quasi-Zenith Satellite System*) de Japón y el *IRNSS* (*Indian Regional Navigation Satellite System*) de India.



Figura 6. Sistema de navegación por satélite con carta náutica electrónica de un buque petrolero.

⁵ GLONASS: www.glonass.iac.ru/eu

Igualmente, el GPS es utilizado en la vida cotidiana para navegación terrestre, así como para la navegación y control del tráfico marítimo.

En el campo de la navegación por satélite, Europa necesitaba ser autónoma sin tener que depender de los sistemas americanos o rusos. En consecuencia, la Unión Europea y su Agencia Espacial (ESA) están desarrollando una iniciativa llamada *Galileo*. Se trata de un sistema de radio-navegación por satélite de última generación y de alcance mundial, que brindará un servicio de ubicación en el espacio preciso y garantizado, todo ello bajo control civil.

Galileo comprende una constelación de treinta satélites divididos en tres órbitas circulares, a una altitud de aproximadamente 24.000 kilómetros, que cubren toda la superficie del planeta. Estos estarán apoyados por una red mundial de estaciones terrestres. El 28 de diciembre de 2005 fue lanzado el primer satélite experimental y el 21 de abril de 2011 los dos primeros satélites del programa. Se espera que el sistema esté completamente operativo a partir de 2019 (nueve años más tarde de lo inicialmente previsto). *Galileo* será compatible con la próxima generación de NAVSTAR-GPS. Los receptores podrán combinar las señales de treinta satélites de *Galileo* y veintiocho del GPS, aumentando la precisión de las medidas.

Al igual que Europa, China ha buscado su propia independencia de navegación satelital y ha desarrollado un proyecto llamado *Beidou* (*Beidou* es el nombre chino para la constelación de la Osa Mayor). La primera generación, *BeiDou-1*, ya está operativa desde el año 2000 y es un sistema de posicionamiento por satélite local que da servicio tanto a China, como a sus países vecinos. La segunda generación, también llamada *Compass* o *BeiDou-2*, será un sistema de posicionamiento global con un funcionamiento similar al GPS.



Figura. 7. Área de cobertura de *Beidou*.

A diferencia de los sistemas GPS, GLONASS y Galileo, que utilizan satélites en órbitas bajas y ofrecen servicio global, *Beidou-1* usa satélites en órbita geoestacionaria. Esto implica que el sistema no requiera una gran constelación de satélites, pero limita su cobertura sobre la Tierra a la zona visible por los satélites.

Las riquezas en el espacio

Si se analiza la posible motivación que mueve a un país a realizar inversiones gigantescas en I+D+i para estar en la carrera espacial, encontraremos que quizá no solamente se lleve a efecto para profundizar en el conocimiento científico y de investigación, para promoción de su desarrollo industrial o, simplemente, para disponer de un sistema de navegación y comunicaciones propio que le dé poder e independencia sobre otros países.

Más allá de lo anterior, el conocimiento del espacio y el uso de satélites de todo tipo, contribuyen a la identificación de los recursos de nuestro planeta que pueden facilitar la supervivencia de la humanidad.

El agua helada

La confirmación de que la Luna tiene depositada en sus polos más de 1.600 millones de toneladas de agua en forma de hielo, con posibilidad de transformarse en propulsante de naves espaciales, y una enorme cantidad de tierras raras ocultas bajo su superficie, podría hacerse de ella una plataforma ideal como base de lanzamiento para alcanzar objetivos más lejanos y convertirse en un área de gran interés para las grandes compañías mineras.

En un artículo de *Physics World*, Richard Corfield⁶, explica con detalle cómo muchas compañías privadas y varias agencias espaciales esperan aprovechar esta ingente cantidad de recursos para justificar la necesidad de la creación en la Luna de una base permanente.

Desde que la NASA terminó su programa *Apolo* hace más de cuarenta años, ningún hombre ha vuelto a pisar nuestro satélite, pero en ese tiempo los vuelos espaciales no tripulados (*LRO*)⁷ han dado pasos de gigante y han conseguido localizar, con sus adelantos tecnológicos, posibles depósitos abundantes de agua helada en los polos norte y sur de la Luna. En análisis efectuados en cráteres lunares, se han detectado un promedio de veintitrés partes por millón de partículas más de hidrógeno que en las laderas orientadas hacia el Ecuador, según afirma Timothy McClanahan, del Centro Espacial de Vuelo Goddard de la NASA.

⁶ www.esncienews.com/PhysicsWorld

⁷ Lunar Reconnaissance Orbiter. www.lunar.gsfc.nasa.gov



Figura 8. Foto del Cráter Hay, cortesía NASA

Pero lo importante es que, además de agua para beber, dispondremos de los elementos necesarios para poder producir aire para respirar y combustible para cohetes en forma de hidrógeno y oxígeno: «Donde hay hielo, hay combustible», facilitando el retorno a la Tierra y nos abre la puerta a otras empresas espaciales más lejanas partiendo desde la Luna.

Pero si realmente analizamos los costes de I+D+i para establecer una base en la Luna como origen para expediciones más lejanas, tal vez no sea solo el agua en forma sólida lo que necesitamos, sino las tierras raras que podrían proporcionar la independencia de otros países de nuestro entorno en áreas tecnológicas muy sensibles. Son las muestras que Estados Unidos trajo de vuelta a nuestro planeta, en sus nueve visitas a la Luna, las que confirmaron depósitos, según cálculos científicos, en una cantidad increíblemente importante en comparación con lo que disponemos en la Tierra.

Las tierras raras

Las tierras raras (TR) están generalmente ligadas a bienes industriales muy preciados, como es el caso de la electrónica de instrumentos de tecnología LED⁸, superconductores, etcétera.

El nombre de tierras raras, en inglés *REE*, *Rare Earth Elements*, viene por una parte de la denominación que antes se daba a los óxidos, «tierras». El término «raras» proviene de la dificultad que existe para procesarlas, de su utilización y comercialización por la industria y no por su escasa existencia, que no siempre es cierto. Comprende un grupo de elementos químicos de la serie de los lantánidos, integrado en las «tierras raras

⁸ Light-emitting diode.

ligeras» (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio y samario) y las «tierras raras pesadas» (europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio tulio, iterbio y lutecio), y se incluyen también el itrio y el escandio.

Tienen multitud de aplicaciones, pero su valor es que sobresale en dos sectores de importancia estratégica máxima: el de la eficiencia energética (LED), y el de la defensa (telémetros láser, sistemas de posicionamiento y comunicaciones, amplificadores de transmisión de datos por fibra óptica). Su importancia, consumo y necesidad aumenta por días.

El gran problema de las tierras raras es su anómala distribución a lo largo del globo terrestre. La casi totalidad de la producción mundial procede de China, siendo su yacimiento más importante el de Bayan Obo, lo que supone en torno a la mitad de la producción de este país.

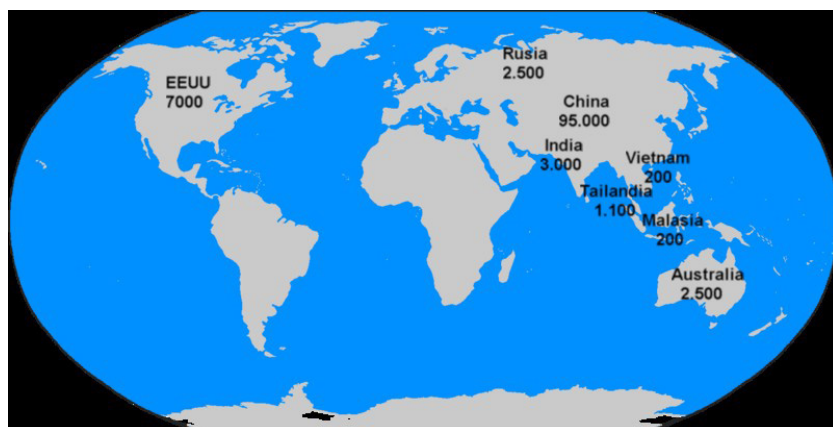


Figura 9. Distribución de la producción de tierras raras por el mundo.

Aunque China solo dispone del 35 por ciento de las reservas mundiales, controla la casi totalidad de la producción mundial con un 97 por ciento, siendo Estados Unidos y Japón, los mayores consumidores y dependientes en sectores estratégicos vitales, tanto civiles como militares, prácticamente en su totalidad de producción china.

Tal es el caso, que hace unos años China, con el argumento de proteger sus recursos, puso una serie de restricciones a sus exportaciones, obligando a varias multinacionales a trasladar allí sus instalaciones de producción. Esto llevó a una denuncia conjunta de un bloque de naciones, lideradas por Estados Unidos, ante la Organización Mundial del Comercio, en marzo de 2012. El propio presidente de Estados Unidos, Barack Obama, manifestó «Las tierras raras son muy importantes para nosotros como para mantenernos al margen» (13.03.2012).

Esta situación de dependencia e incertidumbre, unido a la creciente demanda, ha llevado a la búsqueda de nuevos yacimientos, y podría ser

tranquilizador el conocimiento de que estos se encuentran de manera muy importante en la Luna.

En la posible explotación de los «tierras raras» que se encuentran en nuestro satélite, China es la única, que por ahora, ha manifestado su intención de hacerla realidad. Ha enviado una nave espacial denominada *Yutu*, traducido como «Conejo de Jade», que aterrizó con cierto éxito en la superficie lunar en diciembre de 2013, aunque con posteriores problemas de funcionamiento.

La Agencia Espacial China, tras este éxito, no olvidemos que han transcurrido treinta y siete años sin que una nave terrestre visitase la Luna, ha manifestado su intención de establecer un programa para situar una base lunar con presencia física humana permanente o semipermanente, al igual que en su momento las establecieron diferentes países en el Polo Norte y el Polo Sur.

En la actualidad, China mantiene una situación de casi monopolio sobre algunos de los minerales raros terrestres, que son cada vez más escasos y que resultan de vital importancia para una multitud de dispositivos, desde los teléfonos móviles a los ordenadores y las baterías de los coches. Por eso, no resulta extraño que quiera ampliar sus redes todo lo posible para hacerse y capitalizar las riquezas de nuestro único satélite, la Luna.

Si realmente se analizan los costes de I+D+i para establecer una base en la Luna y llevarla a cabo, tal vez no sea solo el agua, en forma sólida, lo que nos puede proporcionar el camino a expediciones más lejanas como base de aprovisionamiento de combustible y necesidades logísticas, o las tierras raras que podrían proporcionar la no dependencia de otros países que no son de nuestro entorno en áreas tecnológicas tanto militares como civiles muy sensibles. Pero, por encima de todo lo anterior, se encuentra la verificación de la existencia del helio 3, también detectado en las muestras que Estados Unidos trajo de las nueve visitas que hizo a nuestro satélite, y que según cálculos científicos se encontraría depositado en la Luna en una cantidad muy abundante y que en la Tierra es prácticamente inexistente.

Helio 3

El helio 3, es un isótopo estable del helio, que debido a la falta de un neutrón puede ser utilizado para hacer reacciones de fusión para producir energía nuclear limpia.

Lo que hace interesante a este isótopo es su posible utilización en futuras centrales nucleares de fusión, en las que dos o más átomos de elementos ligeros se unen o fusionan para formar otro elemento más pesado generando energía, y que es diferente a la fisión nuclear, en la que se rompen

átomos pesados como el uranio o plutonio, produciendo gran cantidad de residuos radiactivos.

Actualmente, la energía nuclear proporciona el 10,8 por ciento de la electricidad en el mundo, según el *World Nuclear Report Industry Status Report 2014*. Es una forma de obtención de energía que es cuestionada, toda vez que, tras la catástrofe de Fukushima, Japón mantenía el cierre de cuarenta y ocho reactores nucleares.

En consonancia con la rigurosidad que se lleva en todos y cada uno de los procedimientos de construcción, certificación y operación de los vehículos espaciales, la catástrofe de Fukushima ha sido analizada siguiendo como modelo los procedimientos establecidos para la investigación del accidente del *Space Shuttle Challenger* en 1986 de la NASA, en colaboración con JAXA⁹, la agencia japonesa del espacio. Este riguroso análisis ha proporcionado una gran cantidad de lecciones aprendidas que han supuesto, entre otras, la modificación de diseño de elementos vitales de seguridad de la central nuclear, la modificación de los procedimientos de actuación del personal y la organización en caso de incidente o accidente, llegando incluso a la modificación de la estructura de la organización de la empresa y relaciones entre departamentos gubernamentales para que un posible incidente futuro no se convierta, como esta vez, en una catástrofe, que de no haber tenido esos fallos se podría haber evitado o mitigado.

Actualmente tenemos diferentes fuentes energéticas para cubrir nuestras necesidades mundiales, siendo las principales los combustibles fósiles, la energía nuclear y energías renovables.

La primera presenta grandes problemas de contaminación como la lluvia ácida y producción de CO₂ y en relación a las energías renovables, si bien van siendo cada día más eficientes, hoy por hoy no aseguran la continuidad necesaria, ni son capaces de proporcionar la creciente demanda necesaria para las industrias. A la vista de lo anterior, se requiere en todo momento una fuente alternativa y paralela de suministro energético, con el correspondiente coste asociado a este doble sistema de producción de energía.

Las estadísticas nos pueden llevar a pensar que el mundo de la energía nuclear está en declive. A fecha de hoy, con los datos disponibles, podríamos considerarlo cierto. Pero cuando se habla de energías estratégicas de futuro que deben de plantearse a largo plazo y cuya utilización también lo es, no debemos dejarnos influir por la estadística, que es un arte basado en una ciencia exacta llamada matemáticas que da el resultado requerido, sino por las necesidades futuras energéticas y los posibles sistemas para producirlas.

⁹ JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency. www.globaljax.org

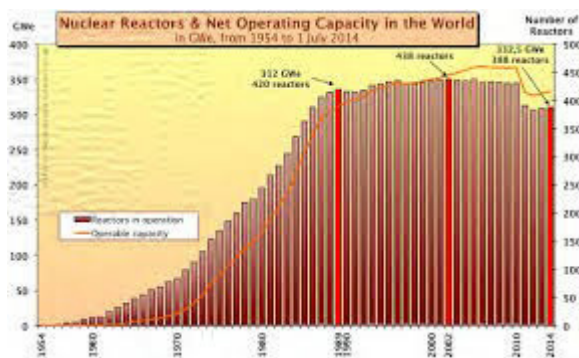


Fig. 10. Reactores Nucleares Operativos en el Mundo IAEA-PRIS, MSC 2014.

Según los últimos cálculos de la Agencia Internacional de la Energía y teniendo en cuenta el objetivo de que para el año 2050 la temperatura global no aumente por encima de 2 °C, será necesario que la energía nuclear suministre al menos el 17 por ciento de la producción mundial, acompañada de un incremento de la producción de energía por sistemas renovables.

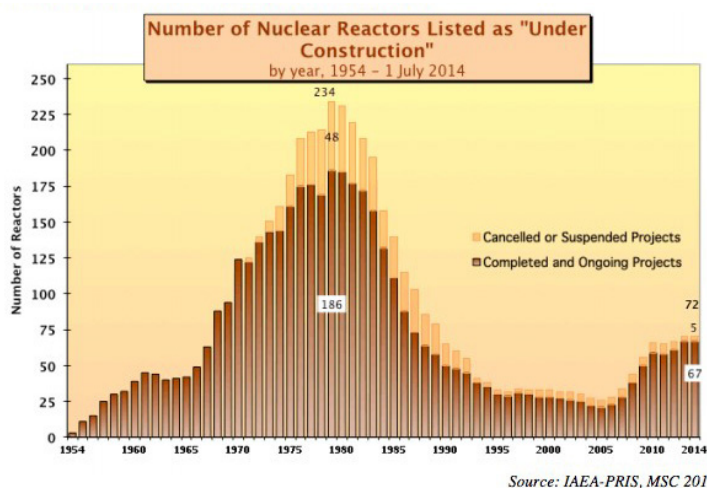
Con los cálculos de consumo para entonces y estudiadas las posibles aportaciones de energías alternativas, se cifran en el doble el número necesario de reactores nucleares de los que se hallan operativos actualmente. Sin olvidar que en estos cálculos no está incluido el consumo de 400 grandes barcos mercantes propulsados por reactores nucleares que deberán ser seguros y no contaminantes.

Country	Units	MWe (net)	Construction Start	Grid Connection
China	28	27,756	2008-2013	2014-2018
Russia	9	7,273	1983-2019	2014-2019
India	6	3,907	2002-2011	2014-2016
South Korea	5	6,320	2008-2013	2014-2018
USA	5	5,633	1972-2013	2015-2019
Belarus	2	2,218	2013-2014	2019-2020
Pakistan	2	630	2011	2016-2017
Slovakia	2	880	1985	2014-2015
UAE	2	2,690	2012-2013	2017-2018
Ukraine	2	1,900	1986-1987	2015-2016
Argentina	1	25	2014	2018
Brazil	1	1,245	2010	2016
Finland	1	1,600	2005	2016
France	1	1,600	2007	2016
Total	67	63,677	1972-2014	2014-2020

Figura 11. Reactores nucleares en construcción.

Actualmente hay 67 reactores nucleares en construcción. Merece la pena analizar los países que los están implantando. Este análisis nos puede llevar a concluir que en el grupo importante de naciones, grandes consumidores de energía y motores industriales, no estamos presentes. Son principalmente los países emergentes los que se han volcado en mayor medida en la dependencia en la energía nuclear.

No debemos de olvidar que un bajo coste energético es fundamental para el desarrollo tecnológico e industrial. Si tenemos una gran dependencia energética de terceros países es muy difícil hacerlo realidad.



Source: IAEA-PRIS, MSC 2014

Figura 12: Reactores nucleares en construcción (2) IAEA-PRIS, MSC, 2014.

Este panorama puede cambiar radicalmente, actualmente se está en el estudio y desarrollo de la IV generación de reactores nucleares. Los existentes se pueden dividir en tres grupos: de I y II generación, con un rendimiento limitado y en ellos se encuentran los que disponemos operativos en España, y los de III y III+ que mejoran el rendimiento, la seguridad y la posibilidad de utilizar como combustible desechos radiactivos de los anteriores.

La generación III+ no es más que una importante mejora de la III. Pero actualmente las grandes empresas fabricantes de reactores nucleares investigan y están desarrollando nuevos posibles modelos que compondrán la IV generación.

Si los estudios son costosos, el desarrollo lo es mucho más y esto financieramente para las grandes empresas constructoras de reactores nucleares no es fácil de soportar si no disponen de un combustible para llevar a cabo una energía nuclear limpia, que en ese caso pudiese ser aceptada por la sociedad por su seguridad y falta o escasez de residuos

radiactivos. Esta nueva generación podría ser en gran medida la fuente para satisfacer las necesidades mundiales de energía para 2050 y más allá.

Una de las posibles vías de acceso a ese combustible limpio es el helio 3. Este gas, ha sido encontrado en la Luna, y se calcula que en la misma existe del orden de un millón de toneladas. Teóricamente, con solo 25 toneladas de este material, carga equivalente a la que llevaba el transbordador espacial, utilizado como combustible en futuros reactores nucleares de IV generación, sería suficiente para abastecer de energía doméstica e industrial a todo Estados Unidos, según afirma el Director del *Fusion Technology Institute (FTI)* de la Universidad de Winsconsin, Gerald Kulcinski¹⁰.

Los estudios técnicos realizados por el Departamento de Programa de Exploración lunar de China, dirigido por Ouyang Ziyuan¹¹, han manifestado que la utilización del helio 3 lunar podría resolver la demanda energética en 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.

Fue el propio científico canadiense Patrick Moore, cofundador de *Greenpeace*, quien en el *Miami Herald*, 30 de enero de 2005, manifestó «La energía nuclear es la única fuente de energía sin efecto invernadero que puede remplazar al combustible fósil y satisfacer la demanda mundial»¹², bien es cierto que desde entonces las energías alternativas han avanzado en eficiencia, pero sus palabras nos proporcionan una clara idea de la aceptación que podría tener una energía nuclear limpia.

Un valor al alcance de nuestra mano en pocos años que, a pesar del increíble coste que puede tener su obtención, es de interés para países y empresas fabricantes de reactores nucleares y suministradoras energéticas. Un recurso que puede crear monopolios y grandes dependencias energéticas mundiales.

Quién puede estar en el espacio

Hasta el momento son nueve los países que han conseguido situar sus propios satélites en órbita con sus propios medios: base de lanzamiento, lanzador, carga de pago, satélite y centro de seguimiento y control.

¹⁰ www.energy.wisc.edu

¹¹ www.china.org.cn

¹² www.greepeace.org/index.php/patrickmoore

Estos han sido: Unión Soviética/Rusia, Estados Unidos, Francia, China, Japón, Reino Unido, India, Israel e Irán. También, lo han intentado Brasil y las dos Coreas.

Para estar en el espacio y ser totalmente autónomo es necesario, como ha sido mencionado anteriormente, disponer de una base de lanzamiento, no siempre posible por motivos geográficos o económicos, un lanzador con capacidad para poner en órbita la carga deseada, el propio satélite, con su carga de pago de acuerdo a su finalidad (de observación radárica, óptica, multiespectral, de comunicaciones en la banda requerida) y un centro de seguimiento y control, que, normalmente, requiere puntos de replicación y *back up*.

Todo ello, tiene asociado la necesidad de que el país disponga de la tecnología necesaria, que requiere muchos años de investigación y que no está disponible comercialmente, de una capacidad económica muy elevada y con continuidad en el tiempo, pues los costes de este complejo número de elementos necesarios es altísimo de manera individual y con unos inicios muy inciertos y, finalmente, tener realmente la necesidad o determinación de disponer de la capacidad de estar de forma autónoma en el espacio.

En el listado de países antes citado faltan muchos países de los grandes económicamente, como podría ser el caso de España. Y faltan, no porque no dispongan de la tecnología para estar, sino fundamentalmente porque no sienten una necesidad de conseguirlo de manera autónoma o por no querer asumir la capacidad y el esfuerzo económico que ello supone.

Para estos países, el esfuerzo económico de forma individual sería desproporcionado a sus necesidades por lo que son compartidas por un grupo, que en el caso de España, como miembro de la Unión Europea, han conformado la *ESA (European Space Agency)*, con reconocimiento ante la ONU, para la firma de acuerdos, responsabilidades y compromisos. A la *ESA* pertenecen veintidós países de la Unión Europea y Canadá como Estado asociado.

España, que pertenece a la *ESA* desde su inicio, tras Francia, Alemania, Italia y Reino Unido, por este orden, es el quinto país en aportación económica a la *ESA* que, junto con las agencias de Estados Unidos y rusas, son las que más aportan al estudio en investigación del espacio presente y futuro.

Las próximas misiones al espacio

El INTA, es el interlocutor con la NASA entre los gobiernos de España y de Estados Unidos. Siendo un socio prioritario para la NASA en el soporte de todas las misiones de exploración del sistema solar.

Desde hace medio siglo, las actividades de la Estación Espacial de Robledo de Chavela han sido claves para el seguimiento, control y recepción de datos de las misiones de NASA en el «espacio profundo».

Esta colaboración se prolongará en el futuro, dado que los acuerdos necesarios para continuar con esta actividad, han sido renovados por ambos Gobiernos y las instalaciones están siendo actualizadas de cara a las próximas misiones de la NASA, donde sobresalen especialmente las futuras misiones tripuladas a Marte que NASA acaricia como su próximo reto de exploración del universo.

La NASA se ha planteado cuatro próximos objetivos en cuanto a investigación espacial:

- Viaje a Marte.
- Estudio de la formación de nuestro sistema solar y desarrollo de la vida en él.
- Posibilidad de vida fuera del sistema solar.
- Y finalmente un proyecto denominado «La Tierra, nuestro planeta, nuestra casa».

De ellos, el más próximo en el tiempo y apasionante, desde el punto de vista de reto tecnológico y humano, es el viaje a Marte.

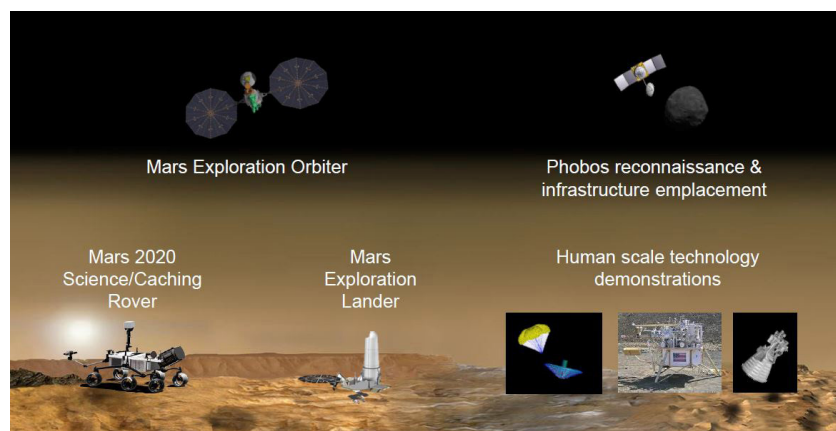


Figura 13. Próximos proyectos NSA.

La NASA lleva preparando el terreno desde hace décadas con misiones robóticas de exploración a Marte. Tanto las misiones con aterrizaje incluido, como *Spirit* en 2004-2010, *Opportunity* desde 2004 o *Curiosity* en 2012 hasta la actualidad, o misiones en órbita del planeta rojo como el *Mars Global Surveyor*, han preparado el necesario conocimiento del terreno, con una cartografía detallada y un conocimiento de la composición del mismo y de su atmósfera sin precedentes e imprescindible a la hora de planificar una misión tripulada.

Algunos retos asociados a este empeño, que deberán acometer las futuras misiones con el horizonte del año 2040, son:

- Continuar con las misiones robóticas para desarrollar aspectos in situ.
- «Rovers» de exploración y recuperación de muestras.
- Nuevos «orbitadores» de exploración y comunicaciones.
- Reconocimiento del satélite *Phobos* y emplazamiento de infraestructuras en él.
- Demostraciones tecnológicas a escala humana (aterrizaje, habitabilidad, retorno a la Tierra, etcétera).
- Resolver algunos retos tecnológicos y humanos claves para el viaje:
 - Problemas asociados a larga duración: aislamiento.
 - Desarrollo de propulsión eléctrica de alta potencia que garantice el viaje de ida y vuelta.
 - Protección contra los efectos de la radiación de alta energía en el espacio abierto (fuera de la órbita de la Tierra).

Desarrollo de nuevos y más poderosos sistemas de comunicación que enlacen las misiones tripuladas con la Tierra: «Internet interplanetario», que incluirán comunicaciones ópticas con infraestructuras en tierra, en órbita terrestre y en órbita marciana para «extender» Internet a Marte.

Sobre las misiones in situ, continuación de las actuales misiones robóticas, el reto es ganar un conocimiento preciso del entorno marciano que permita garantizar el aterrizaje y la estancia en el planeta y desplegar las infraestructuras de observación y comunicaciones de banda ancha, imprescindibles para una misión tripulada de larga duración.

Respecto de las misiones para preparar la tecnología asociada al viaje, el reto es resolver tres aspectos fundamentales:

- Confort de las tripulaciones en viajes de muy larga duración, incluyendo alimentación, infraestructura médica, comunicaciones permanentes con la Tierra.
- Tecnologías asociadas a la protección contra la radiación cósmica.
- Desarrollo de pantallas y sistemas de protección fuera de la órbita terrestre.

Las tecnologías de propulsión actuales resultan prohibitivas o inaccesibles para conseguir poner en órbita un vehículo y transportarlo a Marte con el combustible necesario para garantizar la ida y vuelta. El desarrollo de propulsión eléctrica eficiente resulta «mandatorio».

El enorme esfuerzo requerido para el desarrollo y despliegue de las infraestructuras necesarias exigirá, sin lugar a duda, la utilización de la Luna, en algún momento, como punto intermedio para misiones de demostración y para la consolidación de estas tecnologías.

Plataformas y lanzadores espaciales

En uno de los anteriores puntos, en el que se trataba sobre quién puede estar en el espacio de forma autónoma, se mencionaba que dos de los requisitos necesarios para alcanzar esta meta, eran el de disponer de un lanzador adecuado y una base de lanzamiento.

La ubicación geográfica del país condiciona totalmente la capacidad de disponer o no de una base de lanzamiento adecuada.

Si se busca un centro de lanzamiento óptimo, este debe estar situado lo más próximo al Ecuador para buscar un lanzamiento en dirección al este, lo que supone un incremento adicional a la energía de lanzamiento al aprovechar la rotación máxima de la Tierra.

La mayoría de los países con la tecnología y el interés para estar en el espacio no se encuentran situados próximos al Ecuador, ni con espacios abiertos hacia el este. En los primeros miles de kilómetros del lanzamiento, el cohete lanzador no debería sobrevolar el espacio de un tercer país, y de hacerlo en el suyo propio, debería de ser por zonas muy poco habitadas.

En este sentido, la desmembración de la Unión Soviética llevó a Rusia a la necesidad de buscar una base de lanzamiento próxima al Ecuador para sus cohetes *Soyuz*, localizándose finalmente en la Guayana francesa, Kourou.

Con algunas reticencias iniciales desde Washington por ubicar una base de lanzamiento rusa a tan solo 5.000 kilómetros de la capital federal, se firmó un acuerdo entre Rusia, Francia, *Ariane Space*¹³ y la *ESA*, quienes financiaron la construcción de un macrocentro específico para el lanzamiento del *Soyuz*, a tan solo 12 kilómetros de las instalaciones de *Ariane*, con un coste de 344 millones de euros, de los que la *ESA* financió 233 millones de euros. Como es obvio esto conllevaba una utilización de los lanzadores *Soyuz* en proyectos *ESA* y *ESA/Rusia*.

Para hacerse una idea de la importancia de disponer un centro de lanzamiento próximo al Ecuador, para cierto tipo de lanzamientos, valgan estas cifras aclaratorias: un cohete *Soyuz* lanzado desde Kourou (Guayana francesa) puede poner en órbita 3,1 toneladas; el mismo lanzador desde el centro de Baikonur (Rusia) solo puede poner en órbita 1,8 toneladas.

El resultado del cálculo económico de poner un kilogramo en órbita no es sencillo y, dependiendo de los casos, varía sustancialmente dependiendo principalmente del lanzador, lugar de lanzamiento, compartir carga, etcétera y siempre es increíblemente elevado. Las cifras anteriores de capacidad de lanzamiento con el mismo cohete desde dos diferentes em-

¹³ Ariane Space: www.arianespace.com

plazamientos son un cálculo físico y matemático exacto y que da lógica al acuerdo firmado a cuatro, y principalmente financiado por la ESA, para disponer del *Soyuz* en la Guayana francesa.

Desde octubre de 1957 hasta nuestros días, se han realizado más de 5.300 lanzamientos y de ellos algo más de 360 fracasaron, lo que arroja cerca de un 6,8 por ciento de fallos. Valga decir que estos fracasos se produjeron mayoritariamente en los inicios de los diferentes programas y en fechas muy lejanas a las actuales.

Y estos más de 5.300 lanzamientos han tenido lugar en un 98,3 por ciento desde instalaciones terrestres, un 0,83 por ciento desde instalaciones marítimas, como la plataforma italiana *San Marcos* ubicada en las costas de Formosa, la plataforma *Odyssey (Sea Launch)*, el submarino ruso *K-407 Novomoskovsk*¹⁴ y el fracasado lanzamiento desde el submarino ruso *K-496 Borisoglebsk*¹⁵. Además se han realizado lanzamientos desde plataformas aéreas en un 0,87 por ciento con el avión *Lockeed TriSat* utilizando un cohete *Pegasus*, sistema utilizado por el INTA para poner en órbita y con gran éxito su primer satélite MINISAT 1¹⁶.

NOMBRE	PAÍS	UBICACIÓN
Kennedy	EE.U.U.	Cabo Cañaveral (Florida)
Wallops Station	EE.U.U.	Isla Wallops (Virginia)
Vanderberg Air Force Base	EE.U.U.	Point Argüello (California)
Baikonur	U.R.S.S.	Tyuratam (Kazajstán)
Volgrado	U.R.S.S.	Kapustin Yar (entre Volgrado y el Mar Caspio)
Plesetsk	U.R.S.S.	Plesetsk (al Norte de la Rusia Europea)
Centre spatials guyanais	ESA	Kourou (Guayana Francesa)
Centro espacial Kagoshima	Japón	Uchinura (Kyushu)
Tanegashima	Japón	Takasaki (Kyushu) Osaka (Kyushu)
Ch'eng-tu	China	provincia de Szechwan
Sriharikota	China	isla de Sriharikota (Tamil Nadu)
San Marco	Italia	plataforma flotante en la costa de Kenia

Figura 14. principales bases de lanzamiento de satélites.

¹⁴ www.rusnavy.info/nowadays/streght/sudmarines

¹⁵ www.russianships.info/eng/sudmarines

¹⁶ www.inta.es

España tuvo en su momento un proyecto completo para poder ser uno de esos nueve países autónomos antes nombrados. De haberse conseguido, el centro de lanzamiento de la *ESA* podría haberse situado en las islas Canarias, y no al otro lado del Atlántico, en la Guayana francesa.

El INTA desarrolló un proyecto de infraestructura para establecer una base de lanzamiento en la isla de El Hierro, que está aproximadamente a la misma latitud norte que Cabo Kennedy. Un proyecto que contenía todos los elementos anteriormente citados incluidos el lanzador llamado *Capricornio*, un cohete de tres fases, la primera desarrollada y producida en Estados Unidos y la segunda y tercera, en el propio INTA. Asimismo, se adquirió un radar específico para el *tracking* de los lanzamientos.

Como suele ocurrir, no siempre los grandes proyectos de futuro se gestionan en el momento político más oportuno, pero tienen su momento de decisión. En este caso 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 y por su puesto de nuestra economía.



Figura 15. bases de lanzamiento a flote.

Actualmente, una vez abortado el proyecto, aún permanece el conocimiento de nuestras capacidades para llevar adelante ese gran proyecto de futuro. Es, actualmente, el radar que el INTA tenía para el proyecto *Capricornio* en la isla de El Hierro el que realiza el *tracking* de los lanzamientos del cohete satelital europeo “Vega”, desde la Guayana francesa, que debido a su alta velocidad de salida al espacio resulta más difícil de confirmar y seguir su posicionamiento.

En el futuro, esta posible necesidad de ubicación geográfica puede ser soslayada con plataformas móviles ubicadas en el mar. Como es el caso de la plataforma marina de lanzamiento de satélites *Sea Launch*. La sociedad *Sea Launch* está participada por Boeing Commercial Space Company (Estados Unidos, 40 por ciento), S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia (Rusia, 25 por ciento), Kvaerner Maritime a.s. (Noruega, 20 por ciento) y Production Association Yuzhmashzavod, M. K. Yangel Design Bureau Yuzhnoye (Ucrania, 15 por ciento). El sistema está formado por dos barcos, uno similar a una plataforma petrolífera pero semisumergible, desde el que se lanzan los cohetes, y otro de transporte, que ejerce de puesto de control del lanzamiento.

Su base se encuentra en el puerto de Long Beach (California) al igual que las instalaciones en donde se montan los cohetes y sus cargas (satélites) y se almacenan el keroseno y el oxígeno líquido utilizados en los motores de las tres etapas del cohete. La zona de lanzamiento se encuentra en el océano Pacífico, sobre el Ecuador y en un punto situado a una longitud de 154° oeste, cerca de las islas Natividad.

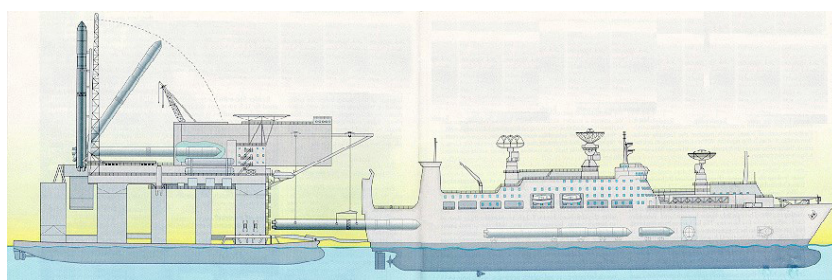


Figura 16. bases de lanzamiento a flote (2).

Esta plataforma de lanzamiento proporciona la posibilidad de que países lejanos al Ecuador puedan realizar sus lanzamientos satelitales en condiciones óptimas, geográficamente hablando. Por el contrario, están supeditadas no solo a la meteorología en el momento del lanzamiento, sino también al estado del mar.

Importancia del espacio para el sector de la industria y la defensa en España

Sin lugar a dudas, la utilización del espacio ha sido un hecho revolucionario y ha conseguido poner en marcha y desarrollar uno de los sectores tecnológicos e industriales más importantes a nivel mundial, y por ello, para España.

El espacio ha revolucionado en pocos años el transporte mundial, las comunicaciones entre los sitios más importantes o más recónditos de la Tierra, la observación de la Tierra y el desarrollo y recepción de los sistemas audiovisuales.

Con esta realidad, se puede pensar en tres grandes ámbitos de actividad que conforman, en la actualidad, el auténtico motor del desarrollo del sector espacial:

- Los satélites como vehículos de transferencia de información desde cualquier punto de la Tierra y en tiempo real. El desarrollo del ámbito espacial ha estado muy ligado y ha proporcionado un impulso decisivo al desarrollo de la sociedad de la información. En este sentido, tenemos la televisión y las radiodifusiones digitales, la telefonía móvil, los multimedia, Internet, los teleservicios, etcétera.
- La alta demanda de sistemas de navegación de precisión y el control del tráfico aéreo, naval y terrestre, ya sea por carretera o ferrocarril, y las necesidades mismas de observación de la Tierra en todos los ámbitos económicos, industriales, energéticos, medioambientales, etcétera, representan un gran potencial de crecimiento y una necesidad real y considerable para el desarrollo y perfeccionamiento de la industria satelital.
- Pero el espacio se ofrece consecuentemente como un medio en el que atender las necesidades de servicio público a escala mundial, entre el que quedan recogidas las que en su momento fueron la razón de su desarrollo, las Fuerzas Armadas, Ministerios de Defensa. Como son todas aquellas orientadas en materia de defensa y seguridad.

Si analizamos el entorno actual en materia de seguridad, este se caracteriza por la necesidad de dar una respuesta rápida, ágil y segura a nuevos retos y amenazas heterogéneas, en escenarios muy diversos y situados a miles de kilómetros de distancia.

El éxito de las operaciones multinacionales, en las que las Fuerzas Armadas españolas se encuentran inmersas como responsables de la seguridad de los ciudadanos españoles y corresponsables, en su caso también, de la seguridad de nuestros aliados en zona de operaciones, descansa cada vez más en la capacidad de observación más allá de la línea de vista y en la transmisión de información en tiempo real. Esta necesidad de comunicación entre unidades desplegadas en zonas de operaciones como

entre estas y los mandos táctico y estratégico, que dirigen las operaciones, hacen necesario disponer de una capacidad satelital que juegue un papel de primera magnitud en la seguridad y la defensa nacional.

Disponer de la capacidad de sistemas de satélites es irrenunciable en el ámbito de la defensa de hoy y requiere de unas características que son verdaderamente claves. Se trata de elementos esenciales para la operatividad de nuestras Fuerzas Armadas al proporcionar servicios de comunicaciones seguras en cualquiera de los escenarios en los que se despliegan nuestros efectivos.

Ello obliga a estar en todo momento en la vanguardia tecnológica, que teniendo en cuenta que evoluciona de manera continua y muy rápida, obliga a una actualización permanente de los sistemas en su conjunto y a tener siempre activados proyectos de I + D, que debido muchas veces a su complejidad y coste, comporta la necesidad de hacerlos realidad en cooperación y colaboración con países aliados y con el apoyo y respaldo de las organizaciones internacionales.

El esfuerzo necesario para mantener a nuestra industria en la vanguardia tecnológica de los sistemas satelitales y que sean capaces de proporcionar las capacidades necesarias, no solo para Defensa sino para otros organismos de la Administración, precisan un fuerte apoyo institucional. Esto significa que es esencial trabajar en un marco de estrecha colaboración entre las diferentes Administraciones nacionales, con el apoyo y compromiso de nuestra industria para mantener y promover el desarrollo tecnológico en el campo satelital.

En este sentido, cabe mencionar el esfuerzo de la Administración para disponer de un sistema propio de observación de la Tierra, reflejado en el PNOTS, Plan Nacional de Observación de la Tierra, en el que nuestra industria se ha visto involucrada en el diseño y desarrollo de dos satélites. Uno radárico, el *PAZ*, que para aumentar su capacidad volará en constelación con el alemán¹⁷, y otro óptico, el *Ingenio*, y el INTA ha sido el encargado del desarrollo, en sus instalaciones, de todo el segmento terreno, desde donde se recibirá la información y se mandarán las órdenes a ambos satélites que serán lanzados en breve. La información recibida de los mismos será de uso comercial, para organismos públicos o para defensa, según el caso.

Las leyes de la aeronáutica y del espacio

No es fácil cifrar cuándo el hombre construyó el primer barco, pero si entendemos como barco un elemento que disponga de flotabilidad, so-

¹⁷ Terrasar-X y Tandem-X alemanes de DLR*.

* DLR: German Aerospace Center: www.dlr.de

lidez y resistencia, cierta estanqueidad, capacidad de carga, estabilidad, gobernabilidad y movilidad, podríamos datarlo en al menos unos 5.000 años aproximadamente, y seguro, que con un importante error en el tiempo. Desde entonces hasta ahora ha sido una pieza clave, a lo largo de los siglos, en el transporte de carga o de pasajeros. En ese espacio dilatado de tiempo ha sido posible desarrollar una legislación marítima internacional que cubre perfectamente casi todos los aspectos del mundo naval y su entorno.

Sin embargo, en el mundo de la aeronáutica, el primer vuelo de un avión por los hermanos Wright, tuvo lugar tan solo hace algo más de ciento veinte años y en el mundo del espacio el primer satélite que se lanzó, el *Sputnik* soviético, lo fue solo hace algo más de sesenta años. Nadie podía esperar un desarrollo tan rápido en estos dos ámbitos y el progreso en algunos aspectos se desarrolló a más velocidad que la legislación que lo debía ordenar.

En este corto espacio de tiempo, el avión que desarrollaron los hermanos Wright poco tiene que ver con los aviones actuales, tripulados o remotamente tripulados y el entorno donde se mueven: altura, velocidad, condiciones climatológicas, radio de acción etcétera. Y lo mismo podríamos decir del primer satélite, el *Sputnik*, con las estaciones espaciales actuales, el hombre en la Luna o los proyectos de futuro.

En ambos casos, tanto en el mundo aeronáutico como en el del espacio, los adelantos tecnológicos han sobrepasado a la legislación que los gobierna. Nadie podría imaginar, no hace muchos años, que tendríamos aviones no tripulados y que sin embargo sigamos sin disponer de una legislación específica, en el ámbito civil, para ellos que refrende y delimite su ámbito de actuación. Mucho menos que el hombre se pudiera plantear la explotación minera en el espacio y que esta se encuentre legislada, aunque con cierta ambigüedad por considerarse algo utópico y que pocos países refrendaron.

Leyes de la aeronáutica

Las leyes y normativas que regulan la utilización segura y eficiente del espacio aéreo están desarrolladas en el seno de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Organismo especializado de las Naciones Unidas que se creó con la firma en Chicago, el 7 de diciembre de 1944, del Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

Los noventa y seis artículos del Convenio de Chicago establecen los privilegios y restricciones de todos los Estados firmantes (191 en la actualidad). El Convenio reconoce el principio de que todo Estado tiene soberanía plena y exclusiva en el espacio aéreo sobre su territorio, y establece, que ningún servicio aéreo internacional no programado puede operar so-

bre o dentro de un territorio de un Estado firmante sin su consentimiento previo.

Reconoce la soberanía de los Estados sobre el espacio aéreo, pero no sobre el espacio exterior donde la OACI no es competente. Como hemos apuntado anteriormente, no queda correctamente definido y reconocido por todas las partes la línea divisoria entre ambos espacios que en la actualidad y en un futuro muy próximo en mayor medida, afectarán a los vuelos suborbitales.

La OACI establece normas y métodos recomendados para el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional, y su misión es la de fomentar un sistema de aviación civil global que funcione de manera permanente y uniforme con la máxima eficiencia y en condiciones óptimas de seguridad, protección y sostenibilidad.

Casi todo lo que afecta al uso eficiente y seguro del espacio aéreo está legislado y reconocido internacionalmente. Solo queda un importante resquicio que hasta hace poco no había sido siquiera tratado, pues no se veía la posibilidad o viabilidad de existencia de aviones remotamente tripulados. En la actualidad ya existen, son viables y lo que es más preocupante: están siendo utilizados sin una legalidad que los sustente.

En España, a nivel nacional, para la operación en nuestro espacio aéreo de soberanía, se ha desarrollado toda la normativa necesaria para las aeronaves remotamente tripuladas de defensa o de programas de interés para la defensa.

Esta normativa va en paralelo con normativas OTAN de normalización y de la OACI sobre navegación de aeronaves tripuladas, y abarca tanto los campos de certificación de la aeronave (INTA), como de titulación de los operadores civiles o militares (Ejército del Aire) y normas para la navegación en el espacio aéreo.

En la parte de la aviación civil, la AESA, Agencia Estatal de Seguridad Aérea, ha legislado los diferentes tipos de aeronaves remotamente tripuladas, y de ellas, las que pueden volar en unas condiciones muy restrictivas y las que no lo pueden hacer por carecer de legislación al respecto. AESA está trabajando junto con la EASA, *European Aviation Safety Agency*, a la que pertenecen todos los Estados miembros de la Unión Europea, para la implantación de una legislación que regule en Europa el uso de aviones remotamente tripulados.

Esta legislación de la EASA se está dilatando en el tiempo, por el número de partes que deben reconocerla, y está lastrando el desarrollo industrial aeronáutico europeo en esta materia y al español en particular, que constituimos una de las industrias más pujantes.

Leyes del espacio

Se dispone de cinco Tratados promovidos en el seno de las Naciones Unidas, independientes de los Tratados que rigen el espacio aéreo, y en los que queda bien definida la importancia que tiene este espacio exterior para la humanidad, dándole un carácter científico a las misiones en el espacio y limitando en gran medida su utilización militar.

Estos cinco Tratados son:

- 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.
- Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.
- Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales.
- Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre.
- Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes.

En el conjunto de todos ellos, que como la mayoría de los Tratados internacionales en el seno de Naciones Unidas, son en parte genéricos en su redacción en aras de buscar el mayor consenso entre el gran número de partes involucradas. Se hace constante énfasis en las perspectivas que ofrece a la humanidad la entrada del hombre en el espacio ultraterrestre y en el interés general de toda la humanidad en el proceso de la exploración y utilización de este espacio con fines pacíficos, para bien de todos los pueblos.

Asimismo, se presentan como un amplio espacio para la Cooperación Internacional en lo que se refiere a los aspectos científicos y jurídicos de la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, que contribuirá al desarrollo y al afianzamiento de las relaciones amistosas entre los Estados y pueblos.

A este respecto, conviene mencionar dos de ellos:

El primero es el «Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales». El Estado desde cuyo territorio o instalaciones se lanza un objeto espacial, se considerará como participante en un lanzamiento conjunto.

Este es un Convenio de grandes implicaciones para los Estados y que posiblemente necesite ser revisado y matizado por la entrada en el campo del espacio de actores privados, y de nuevos emplazamientos de lanzamiento al espacio fuera del territorio o aguas de soberanía del Estado lanzador y/o utilizadas por actores no estatales. Hemos visto anterior-

mente las nuevas plataformas de lanzamiento marinas de carácter privado que como está ocurriendo actualmente con las plataformas petrolíferas pueden llevar bandera de conveniencia.

En segundo lugar, cabe subrayar el «Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes». Dirigido a evitar que la Luna se convierta en zona de conflictos internacionales por los beneficios que se pueden derivar de la explotación de los recursos naturales de esta y otros cuerpos celestes.

Al explorar y utilizar la Luna, los Estados partes tomarán medidas para que no se perturbe el actual equilibrio de su medio y podrán establecer en ella estaciones habitadas o no. Las estaciones deberán estar dispuestas de modo que no entorpezcan el libre acceso a otros Estados partes que desarrollan actividades en la misma.

Ni la superficie ni la subsuelo de la Luna, ni ninguna de sus partes o recursos naturales, podrán ser propiedad de ningún Estado, y estos se comprometen a establecer un régimen internacional, incluidos los procedimientos apropiados, que rija la explotación de los recursos naturales del satélite, cuando esa explotación esté a punto de llegar a ser viable.

En este régimen internacional que se ha de establecer deberá figurar la participación equitativa de todos los Estados partes en los beneficios obtenidos de esos recursos, teniéndose especialmente en cuenta los intereses y necesidades de los países en desarrollo, así como los esfuerzos de los países que hayan contribuido directa o indirectamente a la explotación de la Luna.

Como queda claro, este régimen internacional y procedimental, es algo que habrá que abordar ante la, cada día, más cercana posibilidad de su explotación para evitar que se convierta en fuente de conflictos internacionales.

El problema es que este Acuerdo de actividades en la Luna, desarrollado en el seno de las Naciones Unidas, ha sido ratificado solamente por veintiséis países, y en la lista de los países firmantes, no figura ninguno de los más importantes en materia espacio. La falta de un acuerdo internacional previo al establecimiento de una base lunar y la explotación de sus riquezas, bien por un Estado o por empresas privadas, así como la no reconocida obligatoriedad de mantener el medio, puede ser una fuente muy importante de conflicto.

Conclusiones

Como se apuntaba anteriormente, no es fácil sentir y valorar la importancia de los servicios que desde el espacio recibimos y nuestra depen-

dencia de ellos, así como la trascendencia que pueda tener en el futuro todo lo que ocurra en el espacio, dado que no lo sentimos como algo tangible.

«La carrera del espacio», que todos asumíamos como algo del pasado relacionado con la «Guerra Fría», ha estado siempre activa. Continúa y entramos en una nueva fase más competitiva que la anterior, en la que sus nuevos logros tendrán una clara y visible repercusión en nuestro entorno futuro.

Cuando se analiza todo lo que el espacio supone y puede aportar tanto en el ámbito civil como militar en materia de comunicaciones, navegación, control del transporte aéreo, marítimo y terrestre a nivel mundial, observación multispectral de la Tierra y los mares, conocimiento de posibles nuevas fuentes de energía y riquezas en el espacio, etcétera, nos salimos de lo que solo era visto como ambiciosos proyectos de investigación y entramos en la realidad actual. Detrás de la mayoría de los grandes proyectos espaciales también puede haber grandes intereses estratégicos estatales o comerciales.

La geopolítica líquida ha invadido el «espacio». Todo lo que ocurre en la Tierra afecta al espacio, y en el futuro próximo también será tangible que todo lo que ocurre en el espacio tendrá importantes repercusiones en la Tierra.

Es una realidad que todas las grandes potencias están incrementando, de manera individual, sus presupuestos espaciales dirigidos para nuevos y grandes proyectos.

Diariamente, la prensa mundial publica artículos sobre los nuevos retos del espacio, tal y como ocurre en nuestra prensa nacional. Artículos que pueden ir encaminados, a diferencia de los tiempos de la «Guerra Fría», a presentar grandes retos tecnológicos, beneficiosos para la humanidad, como así lo son, y materializar un sentimiento de apoyo que permita la aprobación de los fondos económicos necesarios para llevar a cabo la financiación de estas grandes empresas.

Sin embargo, puede haber más de un motivo para emplear tal ingente esfuerzo en investigación y tecnología que requieren estos grandes proyectos y que además requiere de un respaldo económico importantísimo para estar en el espacio y afrontar los nuevos retos perfilados. Y ese motivo, además del científico, puede ser el industrial, comercial, estatal o privado.

La demostrada presencia de recursos valiosos en el espacio, que cada día son, tecnológicamente hablando, más asequibles y su necesidad en campos estratégicos en la Tierra y para grandes proyectos espaciales, convierten al mismo en un lugar de interés, no solo científico sino industrial y comercial.

El nacimiento como nueva potencia espacial de la República Popular China, con objetivos industriales claramente manifestados, ha hecho relanzar de nuevo la «carrera del espacio». No solo con fines militares en el espacio cercano, como ocurrió en la «Guerra Fría» entre Estados Unidos y la Unión Soviética, sino con fines industriales y comerciales, tanto en el espacio cercano como en el profundo.

No debemos obviar que la posible explotación de la Luna reflejada en un acuerdo en el marco de Naciones Unidas, antes mencionado, en el que se cita la necesidad de desarrollar un régimen internacional y procedimental para esta posible explotación de recursos, solo ha sido ratificado por veintiséis países, y a ninguno de ellos lo podemos considerar como potencia espacial.

Como se ha apuntado, para poder estar en el espacio se necesita: un alto nivel tecnológico en este campo, que requiere años para conseguirlo, una firme decisión, necesidad o interés por estar, y una capacidad económica mantenida en el tiempo para afrontar los elevados costes. Actualmente la República Popular China reúne todos los requisitos y lo ha manifestado abiertamente.

Lo que ocurra en el espacio en el futuro depende de lo que ocurra aquí, en la Tierra, algo difícil de predecir, pero no olvidemos que lo que ocurra en el espacio puede marcar el futuro en la Tierra.