

13/2011

16 noviembre de 2011

Rosario Fernández García

**DIMENSIÓN ESTRATÉGICA DEL
ESPACIO EXTERIOR**

DIMENSIÓN ESTRATÉGICA DEL ESPACIO EXTERIOR

Resumen:

El espacio exterior ha mantenido siempre una dimensión estratégica, que con el paso del tiempo y el avance de la técnica, ha de hacer frente a nuevos desafíos y peligros, ya en el ámbito global. Los actores estatales y no estatales son dependientes de sus capacidades espaciales, que lejos de estancarse o disminuir van creciendo al desearse mayor independencia, coexistir más actores con recursos y plantearse retos derivados de la evolución de la vida en nuestro planeta. Este crecimiento de la actividad en el espacio ha de gestionarse cuidadosamente para que no suponga el futuro impedimento de su uso. También se pone de manifiesto que el uso del espacio exterior pasa por asegurar también el ciberespacio, dominio por el cual pasan las interacciones con el primero. Así el uso supranacional y estratégico del espacio se colocaría en tres ejes: existencia de recursos (órbitas, frecuencias) para que los múltiples actores implanten las aplicaciones que se prevén en materia civil y militar, estabilidad en el sentido de que los residuos que se generen no inutilicen el medio, y seguridad en el medio de control de esos activos, que entroncaría con lo que se denomina ciberespacio. Precisamente las vulnerabilidades de éste se convertirían probablemente en el vehículo para comprometer las capacidades en el espacio exterior, pues, como es sabido, son los efectos conseguidos, más que la intensidad de las operaciones, los que deciden la victoria en caso de conflicto.

Abstract:

The outer space has always kept a strategic dimension, which, as time goes by, and with the current technological improvements, is to face new dangers and challenges, now in a global scope. Both non-state and state actors are dependent of their space capabilities, which, instead of shrinking or stagnating, are ever increasing. This is due to, on one hand, the coexistence of more actors with resources, wishing more independence, and on the other hand, to the coming up of challenges related to the evolution of life on our planet. Increasing

activity in the outer space must be managed very carefully, so that it does not lead to a future hindrance in its use. The need to assure the cyberspace is a precondition in order to operate a secure outer space, because the interactions with the latter lean on the former. The supranational and strategic use of the outer space would be plotted in a three-axis system: the resource availability (frequencies, orbits), so that actors can implement the civil and defensive applications they foresee, stability, so that debris do not spoil the environment and, finally, security, so that space actives can be controlled. The latter is related to cyberspace, whose vulnerabilities could be used to endanger the space capabilities. It is widely accepted that, in case of conflict, the victory is decided by means of the accomplished effects, more than by the intensity in the operations.

Palabras clave:

Espacio, SSA, ciberespacio, residuos, estrategia, tendencias.

Keywords:

Space, SSA, cyberspace, debris, strategy, trends.

ANTECEDENTES

El espacio exterior se contempla dentro del concepto de *global commons*, según el cual se entiende como uno de los dominios que pertenecen a todos sin distinción y que además no es controlado, de derecho, por nadie. Una característica adicional de estos dominios y que deriva directamente del antiguo derecho inglés es su capacidad como elemento de conexión, si se quiere comunicación, entre las posesiones particulares de cada estado, o ciudadano en el origen del término. Por lo tanto, cualquier uso irregular o exclusivo perjudica de manera grave a los otros.

Otros elementos que se acostumbra a asociar con la idea de *global commons* son el aire, el mar y últimamente, a raíz de la necesidad de gestionarlo, también el ciberespacio. Se entroncan aquí dos de los *commons* considerados en la actualidad, ciberespacio y espacio en sí, siendo el primero de ellos uno de los vehículos que pueden comprometer el uso de las capacidades del segundo, pues como es sabido la gestión y explotación de las infraestructuras en el espacio se apoya en las redes de datos, cuya seguridad en mayor o medida es susceptible de ser vulnerada. De hecho, en la legislación española se contempla al espacio como un sector catalogado entre los considerados como poseedores de instalaciones susceptibles de ser consideradas infraestructuras críticas.

Se ha de destacar dos hitos a nivel mundial en el desarrollo y explotación de capacidades civiles en el espacio que han conformado las relaciones y la colaboración internacional en este medio. En primer lugar está la creación de la Agencia Europea del Espacio (ESA), que con el final de la carrera por el espacio entre los EEUU y la URSS, aparece como un precursor de la exploración del espacio. Fue fundada en 1975 como colofón a una serie de iniciativas europeas, tales como la Organización Europea para la Investigación Espacial (ESRO) fundada en 1962 como un organismo orientado principalmente al desarrollo de satélites y la Organización Europea para el Desarrollo de Lanzaderas (ELDO) también constituida en 1962 para desarrollar el transbordador europeo. A partir de la primera se crea el Centro Europeo para la Investigación y Tecnología Espacial (ESTEC) y el Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC). En la actualidad está formada por diecinueve estados miembros y lleva a cabo actividades de comunicaciones, observación de la Tierra, vuelos tripulados, ciencia e ingeniería en el espacio, lanzamientos, navegación, operaciones espaciales y de reconocimiento, siendo un catalizador fundamental de la industria europea y un actor relevante en las actividades espaciales a nivel mundial. El otro gran hito es la construcción y explotación de la Estación Espacial Internacional, que surgió en 1994, combinando los proyectos sobre estaciones espaciales de URSS, Europa y EEUU-Japón. Desde entonces es un foro de colaboración internacional en temas de investigación de múltiples materias y de desarrollo de la industria espacial.

Acuerdos en materia de regulación

La principal organización a nivel mundial que se hace cargo de la coordinación de las actividades, así como de la emisión de acuerdos y tratados que gestionen el uso común del espacio, es la ONU. En particular el comité para los usos pacíficos del espacio exterior (COPUOS, *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*) fue creado para llevar a cabo programas bajo el auspicio de la Naciones Unidas en el uso pacífico del mismo, estudiar los problemas legales derivados de su exploración y distribuir información en esas materias. Su Secretaría para aspectos legales (UNOOSA, *United Nations Office for Outer Space Affairs*) es el principal foro internacional para el desarrollo de leyes y principios que gobiernan el espacio exterior.

La legislación internacional en vigor procede del foro de las Naciones Unidas y se divide fundamentalmente en Tratados Multilaterales¹ y Resoluciones de la Asamblea General. Estos documentos sientan las bases sobre las actividades prohibidas en el espacio exterior y otros cuerpos celestes, fundamentalmente el alojamiento de armas de destrucción masiva y bases o instalaciones militares, la gestión de la propiedad y las responsabilidades asociadas a los objetos en el espacio, que corresponde siempre a las naciones que realizan los lanzamientos y que deben indemnizar en caso de daños, la obligación de asistencia y colaboración en las tareas de rescate de personal y restos procedentes de amerizajes y también en caso de coincidencia en la zona de operación, y, finalmente, la obligación de registrar cualquier objeto que se envía al espacio, proporcionando unos datos orbitales mínimos y comunicando la existencia de ese registro, como mínimo a la Secretaría General de la ONU.

Una de las resoluciones en vigor de la Asamblea General que es de especial interés es la concerniente a la obtención de datos de la superficie terrestre desde el espacio². En este documento se establece la obligación de comunicación a la Secretaría General de la Naciones Unidas de la existencia de cualquier programa de captación de datos, así como de la promoción de la colaboración internacional en esas actividades, evitando en todo caso

¹ *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty)*, en vigor desde el 10-October-1967, *Agreement on the Rescue Astronauts, The Return of Astronauts and The Return of Objects Launched into Outer Space*, en vigor desde el 3-Diciembre-1968, *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, en vigor desde el 1-septiembre-1972, *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space*, en vigor desde el 15-septiembre-1976, y *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*, en vigor desde el 11-Julio-1984.

² *Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space*, acuerdo del 3-diciembre-1986).

perjudicar los intereses de los estados de los que se obtienen los datos y manteniendo la completa soberanía sobre los recursos naturales de aquellos. Esta resolución también hace hincapié en la obligación de poner a disposición del estado objeto del programa de captación de datos, la información relevante si éste lo solicita y a coste razonable. En caso de daños al medio ambiente o desastres naturales la información debe ser compartida inmediatamente.



Ilustración 1 - Iniciativas legislativas ONU en vigor en materia de espacio. Elaboración propia.

Residuos en el espacio

Las actividades de los actores nacionales y privados en materia de comunicación, investigación, seguridad y defensa están colocando al espacio en una situación cada vez más cercana a la saturación en determinadas órbitas geoestacionarias, a la conveniencia de gestionar cuidadosamente las órbitas de baja altura y a la necesidad de conocer la situación del espacio en materia de artefactos diversos, principalmente satélites en funcionamiento, en desuso, residuos varios de lanzamientos espaciales, accidentes, pruebas y demostraciones realizadas de variada índole. Este último aspecto está siendo objeto de una de las tendencias más actuales en materia de cooperación internacional en el ámbito del espacio exterior: conocimiento de la situación (en inglés *SSA*, *Space Situational Awareness*) entendiéndose como el conocimiento de la posición, datos y funcionamiento de órbita de los objetos relevantes que pueden convertirse en amenazas naturales o artificiales (según la procedencia de esos objetos) para los dispositivos en el espacio.

Los residuos en el espacio antes de llegar a imponer una imposibilidad de explotación del espacio pueden conllevar la necesidad de maniobras para evitar colisiones con objetos, esto ocasiona más combustible a bordo, seguros más caros en las órbitas con más riesgo de colisión y en definitiva un riesgo nada despreciable en la explotación del espacio a medio y largo plazo.

Es tal la importancia del problema de estos residuos que COPUOS recomienda unas guías tendentes a la reducción de la generación de estos residuos. Se considera que la zona de órbitas bajas, hasta 2.000 km, está rozando la calificación de inestable (riesgo de colisiones en cadena que inutilicen toda la zona) y solo los fragmentos de mayor tamaño son susceptibles de ser retirados en caso de recogida.

En la actualidad Estados Unidos opera la mayor red de conocimiento del espacio para el hemisferio norte (SSN, *Space Surveillance Network*) formada por radares y telescopios en tierra y por un telescopio a bordo del satélite SBSS, habiendo firmado acuerdos de colaboración en este aspecto con Francia, Australia y Canadá. La Federación Rusa también opera una red con este fin, estando algunos de los radares en territorio de antiguas repúblicas soviéticas, que son controlados por la Federación mediante acuerdos bilaterales. En el sector privado cabe destacar la iniciativa de la SDA (*Space Data Association*, asociación de empresas en el sector espacial) de correlacionar datos de interferencias y posibles colisiones a partir de los satélites de sus miembros.



Ilustración 2 Eventos en el espacio. Elaboración propia.

ACTORES Y FUERZAS PRINCIPALES

EE.UU.

Los Estados Unidos de América son el país más dependiente del espacio en estos momentos, tanto en materia de defensa como en el aspecto económico, lo cual les obliga, y así lo reconocen en sus directrices políticas en materia de seguridad y del espacio³, a ejercer un papel de líder en la tarea de fomentar la colaboración internacional, en particular en materias de reconocimiento del espacio. Dentro de su política está la cooperación y la creación de un grupo de actores implicados que compartan intereses y a su vez disuadan a un enemigo potencial de una acción contraria. Además, entre sus iniciativas más recientes, el Departamento de Defensa está ampliando sus relaciones con las empresas implicadas en el sector espacial, también a nivel internacional, para mantener ventajas estratégicas que les permita mantener el papel de liderazgo que necesitan. Un sector especialmente clave de la industria espacial son los operadores de satélites como colectivo, que les puede ayudar a tener la visión de conjunto necesaria para el reconocimiento de la situación en el espacio, factor que se considera fundamental dentro de la estrategia necesaria para/con este medio.

En un contexto internacional la manera de actuar hacia otras potencias de primer orden que podrían amenazar su situación, los Estados Unidos de América se decantan por la disuasión. Esta se articula en tres ejes: en el fomento del comportamiento responsable (gestión del espectro, residuos en el espacio, lanzamientos seguros) a través del apoyo a normas en este sentido, en acuerdos con los actores estatales y no estatales (deben aquí entenderse estos como empresas y proveedores de tecnología y desarrollo) y en el desarrollo de la propia capacidad de actuar en un entorno degradado, tanto en el ámbito espacial (redundancia de recursos) como en una capacidad de defensa disminuida (entornos hostiles).

Como parte fundamental de su estrategia nacional en materia del espacio, rechazan la soberanía de cualquier nación sobre el espacio exterior y fomentan la competitividad de su sector espacial en materia comercial.

La administración estadounidense ha propuesto asimismo que la implementación de la estrategia para el espacio civil sea operada por el sector privado, que puede llevar cabo el desarrollo y operación de los vuelos espaciales para el gobierno en aspectos civiles tales como la investigación y la exploración. También permiten el alojamiento de cargas útiles en materia de seguridad y defensa militar en plataformas comerciales de manera que se mejoren costes. El recorte en algunos programas espaciales viene ocasionando la racionalización de las plantillas y despidos de personal cualificado.

³ *National Security Space Strategy (Unclassified Summary)*, Enero 2011. *National Space Policy of the United States of America*, Junio 2010.

China

Aunque China no publica un documento específico y oficial en materia de estrategia nacional sobre el espacio, la postura pública que se puede apreciar es la consideración del mismo como un bien global del que ha de hacerse uso con fines pacíficos. Lleva a cabo cooperación con Francia, Estados Unidos, Unión Europea, Brasil y Federación Rusa fundamentalmente, manteniendo con ésta última la iniciativa de un nuevo tratado internacional que regule el espacio exterior recogiendo los avances llevados a cabo con el devenir de los tiempos. Reclaman una definición de los límites de espacio exterior, que para ellos estaría en los 100 km, y de lo que se entiende por fines pacíficos. Rechazan la colocación en el espacio de armas convencionales, que hasta el momento no está regulada en ningún tratado o principio de aplicación internacional, y mantienen una postura activa en este sentido en COPUOS, no habiendo obtenido estas iniciativas completo respaldo hasta el momento por parte de las otras potencias de primer orden en materia de espacio⁴.

En la actualidad no se percibe un interés por parte de esta potencia de ejercer un dominio sobre ese medio, sino más bien la necesidad de controlarlo en el caso en el que una crisis lo requiera, y su política de seguridad y defensa apuesta por el uso intensivo del mismo, ya que lo reconocen como un medio clave en el desarrollo de cualquier conflicto armado. Lo que se aprecia en mayor medida es el desarrollo de capacidades contra-espaciales. La disuasión es su estrategia frente a posibles amenazas externas de cara a mantener la deseada estabilidad en el espacio exterior, entendiéndose que para que la disuasión funcione es necesario que existan capacidades en este sentido, la voluntad de emplearlas, y la necesidad de hacer saber a un potencial adversario la disposición a utilizar los elementos disuasorios, dentro de lo cual se encuadraría el derribo en 2007 por parte de China de uno de sus satélites meteorológicos en desuso mediante un misil SC-19.

Federación Rusa

La Federación Rusa tampoco publica un documento específico de estrategia en el espacio sino que la articula a través de programas y proyectos, siendo el *Russian Federal Space Program* lo más equivalente que hay a una estrategia en sí. Dos tercios de los proyectos tienen implicaciones con temas de seguridad nacional y potencian las capacidades de lanzamiento habiendo sido líder en 2010 en número de lanzamientos, por delante directamente de Estados Unidos y China.

⁴ En la Asamblea General del ONU del 29 de Octubre de 2008 que trató sobre medidas para fomentar la confianza en las actividades del espacio exterior, ya se menciona el tratado propuesto por la Federación Rusa y China en la conferencia de desarme para evitar la colocación de armamento en el espacio. En la Asamblea General del 20 de octubre de 2010 se reiteró la postura sino-rusa.

En los últimos tiempos el país ha vivido por una parte un periodo de reorganización de empresas en el sector espacial que supone en la práctica una reducción de la base de subcontratación y, por otra, un incremento de financiación. Se observa una revitalización en materia de diseños y programas sobre lanzamientos y satélites. Sin embargo también hay un incremento en la tendencia a la importación de componentes y dificultad para encontrar personal cualificado. Paralelamente se han establecido alianzas con alguna empresa francesa en el sector para el desarrollo de cargas útiles avanzadas.

Unión Europea

La Unión Europea describe en su Libro Verde la política espacial europea⁵, destacando la importancia del sector en materia de seguridad, la conveniencia de que el espacio se coloque al servicio de los ciudadanos, fomentando un desarrollo sostenible y una vía de liderazgo científico en materia de lanzamientos y satélites de comunicación.

En el aspecto de la regulación internacional mantiene una iniciativa abierta sobre normas de actuación, planteada como código de conducta, que intenta establecer buenas prácticas en el uso del espacio exterior, y que está siendo evaluada por la administración estadounidense. Esta iniciativa refrenda todos los tratados y la práctica totalidad de los acuerdos de la Asamblea General de la ONU en la materia, ampliándolos en materia de definición de plazos para la distribución de información, los cuales no se contemplaban, y resaltando la importancia de evitar residuos en el espacio, para lo cual propone la prohibición de ciertas actividades de destrucción que dañan el medio de manera ostentosa.

La Unión Europea articula sus actividades espaciales a través de la Agencia Europea del Espacio (ESA), que es la principal entidad en esa materia, y lleva a cabo, en colaboración con la Comisión Europea dos programas principales: Galileo (geoposicionamiento y navegación) y GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*, observación de la Tierra), siendo éste último el que mayor recursos absorbe, lo cual es consecuente con la importancia estratégica que concede en estos momentos la Unión Europea a la observación de la superficie terrestre.

Dentro de los países que conforman la Unión Europea cabe destacar a Francia, especialmente activo en el sector espacial, en particular en materia de lanzamientos. Francia tiene una política espacial centrada en la exportación, habiéndose firmado a finales de 2010 el contrato 2011-2015 con el CNES (*Centre National d'Études Spatiales*, Centro Nacional de Estudios Espaciales) para determinar las actividades a realizar por el centro así como los medios de que dispondrá. Estos han aumentado así como la contribución de este país a la ESA. Los objetivos de alto nivel se resumen en: la contribución a la ESA, en particular a los

⁵ Libro Verde – Política espacial europea, Enero 2003.

programas Galileo y GMES, que definen el nuevo papel de la Unión, la puesta en servicio de los nuevos sistemas espaciales decididos a nivel nacional: el ciclo del agua, la altimetría, las telecomunicaciones y la meteorología, y finalmente aportar su colaboración y experiencia al desarrollo de las nuevas generaciones de satélites. Cabe destacar sus capacidades espaciales en materia de seguridad doméstica y militar con las serie de satélites HELIOS para obtención de imágenes en el espectro visible, infrarrojo e infrarrojo cercano y dentro de su programa de disuasión nuclear, el programa SPIRALE, para la investigación en un sistema de alerta temprana antimisiles, mediante sensores de infrarrojo de producción nacional (SOFRADIR).

Actores no estatales

Aquí se encuadra el sector privado, que podríamos articular según una cadena de valor simplificada de los servicios en el espacio: por una parte las empresas fabricantes de infraestructura y por otra las proveedoras de servicios relacionados con el espacio, que adquieren o alquilan las capacidades desarrolladas por los primeros. También los usuarios corporativos (empresas de telecomunicación, medios de comunicación, empresas multinacionales con necesidades especiales en comunicaciones), grupos rebeldes y organizaciones al margen de la ley (terroristas y crimen organizado) y organizaciones internacionales

Organizaciones al margen de la ley

Las principales actividades asociadas a actores no-estatales en materia de terrorismo serían el ataque a las instalaciones o a las naves de lanzamiento, la creación de interferencias, el uso de servicios de telecomunicación para las comunicaciones y el acceso a imágenes de alta calidad para la planificación de actos terroristas. Hoy en día empieza a haber preocupación por el uso de los microsátélites por parte de organizaciones terroristas, debido al bajo coste de creación y lanzamiento de esta tendencia en la materia. Asimismo es ya una realidad la posibilidad de acceder a las comunicaciones mediante el uso del espacio, con medios propios, de algunos conglomerados empresariales con intereses legales internacionales, financieros, bancarios y de consultoría estratégica con vocación de ofrecer negocios únicos y de difícil seguimiento por parte de las autoridades competentes.

Contratistas principales

Los países con mayor participación privada en temas espaciales, EEUU y la Federación Rusa, son con diferencia los que cuentan con el tejido empresarial más potente.

Así, en EEUU nos encontramos a *Boeing* con líneas de negocio en lanzamiento, vehículos de exploración del espacio y sistemas de comunicaciones y satélites. *Lockheed Martin*, otro grande del sector con importantísima cuota de mercado en la industria de defensa estadounidense, destaca por la fabricación de satélites militares. Su división espacial

desarrolla para el sector civil y militar en materia de comunicaciones, navegación, sensorización remota, lanzamiento y sistemas de defensa. Sus misiones más importantes se encuadran en la estación espacial internacional, la constelación GPS y *GeoEye-2* (nuevo satélite de la firma *GeoEye* para la observación de la superficie terrestre, que presta servicios a empresas y gobiernos, entre ellos el chino). *Northrop Grumman Space Technology* fabrica cohetes, sistemas de propulsión, satélites de comunicaciones, de observación de la Tierra, de alerta temprana y vigilancia y colabora con *Raytheon* en el sector terrestre del sistema GPS estadounidense. Por último, *General Dynamics Information Systems and Technology Group* que cuenta con líneas de negocio en desarrollo e integración de sistemas de mando y control, explotación de imágenes, subsistemas de comunicación y en ocasiones integración de carga útil, computación a bordo de satélites para aplicaciones radar, electro-ópticas, subsistemas electrónicos de control de potencia e interfaces de altitud, transpondedores para comunicación entre satélites GPS, inteligencia geoespacial (procesado, almacenamiento y *data mining* de información gráfica), y comunicación por satélite, fundamentalmente.

Entre las empresas de menor tamaño pero con una enorme presencia destacan *Orbital Science Corporation* cuyo negocio principal se centra no solo en los satélites, incluyendo tanto geoestacionarios como de órbita baja, para sensorización remota, comunicaciones y misiones científicas y de defensa, sino también en vehículos de lanzamiento tales como *Minotaur* (lanzamientos orbitales y suborbitales), *Pegasus* (única lanzadera desde el aire en activo) y *Taurus I* y *II*. Otra empresa de similar tamaño es *Space Systems Loral*, filial de *Loral Space & Communications*, especializada en satélites de comunicaciones y para meteorología. También realiza servicios de consultoría para las Fuerzas Aéreas estadounidenses. Dentro del sector de lanzamiento se encuentra *SpaceX*, que desarrolla los vehículos *Falcon* y ofrece servicios tanto para órbitas geoestacionarias como de baja altura. Destaca por sus precios competitivos y reciente orientación hacia los satélites de pequeño tamaño. Finalmente, *Sierra Nevada*, importante integrador y proveedor de sistemas electrónicos, que en materia espacial van desde mecanismos de despliegue y apuntamiento de antenas a nanosatélites.

En la Federación Rusa destaca *Open Joint Stock Company Academician VP Makeyev*, que diseña y fabrica misiles y sistemas de lanzamiento y propulsión, entre otros para los satélites de la familia *KOMPASS*, *JSC Information Satellite Systems Reshetnev Company* se encarga de la nueva generación de los satélites de la constelación GLONASS. *SP Korolev Rocket and Space Corporation Energia*, proveedor de satélites (la serie *Yamal*) y vehículos de lanzamiento, entre ellos el nuevo *Rus-M*. *KB Arsenal*, que fabrica vehículos de lanzamiento. *FSUE* que se encarga de satélites de observación de la Tierra, *TsNII Mashinostroyeniya* para temas de pruebas de cohetes y naves espaciales y *NPO Lavochkin*, especializada en satélites para observación del espacio lejano y otros planetas. *TsSKB* con desarrollos en la familia *Soyuz-2*, *Khrunichev*, asociada a la estadounidense *ILS*, con la explotación exclusiva de lanzamientos mediante el vehículo *Proton*, y mediante la nueva serie *Angara*. Finalmente,

destacar, a *Ako Polyot*, que diseña y construye la lanzadera *Kosmos 3M* y participa en el desarrollo de los satélites *Glonass*.

Entre los contratistas principales de ámbito internacional, pero de origen europeo están *Thales Alenia Space* (Francia, Italia), con experiencia en todos los sistemas espaciales (telecomunicaciones, sensorización remota, aplicaciones científicas y de navegación, software especializado, telemetría, sistemas ópticos, fundamentalmente) y *EADS Astrium* (Francia, Alemania, Reino Unido y España), con líneas de negocio en transporte espacial, satélites y servicios.

En Canadá destacan *Macdonald Dettwiler and Associates* (especializada en aplicaciones aeroespaciales como software certificado, estaciones base para satélites de sensorización remota y sistemas de análisis de imágenes y datos meteorológicos), *Dynex Power Inc* (temas de materiales resistentes a radiaciones en el espacio) y *Bristol Aerospace Limited* (fabricación de estructuras y cohetes).

En Ucrania hay que destacar a *Yuzhnoye SDO*, con las mayores instalaciones mundiales en producción de misiles, y fabricante de satélites.

Países como Alemania, Reino Unido, Japón e Israel tienen menos presencia mundial en número de empresas pero algunas muy relevantes como *OHB* (sistemas espaciales y seguridad, operación de satélites y cargas útiles), *Surrey Satellite Technology Ltd.* (fabricación de pequeños satélites), *Mitsubishi* (satélites de comunicaciones, observación de la Tierra y sensorización remota) e *Israel Aerospace Industries* (satélites, estaciones base, sistemas de lanzamiento y de navegación), situadas en Alemania, Reino Unido, Japón e Israel, respectivamente.

APLICACIONES ESTRATÉGICAS

Se considera que los tres sectores primarios de la industria espacial son los satélites, los sistemas de lanzamiento y los sistemas de control. Los sistemas espaciales atienden las necesidades de los gobiernos y a los mercados comerciales (nacionales e internacionales) en comunicaciones, observación de la Tierra (imágenes, sensorización/monitorización del entorno, meteorología), inteligencia, detección y seguimiento de misiles, investigación y experimentación, vigilancia y exploración del espacio, posicionamiento, navegación y temporización (PNT, *Position Navigation and Timing*). Además, en el ámbito militar es un hecho aceptado por todos la ventaja que confieren las operaciones conjuntas, que incluyen el uso de los activos en el espacio y permiten atacar al enemigo en sus vulnerabilidades, en vez de emplear los ataques de fuerza bruta que conducían a la destrucción masiva como medio de conseguir la victoria.

Posicionamiento, navegación y temporización

Las grandes potencias en materia del espacio tienen programas en este sentido, bien sea en completo uso comercial y militar como el GPS estadounidense, sea en fase de industrialización masiva como el Glonass ruso, o bien a punto de constituirse como una alternativa totalmente operativa, como el Beidou-2 chino, con el cual y con la alternativa rusa, el país espera reducir su dependencia del sistema estadounidense. Por su parte la Unión Europea continúa en el desarrollo del sistema Galileo, totalmente civil y con una precisión en tiempo real sin precedentes, destinado a complementar las alternativas estadounidenses y rusas en caso de una denegación de servicio de las mismas. No hay que olvidar que son servicios de procedencia militar, de uso libre y gratuito en tiempos de paz, pero que se restringen en momentos de conflicto. Otro servicio de navegación específico para unidades navales lo constituye la constelación Parus, de la Federación Rusa.

India se halla también en proceso de creación de su propio sistema de navegación regional, INRSS (*Indian Regional Navigation Satellite System*) y contempla la participación en el sistema ruso. Por su parte Japón está desarrollando su sistema de navegación, próximo al GPS y mejorando alguna de sus funcionalidades.

Sistemas de lanzamiento

Los principales países con tecnología de lanzamiento consolidada son: EEUU con los sistemas *Minotaur*, *Pegasus*, *Delta-IV*, *Falcon* (de la empresa *SpaceX*), *Atlas-V* (explotado por *ILS*, *International Launch Services*, joint-venture de EEUU-*Lockheed Martin* y Rusia-*Khrunichev*), *Taurus*, *EELV* (*Atlas V* y *Delta IV*), y *Tspace* con el sistema *CXV*. Rusia con *Kosmos-3M*, *Soyuz*, *Shtil*, *Proton K*, *Proton M* (explotado por *International Launch Services*) y *Start*, India con el sistema *PSLV*, Japón con *S-520* (en mejoras), Brasil mediante el sistema *VLS*, Israel con *Shavit*, Irán con los sistemas *Safir* y *Kavoshgar*, Ucrania mediante los sistemas *Tsyklon3/4* (con Brasil) y *Zenit* (explotado por *Sea Launch*) y China con la serie *Long March 5*.

Iniciativas internacionales a destacar son los sistemas *Dnepr-1* (Rusia y Ucrania), *Ariane 5* (ESA), *Rockot* (explotado por *Eurockot*, joint venture de *EADS* y Rusia-*Khrunichev*) y *Vega* (ESA con fondos italianos).

Observación de la Tierra

Otro servicio que requiere infraestructura en el espacio exterior y se demuestra cada vez más importante es la observación de la superficie del planeta. Los cambios que se vienen apreciando en la misma y que tendrán sin duda consecuencias geopolíticas, hacen necesaria esa consciencia del entorno. El empeoramiento en las reservas de agua, la nueva distribución de territorios en el ártico que hasta ahora no eran de interés ni reclamados por nadie, así como la apertura de nuevas rutas marítimas y la detección de los recursos

naturales que se ponen de manifiesto, hacen que se esté estudiando la provisión de datos del entorno a algunos países como un negocio estratégico a cubrir por parte de las empresas de tecnologías de la información.

Entre las iniciativas internacionales más importantes en materia de observación de la superficie terrestre se hallan las de la ESA, ERS (para meteorología y superficie terrestre polar), METEOSAT (para meteorología), CRYOSAT (estudio del cambio climático mediante variaciones en el grosor de las capas de hielo), KOPERNIKUS (monitorización de la Tierra para planificación de ciudades, seguridad alimentaria, bosques, cosechas, agua, erosión del suelo y gestión sostenible de África, seguridad marítima, previsión meteorológica, derrames de petróleo, misiones de paz) y SMOS (parte del programa Living Planet en la parte de agua humedad del suelo, salinidad superficial en los océanos). Otras agrupaciones internacionales con presencia espacial en esta aplicación son la constelación DMC (monitorización de desastres realizada con la británica *Surrey Satellite Technology Ltd.*, con Argelia, China, Nigeria, UK, España), la serie CBERS de Brasil y China (monitorización de cambios en los recursos naturales y en la Tierra, estimación de reservas forestales y cosechas, polución ambiental y daños por inundaciones y terremotos), SMMS (China, Irán, Tailandia, Corea, Mongolia, Bangladesh y Pakistán, en actividades civiles).

Otras iniciativas provienen de países como la India con su serie IRS (formada por las familias de satélites RESOURCESAT, CARTOSAT, TES, OCEANSAT) y con tecnología radar de *Israel Aerospace Industries*, Japón con su satélite ALOS, Alemania a través de su satélite CHAMP (medida del campo gravitatorio y magnético y la estructura de la atmósfera), la Federación Rusa con el satélite ELEKTRO-L (observaciones meteorológicas geoestacionarias), Francia con la serie SPOT (en aplicaciones de obtención de imágenes de cosechas y vegetación), Canadá con la constelación RADARSAT (monitorización del ártico, vigilancia del grosor de la capa de hielo, desastres, bosques incluyendo talas, monitorización de costas, océanos, exploración geológica), el Reino Unido con los satélites ASTROSAR (para vigilancia marítima, antipiratería y preservación de bosques), Emiratos Árabes Unidos con la serie DUBAISAT (en colaboración con Corea del Sur, para observación de la Tierra, sobre todo Oriente Medio, también adquisición de tecnología, investigación científica y obtención de imágenes, previsión de nieblas, tormentas de arena e investigación de calidad del agua).

Entre las recientes iniciativas originarias en EEUU se hallan Quickbird2 (imágenes comerciales de alta resolución), la serie WORLDVIEW (imágenes de alta resolución para inteligencia y defensa, desastres, mapas, planificación de usos de suelo, simulación y visualización de entornos), los satélites IKONOS (Imágenes de alta resolución para usos comerciales y de defensa), CLOUDSAT (medidas radar tridimensionales de nubes y tormentas) y OCO (observaciones desde el espacio de niveles de dióxido de carbono).

Sistemas de alerta temprana de misiles

Dentro de esta capacidad estratégica hay que mencionar los desarrollos, todos ellos estadounidenses de *Northrop Grumman Defense Support Program* en cargas útiles con sensores electro-ópticos, *Raytheon* en el espectro visible e infrarrojo con su familia de sensores STSS y *Lockheed Martin*, con el sistema SBIRS en el infrarrojo.

TENDENCIAS ACTUALES EN MATERIA DE USO DEL ESPACIO

Las constelaciones de pequeños satélites se presentan ya como una arquitectura estable que proporciona una amplia cobertura y evita que posibles actores rivales puedan inutilizar los elementos estratégicos. La idea de un espacio de respuesta rápida, capaz de actuar con flexibilidad e inmediatez ante necesidades y cambios en el entorno, conlleva unas tecnologías específicas sobre las que se está invirtiendo y que algunas universidades ya están en disposición de fabricar. Estos pequeños satélites denominados *smallsat* y *cubesat* son actualmente objeto de licitación por parte de la NASA y se siguen considerando una tendencia de futuro que permitiría la reducción de barreras en la participación de la actividad espacial. La situación económica internacional, en un escenario cuando menos de crisis y quizás recesión, favorecería seguramente estas iniciativas. Algunos ejemplos son las series QBX (EEUU) y CANX (Canadá), que no llegan a la decena de kilos y utilizan los últimos avances en miniaturización de procesadores de alto rendimiento y dispositivos de comunicación. En la mayor parte de los casos estos pequeños satélites se ponen en órbita con propósitos de investigación o desarrollo y prueba de tecnología, pero también son usados por organizaciones de seguridad e inteligencia como por ejemplo la serie NROL.

Por otra parte los proveedores de servicios móviles por satélite están presionando para que se renueven las constelaciones que proporcionan estos servicios de telefonía y ya a finales de 2010 más de 50 países estaban operando un satélite nacional propio o tenían pensado lanzar uno antes de 2012, por lo que es una necesidad la coordinación y la cooperación internacional, buscada por muchos países hacia naciones y empresas con experiencia.

Otra tendencia cada vez más frecuente y debida a la necesidad de reducir costes para asegurarse la competitividad en un mercado global se implementa mediante la subcontratación o la compra de elementos software y hardware comerciales que pueden no haber pasado unos controles de calidad lo suficientemente exhaustivos llegando a presentar fallos de funcionamiento o que en ocasiones pueden ser susceptibles de contener código malicioso que comprometa la seguridad de las operaciones.

Finalmente, las restricciones en materia de tecnologías de doble uso pueden llevar a compañías a no optar a contratos con el sector de defensa o a ofrecer productos con

prestaciones disminuidas de manera que no les apliquen las restricciones en materia comercial y de exportación a mercados extranjeros.

ESCENARIOS PREVISIBLES

Escenario 1 (peligroso y poco probable en el corto o medio plazo)

Se produce una traslación de las tensiones de seguridad y defensa presentes a nivel mundial al espacio exterior, desencadenada posiblemente por algún factor geopolítico (acceso a recursos naturales clave tales como gas, petróleo, agua, minerales, por el dominio de alguna ruta de comunicación esencial para el comercio o la provisión de materias primas) y alguna de las potencias de primer orden decide iniciar un conflicto asimétrico o híbrido como medio de perjudicar a sus rivales, que son mucho más dependientes del mismo, tanto para sus empresas como para el sector de defensa y seguridad.

En caso de conflicto asimétrico los ataques se realizarían mediante denegaciones de servicio, o por interferencias electrónicas (degradando el entorno de funcionamiento de los equipos de comunicaciones a bordo de los satélites hasta el punto de llegar a inutilizarlos si se ve necesario y se dispone del armamento ASAT⁶ necesario) pero sin llegar a la destrucción física del satélite, lo cual sería percibido muy negativamente por el ámbito internacional, y perjudicaría incluso a potencias aliadas del atacante. También podrían producirse ciberataques a las redes de comunicación terrestre que soportan el control de los sistemas espaciales o por activación de código malicioso que pudiese estar residente en el hard/software a bordo de los satélites.

Un conflicto asimétrico por lo que se entiende no necesita una declaración expresa, es decir, podría producirse en diferentes grados de intensidad, que podrían ir desde la denegación de servicios función de zonas geográficas o en función de aplicaciones (por ejemplo, posicionamiento y navegación, monitorización de la superficie terrestre) hasta llegar a la inutilización de equipamiento de seguridad y defensa (capacidades de inteligencia de imágenes o señales, o control de armamento).

En caso de conflicto híbrido, que supondría un nivel superior en la violencia de la confrontación y con una declaración más o menos abierta, se combinarían las denegaciones de servicio mencionadas anteriormente con ataques físicos en la superficie terrestre.

⁶ Activos contraespaciales.

Escenario 2 (peligroso y probable a medio plazo)

Se continúa con la explotación indiscriminada del espacio. Estados Unidos a pesar de disponer de una infraestructura suficiente para proporcionar información sobre la situación en el espacio, y haber establecido acuerdos con otros países para el uso de esos datos, no consigue liderar un orden que garantice un uso garantizado.

Las potencias de primer orden en el campo espacial, aquellas con capacidades propias de creación de satélites, lanzamiento y explotación de sus servicios para aspectos de seguridad y defensa y capacidades civiles, las de segundo orden, que alquilan las capacidades que necesitan y colaboran con los países de más peso en el campo, y los actores no estatales tales como empresas privadas u organismos de investigación, que proporcionan servicios basados en el empleo de satélites no se coordinan de manera eficiente.

La situación económica mundial no favorece la dedicación de recursos para el objetivo de mantener el espacio como un entorno seguro y limpio. Se crean dos o tres bloques, polarizados en las máximas potencias en el sector (EEUU, Unión Europea y China y Rusia).

Se produce una escalada sin control en el uso del espacio disponible, en la que cada actor utiliza los medios a su alcance para asegurarse el uso del espacio que desemboca en conflicto(s) asimétrico(s) más o menos declarados, con denegaciones de servicio como las características descritas en el escenario anterior. No hay que olvidar que lo que decide la victoria son los resultados obtenidos, más que la intensidad (física) de las operaciones realizadas.

Escenario 3 (peligroso y muy probable a corto o medio plazo)

La crisis internacional impacta especialmente en el mundo occidental, se produce un adelgazamiento del ámbito público y se plantea la reducción de costes como el factor fundamental con el que se asocia la competitividad del sector espacial, trasladando de manera intensiva las actividades en ese medio al ámbito privado sin apenas controles por el ámbito público. La necesidad de rentabilidad inherente al mundo de la empresa privada no acierta a tener presente las implicaciones que conllevan los requisitos de seguridad en el espacio, donde los errores se traducen en ocasiones en la pérdida de vidas humanas y siempre en la destrucción de los activos. Esta lleva aparejada la creación de residuos alrededor de la Tierra, implica la disminución de órbitas disponibles y la generación de daños a sistemas en uso. La contaminación del entorno por algún tipo de material radioactivo es una de las posibilidades que se contemplarían en este caso. La traslación al ámbito privado de las actividades espaciales significaría una pérdida de control que favorecería actividades ilícitas por parte de actores hostiles.

En una proyección a más largo plazo de este escenario se prevería la traslación de

competencias (entendiéndose éstas como capacidades de diseño, implementación, fabricación e industrialización y conocimientos, a veces denominados know-how) a zonas geográficas remotas, lo cual descapitalizaría el mundo occidental y lo haría vulnerable.

VALORACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS ESCENARIOS CONTEMPLADOS

La estrategia sobre el espacio debe ir encaminada a su uso seguro. No solo por la mera explotación de las capacidades que nos ofrece, sino también por un uso responsable y estable del mismo. Es conveniente incluir también en la estrategia un aspecto de mantenimiento, cuando no fortalecimiento, de la base industrial que proporciona las capacidades que son de tanta importancia.

Para determinar un uso estratégico no solamente es relevante la confrontación entre actores por la explotación del espacio, o por la intención de que los rivales no lo exploten, sino que también es posible que debido a un uso descontrolado del espacio, mediante la generación de residuos, por ejemplo, se acabe impidiendo el acceso a este bien común.

Las comunicaciones con los activos en el espacio, sea en el ámbito militar, sea en el ámbito civil, colocan a lo que denominamos ciberespacio en un punto clave susceptible de ser implicado en un conflicto asimétrico que comprometa las capacidades espaciales. Además el ciberespacio es un dominio que podríamos calificar con “bajas barreras de entrada”, es decir, no son necesarias grandes inversiones para poder actuar sobre él de manera negativa, y, por lo tanto, está al alcance de muchos el situarse al nivel de potencias estatales. En cualquier caso la tendencia hacia el futuro pasa por la necesidad de un uso cada vez más intensivo de los recursos espaciales en materia de órbitas. Las naciones desean independencia en aplicaciones de localización y navegación, los efectos causados por el clima hacen conveniente la observación de la Tierra para, como mínimo prevenir desastres, y también para la monitorización de recursos naturales. Los nuevos desarrollos tecnológicos van orientados a una disminución de tamaño y peso de las plataformas lo cual conlleva una disminución de costes de lanzamiento reduciéndose las barreras de entrada al espacio, que fundamentalmente se hallan en ese parámetro, para naciones con menos recursos, organizaciones de diversa índole (investigación, terroristas, subversivas) y empresas de menor tamaño.

No parece probable que los conflictos por el uso del espacio den lugar a ataques cinéticos que pongan en peligro el espacio útil que todos los actores necesitan preservar para sus propias actividades. La proyección al futuro de los eventos que en materia de destrucción premeditada se produjeron en el pasado no serían más que la demostración de las propias capacidades de actuación dentro de una estrategia de disuasión. Este razonamiento se

sostendría al estar todas las partes implicadas comprometidas con el desarrollo de sus propias constelaciones de satélites y apoyarse en el espacio.

Hay alternativas capaces de coartar el uso del espacio a potencias dominantes que no necesariamente conllevan la destrucción física de sus activos en el espacio, pasando estas desde la inutilización de los componentes electrónicos más sensibles, la creación de interferencias (*jamming*, en inglés) por parte de un tercero que impida un servicio, la denegación premeditada del mismo en momentos claves, hasta la ciberguerra sobre las instalaciones de control de los sistemas en el espacio, habiéndose informado ya de ataques a este sector. Una estrategia válida para cualquiera de los escenarios propuestos tendería a mitigar el perjuicio que ocasionarían estas situaciones. La dedicación de esfuerzos en materia de I+D al desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías de comunicaciones para uso militar, que hacen el empleo de los satélites menos clave. Continúa el desarrollo de UAV y UAS⁷ para temas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR, *Intelligence Surveillance and Reconnaissance*) como sistemas alternativos a los satélites.

*Rosario Fernández García**
Ingeniero Superior de Telecomunicaciones
Universidad de Cantabria

⁷ Vehículos no tripulados

* Las ideas contenidas en los Documentos Marco son responsabilidad de sus autores, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento del IEEE o del Ministerio de Defensa.