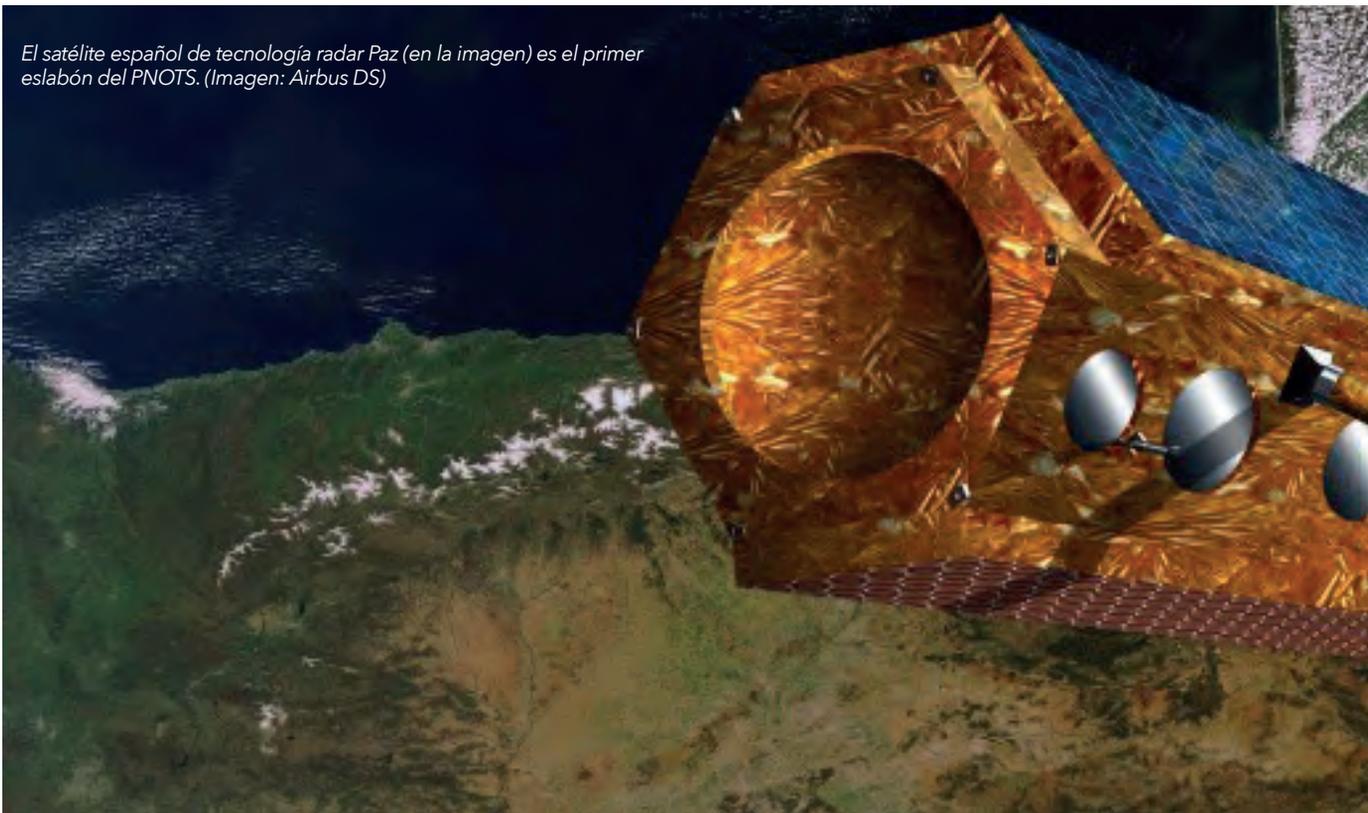


Aspectos básicos e importancia global del espacio ultraterrestre

JUAN A. MOLINER GONZÁLEZ
General (retirado) del Ejército del Aire

JUAN A. PONS ALCOY
Coronel (reserva) del Ejército del Tierra

El satélite español de tecnología radar Paz (en la imagen) es el primer eslabón del PNOTS. (Imagen: Airbus DS)



EL ÁMBITO AEROESPACIAL

Al primer satélite que orbitó la Tierra en 1957 le siguió en 1961 una nave espacial que rodeó nuestro planeta con un ser humano a bordo, hito que concluyó en 1969 cuando la primera pareja de astronautas logró pisar por vez primera la Luna.

Desde entonces, las posibilidades que ofrece el ámbito aeroespacial o a las que ha contribuido a desarrollar no han cesado de incrementarse y algunos de los servi-

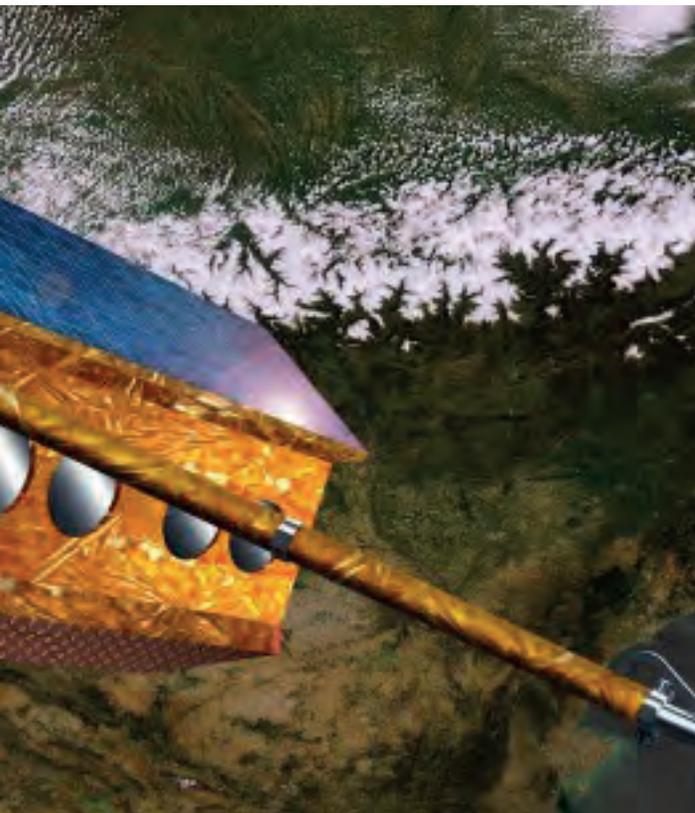
cios, aplicaciones y productos que proporciona forman parte de nuestra vida cotidiana, de nuestra interacción social.

Pero las actividades que tienen el espacio como dominio (ciencia e industria, comunicaciones, servicios de previsión meteorológica, supervisión/gestión de catástrofes naturales, seguridad y defensa, localización y extracción de recursos naturales y energéticos, agricultura y pesca, etc.), con su elevada tecnificación e interco-

nectividad, no están exentas de vulnerabilidades que afectan a nuestra intimidad y que pueden interferir en nuestras vidas y en nuestra propia seguridad.

El sector espacial es diverso en objetivos y finalidades, con múltiples especificidades y dirigido por complejas orientaciones y tendencias geopolíticas que van más allá de las simples fuerzas del mercado. Es un entorno en constante evolución de políticas y regulaciones, con participación en diversos sectores económicos, de los cuales, muchos afectan a servicios públicos esenciales y en el que están implicados actores muy variados, estatales y no estatales.

Dadas las muchas dependencias que tiene el sector aeroespacial es preciso prevenir y contrarrestar las amenazas que le afectan, resultando imprescindible establecer mecanismos de seguridad y defensa en este nuevo



ámbito, al igual que se hace en los escenarios tradicionales terrestre, marítimo y aéreo o en los más recientes dominios de la información, cibernético o cognitivo.

A semejanza de otros países, en España, la propia Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional de 2019, expresa que el ámbito aeroespacial es uno de los elementos vertebradores del Estado, una garantía de progreso y un pilar esencial y sector estratégico de la economía y de la industria nacional.

Tiene un considerable impacto en la sociedad y la economía¹, lo que justifica que sea una inversión pública muy importante. Es significativo señalar el progresivo incremento del valor comercial del espacio sobre los usos militares, advirtiéndose la tendencia de las empresas a arriesgar más en lo comercial que en los usos relacionados con la defensa.

La industria espacial de los países de la Unión Europea (UE) ha ayudado a aumentar su independencia espacial, incrementado su innovación, mejorado relaciones con otros Estados y agencias no pertenecientes a la UE y, en consecuencia, ha incrementado su influencia y competitividad. Dentro de ella, España es uno de los países que más ha desarrollado su tejido industrial aeroespacial y ha mejorado de forma significativa su posicionamiento a nivel europeo.

Es obvio que no existen límites materiales o funcionales entre los espacios aéreo y ultraterrestre², por lo que forman un continuo de los dominios aéreo y espacial. En él existen diferencias físicas y legales, pero hay una continuidad y no barrera que los separe. La ausencia de separación real origina un mayor alcance de los elementos que lo utilizan, acceso sin restricciones a cualquier punto y mayor velocidad y campo de visión, además de comportarse ambos como un único medio de transmisión para el empleo de las señales electromagnéticas. Asimismo, se vuelcan las tecnologías más avanzadas.

En el entorno de seguridad del espacio, los actores implicados proceden de un mayor número de departamentos, tanto estatales como privados, que tienen objetivos e intereses distintos y cuyos procedimientos y criterios de gestión pueden ser o son diferentes. Además, hay que contar con la escasez de recursos disponibles en el medio espacial. Lo costoso que resulta situar en el espacio naves tripuladas o automáticas con tecnologías de vanguardia a bordo, obliga a un uso eficiente de los recursos para evitar al máximo las redundancias innecesarias.

LA IMPORTANCIA GLOBAL DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE

El ámbito aeroespacial interconecta todos los puntos de la Tierra y en él se desarrollan actividades tan fundamentales para las sociedades modernas que resulta difícil concebir la vida actual sin ellas. La interrupción o degradación de su funcionamiento afecta a las normales relaciones entre los países y puede llegar a ser un factor desestabilizador.

Casi todos los sectores sociales hacen un uso extensivo del ámbito espacial, desde la seguridad y la defensa, al ocio y el turismo, por lo que la protección de las infraestructuras y tecnologías espaciales son prioritarias y de gran importancia para la seguridad nacional.

Más de 60 países disponen actualmente de satélites o proyectos espaciales con importantes niveles de inversión.

Se considera que hay unos 4987 satélites en órbita, de los cuales unos 1957 están en funcionamiento. De ellos, un 15 % son de uso militar, un 21 % de empleo civil, un 20 % de uso gubernamental y un 44 % de utilización comercial³. Algunas estimaciones ponen los costes de reemplazo de estos satélites activos en más de 140 000 M\$, con un impacto en la economía mundial varias veces superior, en especial en caso de su pérdida.

Para la Unión Europea, la importancia estratégica y económica de los sectores espaciales se refleja, a modo de ejemplo, en los sistemas globales de navegación por satélite, indicando las estimaciones que el 11 % del PIB de la UE en el futuro dependerá de los sistemas de posicionamiento. Por ello, en el seno de la UE se han desarrollado los programas GALILEO y EGNOS, este último, se trata del sistema de aumento de precisión e integridad de la señal de la constelación de satélites GPS.

Ese espacio tan relevante para las naciones, la sociedad y la industria tiene desde el punto de vista de la seguridad y la defensa unas características notables:

- Está débilmente regulado, resultando difícil dotarle de un marco regulatorio aceptado y ratificado por todas las naciones⁴. Dadas las diferentes regulaciones que sobre el espacio tienen los países, los retos que se presentan para una regulación común del uso del espacio son: Regulación de los vuelos humanos comerciales al espacio; leyes que regulan la colonización de cuerpos celestes (Luna, Marte); «banderas de conveniencia» en la actividad aeroespacial; militarización del espacio que puede violar el tratado de 1967⁵; y las regulaciones sobre basura espacial.

- La creciente facilidad de acceso al espacio introduce más actores (estatales y no estatales) que lo convierten en foco potencial de disputas, desafíos y amenazas, y posible escenario futuro de conflicto, que las naciones deben afrontar individual y colectivamente.

- A todo ello se le debe unir que, como consecuencia de los aproximados 9000 lanzamientos efectuados, se estima que orbitan la Tierra unos 22300 objetos de todo tipo y tamaño, lo que significa unas 8400 toneladas de masa con el riesgo de colisión que ello implica.

Una característica esencial que debe tenerse en cuenta es que el espacio aéreo y el ultraterrestre no son elementos separados. Ello es así por varias razones:

- Físicamente no es posible establecer límites, dada su continuidad natural y la no existencia de barreras naturales.

- Funcionalmente está altamente tecnificado y en el empleo del espectro electromagnético ambos se comportan como un único medio, cuyas capacidades en su desarrollo son completamente dependientes del ciberespacio.

- Desde el punto de vista de la seguridad, cualquier objeto que quiera alcanzar la Tierra desde el espacio ultraterrestre tendrá que transitar después por el espacio aéreo, lo que exige ampliar las funciones de vigi-



lancia, detección, identificación y clasificación; además, el elevado número de agentes y la inmediatez de las amenazas y desafíos aeroespaciales exige unos sistemas de mando y control permanentemente activados, coordinados y con conocimiento de la situación, así como estructuras de decisión en tiempo real.

AMENAZAS QUE SE CIERNEN SOBRE EL ESPACIO

Las amenazas que presenta el espacio ultraterrestre derivadas de su condición de espacio global



La Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional de 2019 expresa que el ámbito aeroespacial es un pilar esencial y un sector estratégico de la economía y de la industria nacional. (Imagen: ESA/P. Carril)

común, de la elevada tecnificación y de gran interconectividad, se pueden agrupar en seis áreas: conflictos armados, proliferación de armas de destrucción masiva, terrorismo, crimen organizado, espionaje y ciber amenazas, otorgándose la condición prioritaria a los dos primeros, por su capacidad destructiva y devastadora.

En cuanto a los desafíos, se conforman en las áreas de emergencias y catástrofes, epidemias y pandemias y contaminación atmosférica y acústica.

Las amenazas contra la seguridad en el espacio provienen de un amplio espectro de actividades, de las que destacan:

- Empleo del instrumento militar del adversario contra elementos críticos de control del Gobierno y contra infraestructuras críticas y no críticas de la nación, incluidos los elementos de defensa aérea (bases aéreas, etc.), a través del empleo de sus medios aéreos y de otro tipo, entre los que podemos mencionar misiles balísticos y de cruce-ro, armamento antisatélite, energía láser y perturbación electromagnética.



- Ciberataques al sector aeroespacial con armas cibernéticas, electrónicas o cinéticas.
- Ataque a infraestructuras críticas del sector aeroespacial en los segmentos terrestre o aeroespacial.
- Espionaje aeroespacial.
- Terrorismo, en todas sus formas.
- Posible uso malintencionado de determinados avances tecnológicos, como pueden ser los drones.
- En el corto y medio plazo, no obstante, la seguridad de los sistemas espaciales estará fundamentalmente sujeta a riesgos debidos al incremento de desechos espaciales y a las radiaciones solares, que pueden provocar la inutilización temporal o permanente de los ingenios en órbita, provocando la paralización de sistemas críticos para la seguridad y defensa o para la economía nacional.

Con varias constelaciones de satélites desplegadas y otras en proceso de despliegue, con un creciente número de muy pequeños satélites o nanosatélites⁶, o similares, lanzados a órbitas bajas terrestres (LEO⁷) para aplicaciones de toda índole, la saturación en estas órbitas puede ser intolerable. Una colisión, incluso accidental, puede suponer una severa amenaza para el resto de los objetos en órbita y dar origen a conflictos internacionales de índole global.

Esta congestión y más que probable conflictividad del espacio ultraterrestre, le convierte en un ámbito de confrontación real entre las naciones, lo que las está llevando a potenciar la observación del espacio mediante un desarrollo progresivo de capacidades de conocimiento de la situación espacial y de vigilancia y seguimiento espacial (SSA/SST).

Contrarrestar esas amenazas exige estar dotado de

diferentes capacidades de detección, identificación, intervención y neutralización óptimas, que permitan una respuesta rápida y eficaz, mediante un sistema de mando y control centralizado que facilite la toma de decisiones que afecten al ámbito aeroespacial. Además, dado que en los dominios aéreo y espacial se encuentra la utilización de la tecnología más avanzada, se requiere una apuesta decidida en las inversiones necesarias para adquirir y utilizar esas capacidades.

Para hacer frente a las amenazas y desafíos antes descritos es preciso reconocer que muchas de ellas se producen fuera de los espacios de soberanía y jurisdicción españoles, por lo que la respuesta se debe seleccionar en función de las responsabilidades nacionales y de los compromisos internacionales contraídos. Respuestas que en nuestro país se han organizado en cinco líneas de acción recogidas en la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional⁸:

- Fomentar una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y departamentos con competencias en el espacio aéreo y ultraterrestre que permita establecer sinergias y abordar soluciones transversales.
- Fortalecer las capacidades de los organismos e instituciones nacionales, tanto públicos como privados, con competencias en estos ámbitos, para hacer frente a las diversas amenazas y desafíos propios del espacio aéreo y ultraterrestre.
- Desarrollar una política integral de ciberseguridad aeroespacial, estableciendo canales específicos de distribución de inteligencia sobre amenazas específicas e incrementando las capacidades del sistema español de seguimiento y vigilancia espacial.
- Impulsar un desarrollo normativo del uso civil del

El mayor o menor grado de superioridad alcanzado en el ciberespacio posibilitará o limitará la ejecución de las operaciones



espacio de aeronaves pilotadas remotamente que garantice el necesario equilibrio entre la seguridad de las personas, instalaciones y demás usuarios del espacio aéreo, y el desarrollo tecnológico y económico de un sector pujante de la economía española.

- Apoyar el papel de España en el ámbito internacional, dentro del marco de compromiso y responsabilidades asumidos en materia de seguridad aérea y ultraterrestre.

Hoy en día existe una ligera separación entre conflicto convencional y acciones asimétricas, entre guerra regular e irregular –guerra híbrida–, entre combatiente y no combatiente. Además, las Fuerzas Armadas (FAS) participan crecientemente en cometidos no solo de defensa nacional sino de seguridad, lo que demanda al EA una mayor cooperación con el resto de las FAS y otros instrumentos del poder del Estado para proporcionar seguridad aérea y espacial.

La eficiencia de la Acción Aeroespacial del Estado está marcada por los principios de unidad de acción, control centralizado y ejecución descentralizada en el marco de un enfoque integral no solamente de aplicación nacional, sino ampliable a la participación de dichos medios bajo el paraguas de organizaciones internacionales y coaliciones.

Mantener la seguridad en el dominio espacial implica asegurar un acceso libre y controlado y un uso pacífico de los recursos del aire-espacio posibilitando el desarrollo de nuestra vida cotidiana y el progreso de la sociedad. Seguridad cuyo límite conceptual con la defensa es cada vez más difuso, debido a la naturaleza incierta de los desafíos y amenazas a la Seguridad del Estado en el entorno aeroespacial. ■

NOTAS

¹Entre los datos económicos más relevantes y referidos a España en 2018 tenemos:

- Facturación industria espacial española: 867 millones de euros, estimándose a nivel global en 325 billones de dólares.
- El empleo en el sector aumentó en un 5,4%.
- Las exportaciones crecieron el 83%.
- Del negocio en I+D+i, el 42% lo fue en el segmento terrestre, el 30% en el de operadores, el 18% en el segmento terrestre y el 9% en lanzadores.

²En relación con el espacio aéreo ultraterrestre es preciso significar que no existe un acuerdo internacional sobre la extensión vertical de la soberanía del espacio aéreo (el límite entre el espacio exterior, fuera de la jurisdicción nacional, y el espacio aéreo nacional), aunque se sugieren rangos que van más allá de los 30 kilómetros. La Federación Aeronáutica Internacional ha establecido la Línea de Kármán, a una altitud de 100 km, como el límite entre la atmósfera y el espacio, mientras que Estados Unidos considera que cualquier persona que vuele por encima de los 50 km se puede considerar astronauta y el máximo de altitud de espacio aéreo clase A se sitúa en nivel de vuelo FL460. En resumen, no hay acuerdo sobre el límite vertical y se tiene constancia de que los transbordadores espaciales estadounidenses han volado sobre el espacio aéreo de Canadá a una altura de 80 km sin pedir ningún tipo de permiso previo.

³Fuente: Índice de objetos lanzados en el espacio Exterior, mantenido por United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA).

⁴Las principales normas internacionales relativas al espacio son las de 1966: Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes; 1967: Acuerdo de Salvamento; 1971: Convención sobre responsabilidad de daños causados por objetos espaciales; 1974: Convenio sobre el registro de objetos lanzados al Espacio Ultraterrestre; 1979: Acuerdo sobre actividades en la Luna y otros cuerpos.

⁵Se suele interpretar el Tratado del Espacio Ultraterrestre de 1967 en el sentido de que permite la militarización de las órbitas terrestres o incluso la utilización de armamento, siempre que no se desplieguen armas de destrucción masiva.

⁶Denominados cubesats con un estándar de diseño de nanosatélites, cuya estructura es escalable en cubos de 10 cm de arista y masa inferior a 1,33 kg.

⁷Low Earth Orbits.

⁸Disponible en: <https://www.ds.gob.es/es/documento/estrategia-seguridad-aeroespacial-nacional-2019>.



La denominada basura espacial está constituida por cientos de miles de desechos de todos los tamaños que orbitan alrededor de la Tierra y pueden provocar accidentes de grandes consecuencias. (Imagen: MIT)