

# El espacio ultraterrestre. Necesidad de una estrategia de defensa

## The outer space. A need of a defence strategysm

José M. Martínez Cortés<sup>1</sup>

Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado,  
UNED (España)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8563-2757>

Recibido: 20-01-2023

Aceptado: 22-01-2023

---

### Resumen

La tecnología espacial y sus productos derivados se han convertido en un elemento fundamental para la vida y para la supervivencia y prosperidad de las sociedades desarrolladas y poseen un peso creciente en aquellas otras que están en vías de desarrollo. Esta dependencia del espacio irá, además, reforzándose progresivamente en los próximos años. Esta realidad, unida a los riesgos y desafíos asociados a fenómenos naturales, accidentes no provocados, o bien, a acciones intencionadas realizadas por otros actores en el espacio, trae como consecuencia la necesidad de protección de nuestras actividades en el espacio para garantizar un acceso continuado; de no hacerlo, el impacto en el normal desarrollo de nuestras vidas y en el planeamiento y conducción de operaciones militares sería muy significativo. En general, las Fuerzas Armadas españolas disponen de un nivel muy aceptable de capacidades espaciales para afrontar los entornos operativos del presente. Sin embargo, el espacio ultraterrestre se encuentra cada vez más congestionado y disputado y, en este contexto, no existe la misma disponibilidad de capacidades necesarias para implementar un control efectivo del espacio que

---

<sup>1</sup> ([jmmartinez@igm.uned.es](mailto:jmmartinez@igm.uned.es)). Desde agosto 2020 es Secretario Adjunto del Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, cargo que ocupa en la actualidad. En el aspecto académico, posee el Diploma de Estado Mayor y el Máster de Estudios Estratégicos, ambos en EEUU, el último como consecuencia de su graduación en el Air War College de la USAF. En 2005 realizó el Curso de General en el CESEDEN y es Doctor en Seguridad Internacional por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Entre sus publicaciones, cabe señalar: (2020a). *La relevancia del poder aeroespacial en escenarios de amenaza híbrida*, *Revista Aeronáutica y Astronáutica* (noviembre); (2020b). *Las fuerzas aéreas y el espacio: un desafío de cooperación internacional*, *Revista Aeronáutica y Astronáutica* (marzo); (2020c). *La relevancia del poder aeroespacial frente a la amenaza híbrida*, *Academia de las Ciencias y las Artes Militares (ACAMI)*; (2021). *Evolución de los conflictos. Empleo del poder aeroespacial ante la amenaza híbrida*, *Global Strategy*. (<https://global-strategy.org/poder-aeroespacial-amenaza-hibrida/>).

permita contrarrestar actividades maliciosas de potenciales adversarios, aspecto en el que resulta imprescindible avanzar.

**Palabras-clave:** Espacio ultraterrestre; Control del Espacio; Capacidades espaciales; Vigilancia espacial; Estrategia de defensa.

## Abstract

Space technology and its derivative products have become a fundamental element for our life and for the survival and prosperity of developed societies and have as well a growing impact in those that are developing. In addition, this dependency on space will become gradually stronger in the coming years. This reality, along with the risks and challenges associated with natural phenomena, unprovoked accidents, or intentional actions carried out by other actors in space, results in the need to protect our activities in space in order to guarantee a continued access; otherwise, we will face a very negative impact on our lives as well as on the planning and execution of military operations. In general, Spanish Armed Forces enjoy a very acceptable level of space capabilities to deal with today's operating environments. However, in the context of an increasingly congested and contested outer space they have not the same availability of capabilities needed to implement an effective space control to counter malicious activities of potential adversaries, area in which it is essential to move forward.

**Keywords:** Outer space; Space control; Space capabilities; Space surveillance; Defense strategy.

## El espacio ultraterrestre y necesidad de protección

En los últimos años se ha producido un incremento significativo en la utilización, tanto civil como militar, de capacidades vinculadas al espacio, convirtiendo a esa parte de la tercera dimensión en un entorno congestionado, disputado y competitivo. La tecnología espacial y sus productos derivados se han convertido en un elemento fundamental para la vida y para la prosperidad y supervivencia de las sociedades desarrolladas y poseen un peso creciente en aquellas otras que están en vías de desarrollo.

Las tecnologías satelitales llevan décadas cubriendo nuestras necesidades y continúan penetrando en los sectores más diversos; las comunicaciones, el posicionamiento y la navegación de sistemas, la meteorología, la sincronización de redes de agentes financieros, la distribución de energía eléctrica y la búsqueda y explotación de recursos naturales son sólo algunas de las aplicaciones que basan su funcionamiento en la tecnología espacial. Además, el espacio se ha

convertido en un elemento inevitable para la evaluación y predicción del entorno medioambiental, ayudando a controlar la sequía y la recolección de cosechas, y para el buen funcionamiento de la economía globalizada, permitiendo el rápido y seguro intercambio de información en tiempo casi real. Nuestra dependencia<sup>2</sup> es tal que, en la actualidad, su carencia podría afectar gravemente a la economía y al bienestar del mundo desarrollado.

- Necesidad de monitorizar el cambio climático y sus efectos.
- Incremento de la demanda de servicios de comunicaciones en banda ancha por el crecimiento demográfico.
- Acercamiento al espacio a un número creciente de nuevos actores, gubernamentales y privados, para gran variedad de usos, algunos potencialmente ilícitos o peligrosos, en base a un acceso generalizado a la tecnología, y en un contexto normativo poco desarrollado.
- Impulso de la demanda de aplicaciones espaciales: internet de las cosas (con casi 100 billardos de dispositivos interconectados hacia 2040); la logística autónoma (con vehículos no tripulados y drones), o la demanda de movilidad entre las futuras mega urbes, permitido por el desarrollo de nuevas tecnologías, espaciales o no.
- Abaratamiento del desarrollo, producción y explotación de los sistemas espaciales, destacando, la reducción de tamaño, masa y consumo de sistemas y sensores; desarrollo de nuevos materiales; avances en producción y almacenamiento de energía; tecnologías de producción aditiva (impresión 3D y 4D); y avances en las tecnologías de soporte a la vida humana en el espacio, en inteligencia artificial y en robótica (aumentando las capacidades humanas en dicho medio).
- Competencia por la hegemonía espacial entre las grandes potencias que, además de espolear el desarrollo tecnológico, podría generar conflictos por los derechos sobre territorios explorados en el espacio, la explotación de recursos extraterrestres o por el uso y ocupación de zonas de la órbita terrestre, o que puedan dominar la misma.
- Afluencia de gran cantidad de capital privado al sector espacial, conocido como "New Space", que aumentará progresivamente afectando a las reglas de juego.

Fuente: Panorama de Tendencias Generales 2040 (2ª edición) MINISDEF

Así mismo, las tendencias del sector (que se detallan en el cuadro de arriba) hacen prever que esta dependencia irá progresivamente reforzándose en los próximos años, hasta llegar un momento en que el espacio constituya un factor determinante para la vida en nuestro planeta, e incluso más allá. Este incremento genera una dependencia creciente de este medio y, consecuentemente, la necesidad de garantizar un acceso continuado al mismo, ya que, de no hacerlo, el impacto en el normal desarrollo de nuestras actividades cotidianas y en el planeamiento y conducción de operaciones militares sería muy significativo.

Sin embargo, el espacio ultraterrestre debe contemplarse en un contexto general; tal como establece la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional de 2019, el espacio aéreo y el espacio ultraterrestre no son elementos separados ni desde el punto de vista físico, ni funcional<sup>3</sup>. De esta manera, el espacio

<sup>2</sup> Diariamente, se utilizan con mucha frecuencia servicios satelitales sin saberlo. Ejemplos como la solicitud de una VTC, la retirada de efectivo en el extranjero, las comunicaciones cuando nos encontramos lejos demuestran nuestra total dependencia a diario de estos servicios.

<sup>3</sup> Según establece la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional de 2019, desde el punto de vista físico, no es posible establecer límites entre ellos claramente definidos, pues presentan una clara continuidad física y no hay un punto evidente donde acaba uno y empieza otro, al no existir barreras naturales que los delimiten. Según la Agencia Espacial Europea, la línea de Kármán es el límite, generalmente aceptado, entre la atmósfera y el espacio exterior, definición también aceptada por la

aéreo y ultraterrestre, concebido, además, como un “ámbito de especial interés de la seguridad nacional” (según la Ley de Seguridad Nacional 36/2015), se configura como un espacio unificado y continuo, sometido a amenazas y desafíos comunes y con una interdependencia funcional absoluta. Por tanto, desde el punto de vista físico y de seguridad, hemos de hablar de la continuidad entre el aire y el espacio, lo que es lo mismo, la continuidad de la tercera dimensión.

En lo que respecta a la capacidad estratégica inherente a la posesión de sistemas satelitales, por parte de las naciones, el inicio de la era espacial, marcada por el predominio de un pequeño número de agencias espaciales organizadas por Estados y los aspectos estratégico-nucleares de las capacidades espaciales militares, ha dado paso a una nueva era espacial definida por el inicio y madurez de nuevos poderes espaciales, empresas espaciales privadas con mejora de la integración de la tecnología espacial y una integración total de la infraestructura espacial pública y privada en operaciones militares. Cada vez es más evidente que el poder espacial se ha convertido en una herramienta indispensable, de carácter estratégico, para los Estados modernos y desarrollados del siglo XXI.

Sin embargo, esta creciente actividad espacial, por parte de muchos actores, viene acompañada de un inevitable aumento de los riesgos, tales como la colisión entre objetos en órbita, la proliferación de basura espacial, la posibilidad de denegación de servicios por medios artificiales, e incluso el desvío intencionado de órbita por medio de ingenios cinéticos. Todo ello genera la necesidad de desarrollar e implementar sistemas que permitan la vigilancia, el seguimiento y el control de la actividad espacial, especialmente en las órbitas más pobladas. Podemos, por tanto, afirmar que nuestra gran dependencia del espacio conlleva inherentemente una necesidad de protección en el espacio.

---

Federación Aeronáutica Internacional. Su altura fue estimada en unos 100 km sobre el nivel del mar (por referencia, se emplean 122 kms), altura a la que la densidad de la atmósfera se vuelve tan baja que la velocidad de una aeronave para conseguir sustentación aerodinámica mediante alas y hélices tendría que ser equiparable a la velocidad orbital para esa misma altura. Por ello, alcanzada esa altura, las alas ya no serían válidas para mantener la aeronave; por tanto, hasta la línea Kármán la ley aplicable es la aerodinámica y, a partir de ella, en el espacio exterior (ultraterrestre) es la inercia la ley a aplicar.

Así mismo, desde el punto de vista de la seguridad, dado que todo objeto que pueda alcanzar la superficie de la Tierra, proveniente del espacio ultraterrestre y que pueda constituir una amenaza o un desafío, ineludiblemente tiene que transitar por la «franja intermedia» y por el espacio aéreo, lo que hace necesario extender las funciones de vigilancia, detección, identificación y clasificación de dichos objetos para decidir la respuesta adecuada, quedando ambos plenamente vinculados.

## **Espacio ultraterrestre. Elemento indispensable para la Seguridad Nacional**

Desde un punto de vista estratégico, la posesión de sistemas satelitales, por parte de actores estatales, permite disfrutar de una autonomía estratégica para la toma de decisiones, de carácter unilateral, en defensa de la propia soberanía. Este aspecto tiene una relación directa con la seguridad y la defensa, puesto que la información obtenida a través de medios espaciales constituye un pilar de la autonomía estratégica nacional y los medios empleados, una herramienta insustituible de la política de seguridad y defensa de las naciones desarrolladas.

Y ello es así porque, además de constituir un apoyo fundamental en nuestras vidas, los sistemas satelitales se han convertido en elementos indispensables para el planeamiento y conducción de operaciones militares<sup>4</sup>. La dependencia llega al punto de que no sólo no se concibe la participación en operaciones aliadas, o en coalición, de elementos sin esta capacidad, sino que tampoco se concibe su operación de forma aislada o unilateral. Simplemente, los sistemas modernos no poseen la resiliencia de funcionamiento sin el apoyo de estos servicios satelitales, dependencia que los hace plenamente vulnerables a este apoyo. Además, el espacio ya no solo apoya las operaciones militares, se ha convertido en un nuevo dominio operativo, - en el caso de España, integrándose en el dominio aeroespacial<sup>5</sup> -, dentro del contexto de los dominios físicos del espacio de batalla.

Esta elevada y creciente dependencia del entorno espacial, también en relación a las operaciones militares, reafirma la importancia de proteger ambos, entorno y capacidades satelitales propias, necesidad que debe constituir una alta prioridad nacional. Sin embargo, aun manteniendo el respeto por los Tratados Internacionales, no podemos quedarnos en la mera protección y hemos de ir más allá; además de ser un magnífico facilitador, el entorno espacial es, a su vez, inherentemente frágil. Hemos de ser capaces, en cierta medida, de “alcanzar y mantener un control de las actividades desarrolladas en el espacio”. En este sentido, con el fin de poder acometer un análisis sobre las capacidades necesarias en este entorno de actuación, hemos de abordar primeramente los mayores riesgos y desafíos vinculados con el espacio ultraterrestre.

---

<sup>4</sup> Según el documento de doctrina aeroespacial *NATO Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations* (AJP-3.3. Edition B Version 1, April 2016) y la Doctrina Aeroespacial Básica (IG-00-1, 2ª revisión, 2020), el apoyo del espacio a las operaciones y actividades militares cubre áreas tan diversas como comunicaciones, inteligencia, selección de objetivos, posicionamiento y navegación, sincronización, meteorología y cartografía.

<sup>5</sup> Tal como establece la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional (2019), el espacio aéreo y el espacio ultraterrestre no son elementos separados ni desde el punto de vista físico, ni funcional.

## Riesgos y desafíos de operar en el entorno espacial

La fragilidad del espacio es consecuencia directa de la utilización de alta tecnología en los sistemas satelitales. El empleo de satélites es susceptible de riesgos que pueden estar asociados a tres causas: fenómenos naturales, accidentes no provocados, o bien, acciones intencionadas realizadas por otros actores en el espacio. Entre los riesgos principales, asociados al empleo de los medios satelitales, que son producidos por causas naturales, o por accidentes no provocados, se resaltan:

- Fenómenos naturales. El entorno natural terrestre y espacial pueden ejercer un impacto en los sistemas satelitales y en sus servicios. En el primer caso, los fenómenos atmosféricos (entre otros, la meteorología, las erupciones volcánicas y el cambio climático) pueden afectar significativamente durante la fase de lanzamiento. Así mismo, la meteorología en el espacio puede incluir impactos de meteoros en los satélites e interferencias electromagnéticas solares o ionosféricas en radares de vigilancia espacial, radares de alerta de misiles o en enlaces de comunicaciones. Estos fenómenos son puramente físicos y, aunque no son evitables, pueden ser predecibles y detectables con una tasa razonable de éxito.
- Colisión con objetos espaciales artificiales. El riesgo de colisión con la basura espacial<sup>6</sup> constituye una preocupación grave y creciente, principalmente, el producido por objetos mayores de 1 cm que pueden causar grandes daños e incluso destruir naves espaciales. En este sentido, a pesar de que la búsqueda y catalogación de los restos de basura espacial se ha convertido en una necesidad para todos los países y agencias espaciales, resulta necesario aplicar medidas acordadas a nivel internacional por el aumento del número de objetos que constituyen basura espacial y los riesgos asociados a ella. Entre las posibles medidas a aplicar estarían mover fuera de la órbita los satélites geoestacionarios GEO al final de la vida útil, o hacer descender a los satélites en órbitas bajas (LEO) para su destrucción en la atmósfera. Además, debido al abaratamiento del acceso al espacio, - y la consecuente entrada de nuevos países y actores no estatales en la carrera espacial<sup>7</sup>-, este problema se agrava

---

<sup>6</sup> La Agencia Espacial Europea (ESA) estima que existen un millón de objetos de más de un centímetro sin utilidad orbitando alrededor de la Tierra; de ellos, 36.500 superan los 10 cms. Este hecho, según la ONU, pone en peligro futuras misiones e, incluso, las comunicaciones terrestres.

([https://www.esa.int/Safety\\_Security/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers)), visita 28.01.22

<sup>7</sup> El incremento de las tecnologías y su abaratamiento están haciendo posible el acceso de un mayor número de actores a las capacidades espaciales.

con el también creciente número de lanzamientos de objetos al espacio, las denominadas *mega constelaciones* de pequeños satélites y pequeños lanzadores.

- Interferencias de radiofrecuencia. En 2017 existían casi 10.000 transpondedores en órbita, lo que convierte en crítica la gestión del espectro de frecuencias en el espacio.
- Fallos de hardware y software. Estos problemas pueden impedir la puesta en órbita de satélites y cargas. Aparte de impredecibles, son difíciles de corregir.

Así mismo, existen otros riesgos y amenazas derivados del empleo intencionado de medidas y efectos no naturales (electromagnéticos o físicos) producidos por otros actores en el espacio<sup>8</sup>, que variando, en forma e intensidad, pueden enmarcarse en dos grupos:

Acciones no-físicas que producen efectos reversibles. En este apartado se encuentra el empleo de la guerra electrónica para afectar a los sistemas satelitales, incluyendo el uso de técnicas de interferencia (*jamming*) y engaño (*spoofing*) para controlar el espectro electromagnético. Las acciones de interferencia<sup>9</sup> pueden ser difíciles de atribuir y de distinguir de una interferencia no intencionada, y pueden dirigirse hacia el satélite o hacia los usuarios terrestres. Por su parte, el *spoofing* pretende engañar al receptor introduciendo una señal falsa con información errónea.

Así mismo, se incluyen las amenazas procedentes del empleo del ciberespacio que, además de impregnar todos los demás dominios operativos, incluido el espacio, posee una dependencia, en doble sentido, con muchas operaciones espaciales. Con un conocimiento sofisticado del mando y control de los satélites y de las redes de distribución de datos pueden utilizarse capacidades ofensivas en el ciberespacio para producir efectos contra los sistemas espaciales, su infraestructura terrestre asociada, los usuarios y los enlaces que conectan todos los componentes. Esta preocupante amenaza y sus repercusiones, aunque están siendo muy publicitadas, necesitan ser completamente entendidas.

Acciones físicas que producen efectos irreversibles con un posible impacto significativo y adverso de carácter perdurable. En este caso, las

---

<sup>8</sup> En línea con lo establecido en la *NATO's overarching Space Policy, NATO HQ* (2022) y en *Challenges to security in space, Defense Intelligence Agency, EEUU* (2019).

<sup>9</sup> Según *Challenges to security in space, Defense Intelligence Agency, EE. UU.* (2019), la interferencia del enlace tierra-satélite puede ser ascendente, cuando es dirigido hacia el satélite (perjudicando, así, los servicios para todos los usuarios en el área de recepción del satélite), o descendente, cuando el efecto está dirigido a usuarios terrestres (como, por ejemplo, a una unidad de fuerzas terrestres que utiliza la navegación por satélite para determinar su ubicación). En este contexto, es importante resaltar que, en la actualidad, la tecnología para interrumpir o degradar el GPS está disponible a un coste relativamente bajo.

acciones, dirigidas contra los satélites o contra el segmento terrestre, no se apoyan en el espectro electromagnético ni en el ciberespacio. Distinguimos aquí dos tipos de acciones amenaza: las procedentes de sistemas de energía dirigida o de sistemas con carga destructiva; las primeras, se suelen calificar en inglés como *non-kinetic* y las segundas, como *kinetic*.

Los sistemas de energía dirigida o DEW (del inglés, *Directed Energy Weapons*) emplean la energía dirigida para interrumpir, dañar o destruir, temporal o permanentemente, equipos e instalaciones del satélite o segmento terrestre del adversario. En este grupo se incluirían los láseres, microondas de alta potencia y otros tipos de armas de radiofrecuencia. Dependiendo del sistema empleado, el origen de un ataque de este tipo puede resultar difícil de atribuir.

Por otra parte, las actividades ofensivas también pueden provenir de sistemas portadores de carga destructiva, como los misiles antisatélite (ASAT, del inglés *antisatellite*). Diseñados para destruir satélites sin poner en órbita el sistema de armas ni ninguno de sus componentes, generalmente, estos sistemas consisten en un medio de lanzamiento (fijo o móvil, incluyendo aeronaves), un misil y una carga destructora y pueden crear gran cantidad de desechos espaciales. Liberada del sistema lanzador, la carga destructiva utiliza un buscador a bordo para interceptar el satélite objetivo. Los ataques con misiles ASAT basados en tierra son más fáciles de atribuir que otras armas.

Además de las contempladas, las amenazas pueden proceder igualmente de otros satélites, produciendo efectos de forma temporal o permanente. Los satélites adecuados para ello pueden incluir, entre otros, cargas destructivas, perturbadores de radiofrecuencia, láseres, microondas de alta potencia o mecanismos robotizados. Sin embargo, debe resaltarse que algunos empleos de este tipo tienen carácter pacífico, como, por ejemplo, la tecnología robótica empleada para mantenimiento y reparación de satélites y eliminación de escombros.

En base a la previsibilidad de las órbitas satelitales, los párrafos anteriores dejan evidencia de que los sistemas espaciales son vulnerables a muy diversas amenazas, ya sea a través del ciberespacio, el espectro electromagnético o de acciones que producen efectos irreversibles, vulnerabilidades que, a medida que aumente el acceso a estas tecnologías y a los medios satelitales, pueden incrementar la tensión en esta parte del dominio aeroespacial. Según establece la *NATO's overarching Space Policy*, *NATO HQ* (2022), en particular, los adversarios potenciales [de la Alianza] persiguen el desarrollo de una amplia gama de capacidades, desde las no-físicas (como el deslumbramiento, cegamiento e interferencia de sistemas espaciales) hasta sistemas destructivos

(como misiles antisatélite de ascenso directo, sistemas antisatélite en órbita y capacidades láser y electromagnéticas).

Por sus efectos e implicaciones, estos riesgos y amenazas deben tenerse muy presente en el planeamiento y ejecución de operaciones militares, aspecto no muy tenido en cuenta hasta ahora. Sin embargo, esa situación está cambiando de forma exponencial; los países líderes en capacidades espaciales y la OTAN ya empiezan a considerar que, en caso de conflicto con un adversario de entidad, una de sus acciones iniciales será limitar, en la mayor medida posible, el acceso a capacidades espaciales propias o aliadas. Debido al carácter transversal del espacio, cualquier injerencia tendría graves consecuencias, pues podría afectar no sólo a las capacidades propias del entorno espacial, sino al resto de dominios utilizados por las Fuerzas Armadas. La Alianza Atlántica, en línea con la creciente relevancia de este entorno en la seguridad, ha tomado dos iniciativas importantes: la elaboración de la mencionada *NATO's overarching Space Policy*<sup>10</sup> y la creación de un *NATO Space Center*<sup>11</sup>, dejando claro que, como organización, no puede mantenerse al margen de este problema.

## **Capacidades espaciales disponibles y necesarias**

En lo que respecta a las capacidades espaciales que, como nación, necesitamos para la protección del entorno espacial y para asegurar el acceso al mismo, abordamos su análisis revisando, primeramente, cuáles son las actividades que deben implementarse a este respecto. Con posterioridad, trataremos las capacidades espaciales disponibles en la actualidad y, por último, resaltaremos aquellas capacidades no disponibles que, por ser necesarias, conviene ir obteniendo de forma progresiva.

### **Actividades a desarrollar en el espacio**

Para comprender cómo se integran las diferentes actividades espaciales necesarias, desde un punto de vista operativo, hemos de recordar primeramente los diferentes cometidos que las capacidades espaciales, como parte del poder aeroespacial<sup>12</sup>, realizan para la Seguridad Nacional. De los cuatro cometidos

---

<sup>10</sup> Como continuación a la adopción de la “*NATO's overarching Space Policy*”, en junio de 2019 (en la reunión de Ministros de Defensa), una versión abierta de la misma ha sido publicada el 17 de enero de 2022.

<sup>11</sup> Los ministros de Defensa aliados aprobaron en reunión del 22 de octubre de 2020 la creación del Centro Espacial OTAN en la base aérea de *Ramstein* (Alemania), donde se encuentra ubicado el Cuartel General del Mando Aéreo aliado. Este nuevo centro será el punto focal para el apoyo espacial a las operaciones de la OTAN, compartiendo información y asegurando la coordinación.

<sup>12</sup> Según la Doctrina Aeroespacial Básica, IG-00-1, 2ª revisión, Ejército del Aire (2020), el poder aeroespacial se define como el conjunto de capacidades susceptibles de ser empleadas en el dominio

considerados tradicionalmente como fundamentales<sup>13</sup> del poder aeroespacial, –control del aire-espacio, ataque, movilidad aérea e ISR–, las capacidades espaciales participan de una manera decisiva en dos de ellos, en el control del espacio (como parte del control del aire-espacio) y en el cometido ISR. Además de estos cometidos fundamentales, el espacio constituye un apoyo trascendental a las operaciones militares, mediante los servicios obtenidos a través de sistemas satelitales.

El control del espacio ultraterrestre tiene por objeto alcanzar y mantener un grado suficiente de libertad de acción en dicho subdominio, incluyendo actividades ofensivas y defensivas; el ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento) persigue desarrollar y mantener el nivel requerido de conocimiento de la situación; y, por último, el apoyo desde el espacio a las operaciones militares se basa en la explotación de productos y servicios, suministrados a través de satélites, que maximizan la efectividad de las operaciones militares. Obviamente, la puesta en práctica de estos cometidos del poder aeroespacial en el entorno del espacio ultraterrestre está ligada con las actividades que las capacidades espaciales realizan, cada vez con mayor protagonismo, y que se enmarcan en las siguientes áreas funcionales:

a) El conocimiento de la situación espacial (en inglés, *Space situational awareness*, SSA) incluye todas las actividades encaminadas a disponer y mantener información precisa y oportuna sobre el entorno espacial (relativa a capacidades, disponibilidad, limitaciones, condiciones ambientales, etc.) y, particularmente, en lo referido a riesgos para los sistemas satelitales y efectos para la conducción de operaciones militares, todo ello con el fin de proporcionar indicaciones y alertas sobre intenciones del adversario (incluyendo el lanzamiento de misiles desde su territorio).

Esta área cubre, a su vez, tres pilares: *Space Weather* (SW), cuyo objeto es observar y predecir la actividad solar que puede afectar a los sistemas en órbita y a las infraestructuras terrestres; la detección de los objetos cercanos a la Tierra, NEO (*Near-Earth Objects*), cuya finalidad consiste en detectar y seguir objetos naturales, principalmente asteroides, que puedan dañar o eliminar satélites, incluso impactar contra la Tierra; y la vigilancia y seguimiento espacial, SST (*Space Surveillance and Tracking*), cuyo objeto consiste en detectar y catalogar los satélites activos e inactivos y todo tipo de basura espacial que orbita alrededor de la Tierra para evitar colisiones que afecten a sistemas en servicio.

---

aeroespacial tanto para producir efectos en los niveles estratégico, operacional o táctico en el ámbito militar como para contribuir a la acción del Estado en el ámbito civil.

<sup>13</sup> En línea con la doctrina aeroespacial OTAN *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*, AJP-3.3 Edition B Version 1, April (2016) y la Doctrina Aeroespacial Básica (IG-00-1, 2ª revisión, Ejército del Aire (2020).

La finalidad última de la actividad SSA es disponer de un conocimiento de la situación espacial que nos permita garantizar el control del espacio de forma continuada, mediante acciones ofensivas y defensivas, lo que nos lleva a la siguiente área de actividad.

b) El control del espacio consiste en el empleo de capacidades para asegurar el acceso y para alcanzar y mantener un grado suficiente de libertad de acción en el espacio. Aunque, por el momento, la naturaleza del subdominio espacial es tal que un control total no es viable por parte de ningún actor (Martínez, 2020), el control del espacio puede incluir actividades de control del espacio ofensivas y defensivas; en ambos casos, han de estar basadas en un robusto conocimiento de la situación espacial (SSA).

Mientras el control espacial defensivo engloba las actividades pasivas y activas dirigidas a evitar, neutralizar o degradar los ataques de las capacidades espaciales del adversario contra operaciones propias en todos los dominios, así como proteger y preservar las capacidades espaciales propias, el control espacial ofensivo se refiere a las actividades encaminadas a negar, degradar, interrumpir, destruir o engañar las capacidades espaciales de un adversario o el apoyo espacial proporcionado por un tercero en favor de éste, y comprenden desde ataques letales a los segmentos terrestres hasta ataques electrónicos contra las frecuencias del enlace satelital.

c) La contribución al conocimiento de la situación del espacio de batalla (en inglés, *Situational Awareness*, SA) consiste en el conocimiento de los elementos del espacio de batalla necesarios para realizar decisiones bien informadas. Estas actividades, relativas al cometido ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento), tienen por objeto desarrollar y mantener el nivel requerido de conocimiento de la situación, proporcionando información e inteligencia sobre la localización, disposición e intenciones del adversario a quienes toman decisiones o las ejecutan, mediante medios espaciales. La aportación, a este respecto, de las capacidades espaciales al conocimiento de la situación es extraordinaria, puesto que algunos sistemas espaciales transmiten, en tiempo real, imágenes electroópticas y radáricas de enorme utilidad para la toma de decisiones y la conducción de operaciones, en virtud de su permanencia, ubicuidad, capacidad y variedad de sensores, altura, alcance y precisión.

d) El apoyo a las operaciones, a través del espacio, comprende el conjunto de actividades que permite y mejora la efectividad de otras capacidades militares y no-militares y, por tanto, de las operaciones militares en todos los dominios, mediante la explotación de productos y servicios basados en el espacio (principalmente, servicios de posicionamiento,

navegación y *timing*, PNT; Comunicaciones, SATCOM; adquisición electrónica de señales; observación meteo/medioambiental, y cartografía). Esta área de actividad incluye igualmente aquellas actividades operativas y logísticas para la gestión de las redes de satélites y su infraestructura.

e) Además, existe otro grupo adicional de actividades encaminadas al apoyo de las propias actividades en el espacio. En él se incluyen las operaciones de lanzamiento y el apoyo a los sistemas espaciales, en cualquiera de los tres segmentos: terrestre, satelital o comunicaciones de enlace.

Este conjunto de actividades establece el marco de las capacidades espaciales necesarias para ponerlas en práctica, permitiendo así un empleo eficaz del espacio ultraterrestre. Sin embargo, para proceder al análisis de las capacidades aún no disponibles y necesarias para hacer frente a los riesgos y amenazas a la Seguridad Nacional, resulta imprescindible una revisión de aquellas de las que dispone el Gobierno de la nación, desconocidas para muchos.

## Capacidades espaciales disponibles en el ámbito de la Defensa

### *El espacio en el ámbito de la defensa*

Los inicios de las capacidades espaciales en el ámbito de la defensa están ligados a los conflictos en que España participó a finales del siglo pasado y primeros de este y las crisis migratorias, en las que se vio envuelta. Estos demostraban que la utilización de los medios espaciales en apoyo de operaciones militares había pasado de ser una capacidad deseable a ser una capacidad necesaria. España entraba a formar parte del grupo de países europeos usuarios de medios espaciales para misiones ISTAR (*Intelligence, Surveillance, Targeting and Reconnaissance*) en 1988, cuando decidió cooperar con Francia e Italia para desarrollar y explotar el Sistema HELIOS I de observación en el espectro óptico para días claros (Lázaro y Romero, “*Programa Helios*”, 2007). Aunque continuó en dicho grupo con HELIOS II (espectro visible e IR), una de las aspiraciones operativas de las FAS era disponer de un satélite propio de observación terrestre para disfrutar de la autonomía que evitara depender de las capacidades de otros países u organismos aliados.

En lo referente a los documentos nacionales de carácter estratégico en el ámbito de la defensa, en los últimos años, se ha apreciado un incremento en referencias y nivel de concreción sobre el empleo del espacio, en beneficio de la seguridad y la defensa. En la Directiva de Defensa Nacional (2020) y antecesoras se han ido mencionando aspectos relativos a la necesidad de un

acceso libre al espacio para asegurar la libertad de acción. Sin embargo, fue en la Estrategia de Seguridad Nacional de 2017 (actualizada en 2021) donde, retomando la cuestión espacial ya tratada en la edición de 2013, se destaca el espacio como un espacio común (*global common*), susceptible de sufrir conflictos o confrontaciones, precisando de un adecuado nivel de protección ante posibles amenazas.

Tras el desarrollo de la esperada Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional de 2019, que resalta la importancia de la seguridad aeroespacial y la continuidad entre el espacio aéreo y el espacio ultraterrestre, la última referencia a destacar a nivel estratégico, la Estrategia de Seguridad Nacional 2021 (ESN-2021), resalta que los riesgos y amenazas se conciben de una manera dinámica, subrayando lo importante que resulta contar con las capacidades necesarias para responder a una amalgama de riesgos y amenazas, en lugar de prepararse solamente para una posible repetición de una crisis similar a la ya experimentada. Así mismo, en línea con la continuidad del aire-espacio, la nueva ESN-2021 incluye la vulnerabilidad aeroespacial entre los riesgos y amenazas.

En lo que respecta a las dos organizaciones multinacionales a las que España pertenece, la Alianza Atlántica ha venido prestando, en los últimos años, especial atención a esta parte del entorno operativo y a la necesidad de mantener las capacidades esenciales para el desarrollo de la misión en los ámbitos de la navegación, la observación y, muy en especial, el de las comunicaciones por satélite (SATCOM). Fruto de ello, la OTAN aprobó en 2019 la consideración del espacio como un nuevo dominio operativo. Por su parte, en junio de 2016, la Unión Europea presentó la Estrategia Global de Seguridad, en la que se vinculan la política espacial y la autonomía estratégica de la UE y que dio pie a la Estrategia Espacial para Europa, elaborada en 2016 en colaboración con la Agencia Europea de la Defensa (EDA). Asimismo, en 2021, adoptaba el Programa Espacial de la Unión para el marco financiero plurianual 2021-2027, creando, a su vez, la Agencia de la Unión Europea para el Programa Espacial que sustituía y sucedía a la Agencia del Sistema Global de Navegación por Satélite Europeo GNSS (del inglés, *Global Navigation Satellite System*). En general, desde 2015, se ha podido apreciar un notable incremento de interés en la UE en los proyectos que vinculan la seguridad y la defensa con el uso del espacio (García, 2018).

No puede olvidarse una referencia al crecimiento industrial y tecnológico. Este sector lleva, con respecto a décadas anteriores, varios años afrontando un cambio de modelo tecnológico y de negocio, con nuevas corrientes en el ámbito de los lanzadores y nuevas plataformas de menor tamaño. Nuevos lanzadores con mayor capacidad de acceso al espacio y ciclos más cortos de producción y coste menor, y satélites de menor tamaño, miniaturización, etc., corriente

que convivirá con las grandes plataformas actuales. La industria española se encuentra, a este respecto, en muy buena posición<sup>14</sup> con una capacidad sobresaliente, en general, dentro del entorno europeo.

Por último, en lo que respecta al planeamiento de capacidades espaciales en el ámbito de la defensa, éstas constituyen un elemento clave, tanto desde el punto de vista industrial y tecnológico como de la política de seguridad y defensa, convirtiendo éste en un sector estratégico a nivel nacional. Aunque la base para obtener capacidades espaciales es el ciclo estándar de planeamiento de la defensa, para los sistemas espaciales de la defensa se procedió, además, a elaborar en 2015 el Plan Director de Sistemas Espaciales para la Defensa<sup>15</sup>. Este plan ha permitido orientar a la industria del sector en las capacidades más necesarias en el ámbito de la defensa, sincronizar esfuerzos y enmarcar las actuaciones de planeamiento de recursos y capacidades espaciales.

### *Capacidades espaciales disponibles y su evolución*

Como ya se ha mencionado, la creciente actividad espacial, por parte de muchos, ha traído consigo un aumento de riesgos que genera la necesidad de desarrollar sistemas que permitan la vigilancia, el seguimiento y el control de la actividad espacial, especialmente en las órbitas más pobladas. Así mismo, la limitada atención que hasta ahora se había prestado a la capacidad de un potencial adversario de limitar o negar nuestro acceso a capacidades espaciales, en el transcurso de hipotético conflicto, está evolucionando a un ritmo creciente debido al incremento en el acceso a las altas tecnologías, y por parte de un mayor número de actores en el espacio. Y es precisamente ahí donde, a nivel nacional, se ha venido avanzando más en los últimos años, en la capacidad de vigilancia espacial, capacidad que trataremos más adelante por ser la última que se ha incorporado a nuestras FAS.

Además de esta capacidad de vigilancia espacial, es obvio que las FAS disfrutaban de una completa capacidad militar basada en sistemas satelitales, tanto en el ámbito de las comunicaciones como en el de la observación y el del posicionamiento, navegación y *timing PNT* (GPS), ya sea por medios de otros países, organizaciones o meramente nacionales.

<sup>14</sup> La industria espacial española ocupa el quinto puesto en el ranking europeo de capacidades de defensa. Según García, Juan (2018), posee capacidades para liderar cargas útiles, tanto de observación como de telecomunicaciones, así como desarrollos completos en el segmento de usuario; aportar gran valor añadido, desarrollando tecnologías e integrando sistemas complejos; garantizar la soberanía e independencia tecnológica en áreas estratégicas para la defensa; desarrollar segmentos terrenos de seguimiento y control de satélites; y desarrollar sensores para la vigilancia espacial y centros de operación de los mismos.

<sup>15</sup> Este Plan ha venido complementado con la Estrategia Industrial de la Defensa (2015) y la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID), actualizada en 2020, que han jugado y juegan un papel fundamental en dicha función orientadora al incluir, sobre todo en este último documento, las tecnologías de interés para el sector espacial de la defensa.

## a) Comunicaciones por satélite

En lo referente a las comunicaciones por satélite, el Ministerio de Defensa español obtiene servicios mediante contratos marco con operadores nacionales y acuerdos de colaboración en programas internacionales. Las primeras antenas de comunicaciones que España puso en órbita (concretamente en la órbita geoespacial a 36.000 km) fueron instaladas sobre satélites de la serie *Hispasat* y *Amazonas* entre 1992 y 2004, siendo el MINISDEF, junto a operadores civiles, el encargado de operar y mantener el segmento terrestre de usuario<sup>16</sup>. Posteriormente, los satélites *XTAR-EUR* (resultado de una cooperación bilateral con USA, hoy ya propiedad de Hisdesat) y *SPAINSAT*, que entraron en servicio en 2005 y 2006, eran de una calidad tecnológica y estándares muy elevados. Actualmente, el primero presta servicios con carácter redundante del *SPAINSAT* en caso de fallo de éste. Según *infoespacial.com*, en diciembre de 2020, el Gobierno aprobó la ampliación de vida operativa de ambos satélites, cuyo final estaba previsto inicialmente para 2020 y 2021.

En lo que a evolución se refiere, entre las tendencias principales que se están produciendo, en relación con las órbitas satelitales, es combinar satélites en las órbitas LEO (*Low Earth Orbit*), MEO (*Medium Earth Orbit*) y GEO (*Geostationary Orbit*). A su vez, se están desarrollando de forma intensa enlaces inter-satélites para reducir la presión de las redes basadas en tierra. Por su parte, la tecnología del segmento terrestre avanza en el desarrollo de antenas de baja resistencia aerodinámica para aplicaciones motrices y con antenas compatibles para LEO, MEO y GEO y para todo el espectro electromagnético.

Actualmente están en desarrollo los satélites de comunicaciones *SPAINSAT NG I* y *NG II* y su centro de control. Este proyecto pretende dar respuesta a las necesidades de comunicaciones de las FAS en despliegues nacionales o misiones internacionales, así como a las comunicaciones de las FCSE y otros organismos civiles (MINT, MAUEC, CNI). Según la web de Hisdesat, está previsto que estos satélites incorporen tecnologías avanzadas de protección contra intentos de interferencia (capacidad *anti-jamming*) y de suplantación (capacidad *anti-spoofing*) y estarán reforzados y protegidos contra fenómenos nucleares a gran altitud. Según el MINISDEF, su vida útil operativa es de 15 años y los lanzamientos están previstos en 2024 y en 2025, respectivamente.

Igualmente, está en marcha el programa de la *UE Governmental Satellite Communication* (GOVSATCOM) que los ministros de Defensa europeos lanzaron en enero de 2019 y que tenía prevista su fase de desarrollo hasta 2021 (recientemente extendida hasta noviembre de 2025). La Agencia Europea

<sup>16</sup> La estación de Arganda es civil y tiene operadores civiles y de Defensa; la de Maspalomas es de Defensa y tiene operadores civiles; la de Buitrago de Lozoya es de Telefónica y completamente civil (Moliner y Pons, 2021).

de Defensa (EDA) proporciona el apoyo esencial para su gestión que lidera España y que se efectúa con la modalidad *pooling and sharing*, informando los países de su necesidad a la EDA.

#### b) Capacidades satelitales de observación de la Tierra

El Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite PNOTS ha supuesto un salto cualitativo en la capacitación de las empresas del sector espacial español. Iniciado mediante acuerdo de 2007 entre los Ministerios de Defensa e Industria, este programa incluía el desarrollo, fabricación y puesta en órbita de un sistema espacial dual conformado por dos satélites de observación de la Tierra; una plataforma electroóptica de alta resolución (SeoSat/Ingenio), dedicada de forma preferente a prestar servicios en la vertiente civil, y otra equipada con tecnología radar de alta resolución (Paz), centrada en misiones de defensa y seguridad.

La finalidad de este programa, el mayor acometido por España en el ámbito espacial, era lograr que el gobierno español y sus distintos organismos e instituciones dispusieran de plena autonomía en la obtención de imágenes desde el espacio. El satélite SeoSat/Ingenio era de reducido valor para las Fuerzas Armadas, puesto que, al ser concebido para satisfacer demandas de un amplio espectro civil, su resolución era demasiado exigua para satisfacer los requisitos operativos del ámbito de la defensa, que hoy en día ya aportan incluso los numerosos satélites comerciales de observación.

Tras algunos años de dificultad, en los que la actividad industrial del sector había necesitado del apoyo institucional para abordar sus actuaciones en el exterior, el lanzamiento del satélite Paz con tecnología radar de apertura sintética (SAR, del inglés, *Synthetic-aperture radar*), en febrero de 2018<sup>17</sup>, fruto del trabajo coordinado de la industria y la administración, supuso un hito nacional y un indicador indiscutible de la capacidad industrial del sector espacial. Con una resolución de hasta 25 centímetros para imágenes diurnas y nocturnas, es el único satélite del PNOTS en funcionamiento y a pleno rendimiento. Además, el satélite incorpora el Sistema de Identificación Automático (AIS, del inglés, *Automatic Identification System*) que equipa todos los barcos de arqueo bruto superior a las 300 toneladas. Este sistema capta los diferentes parámetros del buque, entre ellos, su nombre, tonelaje, carga destino y un largo etcétera. Si el buque no envía la señal al satélite, se encienden las alarmas por las posibles actividades ilícitas del barco<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> El satélite Paz comenzó a prestar servicios iniciales en septiembre de 2018 y, a principios de marzo de 2021, el Centro de Sistemas Aeroespaciales de Observación (CESAEROB) del Ejército del Aire alcanzó la plena capacidad operativa (FOC, *Full Operational Capability*) de su nodo de defensa (Moliner y Pons, 2021).

<sup>18</sup> Hisdesat ha desarrollado una aplicación que permite comparar de manera automática la señal

A pesar de que el programa contemplaba el lanzamiento de dos satélites, el PNOTS se ha quedado inconcluso tras la pérdida del satélite español SeoSat/Ingenio, ocurrida el día de su lanzamiento (17 de noviembre de 2020) por un fallo en el lanzador *Vega*. Debido a esta circunstancia, en lo que a capacidad de observación de la Tierra se refiere, a finales de 2021, el MINISDEF disponía de imágenes satelitales radáricas, procedentes del satélite Paz, y electroópticas, procedentes del satélite Helios II, en este caso, por el acuerdo mantenido con Francia.

En lo relativo a la evolución de esta capacidad, tras la pérdida del satélite Ingenio, no existe confirmación oficial sobre si se ha dado por cerrado y concluido el PNOTS. Por el momento, no consta que se haya puesto en marcha ningún proyecto gubernamental para afrontar la sustitución o el relevo del Ingenio por otra plataforma de mejores prestaciones. Los ministerios vinculados con el PNOTS original, los hoy departamentos de Defensa, Industria, Comercio y Turismo, al que debería sumarse el de Ciencia e Innovación (propietario originario del SeoSat/Ingenio), deberían acordar si existe la conveniencia o necesidad de relevar al fallido satélite<sup>19</sup> y, en su caso, dar los pasos necesarios para una puesta en marcha de un proyecto en tal sentido. Ello es importante, pues la vida estimada del satélite radar Paz es de alrededor de cinco a siete años, contados a partir de su lanzamiento en febrero de 2018, y el desarrollo y construcción de una plataforma radar de nueva generación obviamente lleva su tiempo. Sin embargo, exista o no exista un nuevo PNOTS 2, Hisdesat (operador y propietario de Paz) lleva varios años inmerso en su sustituto (Paz 2) (Moliner y Pons, 2021), por lo que parece evidente que dicho satélite será probablemente relevado, desconociéndose si lo será con un proyecto español en solitario, o bien en cooperación con otros países.

Por otra parte, en ausencia de decisión, existen varias iniciativas privadas del sector espacial que ya han planteado propuestas ante el Ministerio de Industria y otras instancias para desarrollar un nuevo satélite electroóptico. Lo que se da por sentado es que se trataría de un satélite tecnológicamente más avanzado con una resolución pancromática y multiespectral submétricas, más acordes con la última tecnología de observación electroóptica. En caso de que el programa PNOTS fuera completado, España se situaría en el selecto grupo de países que cuentan con ambas tecnologías (óptica y radárica), disponiendo entonces de una herramienta de alta eficacia en diferentes ámbitos, herramienta que supone, además, una contribución clave de España a los programas europeos y distintas iniciativas mundiales de observación de la Tierra.

Mientras Hisdesat trabaja en un nuevo instrumento espacial radar SAR (Paz 2) y las instituciones públicas deciden apoyar o no el desarrollo

---

AIS y las imágenes radar, con lo que mejora sustancialmente las prestaciones que aporta el satélite.

<sup>19</sup> De momento, se desconoce ninguna postura al respecto.

y fabricación por la industria nacional de un nuevo satélite electroóptico que ocupe el lugar de SeoSat/Ingenio, en este campo de la observación de la Tierra había que relevar a los satélites militares Helios IIA y IIB, que ya alcanzaron su límite de operatividad a finales de 2021. Con el liderazgo de Francia –creador y operador del sistema– y la participación de Bélgica, Italia, Grecia, Alemania y España, este programa proporcionaba imágenes a todas las naciones asociadas en el espectro óptico visible e infrarrojo. Hace años que Francia ha desarrollado su sustitución mediante el programa Componente Espacial Óptico (CSO, por su acrónimo en francés). Dos de los tres satélites que forman la constelación prevista ya están en órbita; el primero (CSO-1) a unos 800 kilómetros en diciembre de 2018 y el segundo (CSO-2) a unos 480 kilómetros en enero de 2021. Sin embargo, la capacidad completa de los satélites de CSO no estaba disponible para terceros países de forma inmediata (se preveía para el segundo semestre de 2022), lo que significaba que España no podía recibir imágenes automáticamente del satélite ‘CSO’ desde el final de la vida operativa del Helios II. Hasta octubre de 2022, en que se inició el acceso a los servicios de este nuevo sistema satelital francés (por acuerdo firmado en noviembre de 2021)<sup>20</sup>, se optó por obtener imágenes ópticas mediante vías comerciales en la calidad y cantidad suficientes.

### c) Navegación y posicionamiento global

El sistema de navegación y posicionamiento global Galileo, financiado por la Comisión Europea, se encuentra bajo control civil para uso público, comercial y gubernamental. Como consecuencia del *Brexit*, España ha puesto a disposición de la Agencia Europea de Navegación por Satélite de la UE el Centro de seguridad alternativo de monitorización de Galileo, del principal localizado al oeste de París (Moliner y Pons, 2021), en el campus tecnológico de la Marañosa del INTA. Así mismo, la empresa española GMV es la encargada, desde septiembre de 2018, del mantenimiento del segmento de control terreno del sistema de navegación europea Galileo, responsable, por tanto, de controlar, supervisar y mantener operativos todos los satélites de la constelación en órbita y otros que se incorporen en años sucesivos. De esta forma, el sistema Galileo permite superar la dependencia del GPS y ha contribuido, junto a otros programas espaciales, a que España desempeñe un papel relevante en el segmento terrestre del sector espacial.

<sup>20</sup> Este servicio está contratado hasta 2028, y está previsto el funcionamiento del segmento terrestre nacional de CSO para finales de 2023.

d) Exploración del espacio

Según la web de la Agencia Espacial Europea (ESA) (<https://www.esa.int>), *Copernicus*, iniciativa encabezada por la Comisión Europea en colaboración con la ESA, es el programa de observación de la Tierra más ambicioso hasta la fecha. Mediante la coordinación, por parte de la ESA, de datos de más de 30 satélites, proporciona información precisa, oportuna y de fácil acceso para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático y garantizar la seguridad ciudadana.

En noviembre de 2020, la ESA asignó a *Airbus Space Systems España* un importante contrato para el desarrollo y fabricación de dos nuevos satélites *Copernicus* que, calificados «de alta prioridad», son los primeros del citado programa que asume una empresa española como contratista principal. Ésta es una consecuencia de la capacitación para la producción de satélites pequeños y medios adquirida por la industria espacial española mediante el programa nacional PNOTS. Está previsto que los dos satélites, conocidos por LSTM (acrónimo en inglés de seguimiento de la temperatura de la superficie terrestre), sean fabricados en la factoría de Barajas de *Airbus España*, liderando un equipo de 45 empresas europeas, entre las que habrá varias españolas, como Elecnor Deimos, Thales Alenia Space España, SENER Aeroespacial, Airbus CRISA y HV Sistemas (Moliner y Pons, 2021).

En este mismo ámbito, dentro del programa *Cosmic Vision* de la ESA, la industria española ha tenido una contribución clave en el desarrollo y construcción del satélite científico CHEOPS (del inglés, *CHaracterising ExOPlanet Satellite*) que comenzó su actividad a principios de 2020. Además, el centro de operaciones y apoyo, desde el que se controlan las operaciones principales del segmento terrestre, está ubicado en las instalaciones del INTA en Torrejón de Ardoz (Madrid). Emplazado en una órbita a 700 kms de altura, CHEOPS<sup>21</sup> es una plataforma destinada a observar estrellas conocidas por tener exoplanetas girando a su alrededor y obtener datos relevantes de aquellos que pudieran albergar vida.

---

<sup>21</sup> Según la web de la NASA <https://spaceplace.nasa.gov/all-about-exoplanets/en/>, visita 24.01.2022, todos los planetas de nuestro sistema solar orbitan alrededor del Sol. Los planetas que orbitan alrededor de otras estrellas se llaman exoplanetas. Éstos son muy difíciles de ver directamente con telescopios, pues están ocultos por el resplandor brillante de las estrellas sobre las que orbitan. Por lo tanto, los astrónomos usan otras formas de detectar y estudiar estos planetas distantes. El satélite CHEOPS (<https://www.esa.int>) incorpora un telescopio de altas prestaciones para efectuar mediciones de ultra alta precisión de cuerpos sólidos previamente identificados y posicionados entre la Tierra y Neptuno.

### e) Capacidad de vigilancia espacial

En los últimos años, España ha avanzado en vigilancia espacial de forma progresiva y es, sin duda, la capacidad que más ha evolucionado en el ámbito militar. Las capacidades nacionales están íntimamente ligadas con nuestros compromisos europeos y con el programa de la ESA de conocimiento de la situación espacial (SSA), iniciado en 2008, en el que España se posicionó como líder, tanto por el presupuesto comprometido como por el nivel tecnológico de nuestras empresas, las cuales se concentraron, sobre todo, en el ámbito de la vigilancia y el seguimiento espacial (SST). Con posterioridad, en 2014, a nivel de la UE, se establece el “Marco de Apoyo SST”, programa civil que apoya y financia la colaboración entre Estados para que aporten sus sistemas SST nacionales.

Aprovechando este marco, y con el fin de poder acceder a la financiación de la UE, el CDTI, representando a España en el Consorcio Europeo (en gran parte, debido a la ausencia entonces de una Agencia Espacial española<sup>22</sup>) y con el apoyo de la DGAM/MINISDEF, respecto a sus necesidades, firmó en junio de 2015 un Acuerdo de Consorcio con las agencias espaciales europeas participantes (de Francia, Alemania, Reino Unido e Italia). Este consorcio tiene por objeto proteger las infraestructuras espaciales, a través de la detección, seguimiento, identificación y catalogación de los objetos en la órbita terrestre; apoyar a misiones espaciales y suministrar servicios varios de alerta<sup>23</sup>.

Así mismo, el 04 de Julio de 2017 se formaliza un Convenio Interministerial para el SST, a nivel nacional, entre tres Secretarías de Estado (Defensa; Industria y PYME; e Investigación, Desarrollo e Innovación, estas dos últimas del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad). En el mismo, por delegación del EMACON, se le asignan al Ejército del Aire, hoy ya denominado «Ejército del Aire y del Espacio», una serie de funciones y responsabilidades, entre las que figuran el control operativo de activos adscritos al MINISDEF (incluyendo el control de las operaciones, la protección externa y

---

<sup>22</sup> El Gobierno español daba luz verde, mediante la aprobación en diciembre de 2021 de la Estrategia de Seguridad Nacional 2021, a la creación de la Agencia Espacial Española, cuya sede fue establecida, en diciembre de 2022, en Sevilla. Según la ESN, su creación contribuirá a ordenar las competencias y establecer una política nacional que sirva de guía, tanto al sector público como al privado. Así, se podrá maximizar el rendimiento de las inversiones, fomentar espacios de colaboración públicos y privados, facilitar el uso dual de las capacidades espaciales y potenciar el sector de la industria espacial nacional de forma clara y coherente. Además, la Agencia representará internacionalmente a España en el sector espacial.

<sup>23</sup> Según el “*Framework for Space Surveillance and Tracking Support*” de la UE de 2014, artículo 5, los servicios de alerta están relacionados con: alerta de colisiones, cuando se identifica una posible colisión entre objetos en órbita; alerta de reentrada, cuando se identifica que un objeto en órbita caerá a la atmósfera en un periodo breve de tiempo; y alerta de fragmentación, cuando se identifica un evento de fragmentación en órbita (por un aumento súbito de objetos en una órbita particular, normalmente generado por una explosión en un satélite o por una colisión).

la seguridad de los activos) y el control de la información clasificada generada y la divulgación de la información y servicios proporcionados por el CDTI, y refleja otras actividades, canalizadas a través de la DGAM, en las que el Ejército del Aire debe estar presente<sup>24</sup>.

En este contexto y en el seno del Ministerio de Defensa, el Ejército del Aire y del Espacio ha manifestado en distintos foros la necesidad inequívoca de ser elemento de referencia en lo relacionado con el espacio y el hecho de que la vigilancia del espacio ultraterrestre se encuentra inexorablemente unida a la vigilancia y control del espacio aéreo de soberanía nacional como solución de continuidad (tal como establece la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional). Aunque el recorrido no ha hecho más que empezar, se han venido ejecutando diferentes acciones y se están planeando otras, a medio y largo plazo, para alcanzar los objetivos relacionados con la seguridad y defensa en el entorno espacial. Así, con el fin de ir preparando a su personal, varios oficiales del Ejército del Aire tomaron parte, por primera vez, como observadores en el ejercicio *Global Sentinel 2017* en EEUU, inicio éste de la actividad espacial, a nivel internacional, de personal de las FAS (Sánchez, 2018).

Así mismo, en avance y formalización del convenio interministerial de 2017, el Jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire sancionaba en 2018 la directiva que regulariza la “Implantación de la capacidad de vigilancia espacial en el Ejército del Aire”. Como aspecto más relevante, se subraya la creación, en noviembre de 2019, del “Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial” (en adelante, COVE), como nueva Unidad del Ejército del Aire con la misión, en colaboración con el Centro Español de Operaciones SST (S3TOC, del inglés *Spanish Space Surveillance and Tracking Operations Center*), de la vigilancia y control del espacio exterior, apoyando el acceso a las capacidades espaciales.

En relación con las capacidades nacionales de vigilancia y seguimiento del espacio SST (como uno de los componentes de la SSA), España cuenta con los elementos del Sistema Nacional de Vigilancia y Seguimiento Espacial, conocido como programa S3T<sup>25</sup> (acrónimo de *Spanish Space Surveillance and Tracking*), que constituyen las capacidades del componente español del programa SST europeo. De ellos, los más relevantes son:

---

<sup>24</sup> Entre las actividades en las que deben estar presente personal del Ejército del Aire, el Convenio Interministerial (Resolución 10346 de 28 de agosto de 2017, BOE 216, 2017) menciona el despliegue de nuevos activos, el desarrollo de centros de operaciones, el establecimiento de acuerdos de intercambio de datos SST con entidades de vigilancia espacial de otras naciones, la representación del MINISDEF en los órganos de gestión conjunta que se establezcan y el apoyo al MINISDEF con participación en los comités y organismos internacionales que se determinen.

<sup>25</sup> Proyecto para el desarrollo de un sistema español de SST, financiado por la SGIPYME, gestionado técnicamente por la Agencia Espacial Europea (ESA) y supervisado técnicamente por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Convenio Interministerial (Resolución 10346, 28 de agosto de 2017, Anexo 2, BOE 216, 2017).

- El Centro Español de Operaciones SST (S3TOC)<sup>26</sup>, situado en la Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (JSVICA) del MACOM en la Base Aérea de Torrejón, es el encargado de integrar y procesar los datos de los sensores del sistema (radares y telescopios), de mantener un catálogo actualizado de objetos en órbita y de realizar, planificar y programar las funciones de vigilancia y seguimiento espacial, generando productos y proporcionando servicios a los diferentes usuarios. Su operación, en estrecha colaboración con el COVE, es realizada por personal de empresas del sector, bajo la dirección del CDTI, y recibe el apoyo del Ejército del Aire y del Espacio que alberga el centro y lleva a cabo las labores de apoyo y seguridad, imprescindibles para la actividad del centro. Este centro entró en servicio el 01 de julio de 2016 y cada cuatro meses es el centro nominal (por rotación) para la prestación de los servicios de fragmentación y reentrada en el Consorcio SST de la UE.
- El Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE). El Convenio Interministerial para SST le atribuía al Ejército del Aire (EA) la responsabilidad en el control de las operaciones, lo cual requería de una hoja de ruta que permitiera iniciar el proceso de asunción progresiva de esta función, inicialmente desarrollada por el S3TOC. Con tal motivo, se procedió a la creación de este centro, considerado como el componente militar del S3TOC, cuya misión genérica consiste en la vigilancia y control del espacio ultraterrestre inmediato apoyando el acceso a las capacidades espaciales. Creado formalmente en noviembre de 2019, y con una formación y adiestramiento iniciados en 2018, el núcleo inicial de su personal, formando parte del S3TOC, comenzó a realizar labores de ámbito militar, e incluso aquellas de carácter dual que requiriesen el empleo de información gestionada bajo la custodia del EA. Este proceso está permitiendo que, de forma progresiva, el COVE vaya desempeñando competencias espaciales de carácter militar<sup>27</sup> que deben ser ejercidas exclusivamente por personal

---

<sup>26</sup> Centro civil ubicado dentro de la Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (JSVICA) del Mando Aéreo de Combate (MACOM) del Ejército del Aire y del Espacio. La Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (JSVICA) es responsable de dirigir, coordinar y evaluar las funciones de Mando y Control del EA, relacionadas con la vigilancia y control del espacio aéreo de soberanía, responsabilidad e interés nacional, así como la vigilancia, seguimiento y control en el espacio ultraterrestre de interés para la conducción de las operaciones aeroespaciales (Rubio, 2018).

<sup>27</sup> Conviene subrayar que el Ejército del Aire y del Espacio ejerce de enlace con el Centro Conjunto de Operaciones Espaciales del *US Strategic Command*, en base al *Memorandum* de Entendimiento entre el Departamento de Defensa de los EEUU y el Ministerio de Defensa, del 30 de diciembre de 2015, para la cooperación en materia de seguridad de los vuelos espaciales, la prestación de servicios y el suministro de información sobre SSA, requisito establecido por aquel organismo para el intercambio de información. Además, a nivel europeo, el Ejército del Aire, a través de esta estructura

de las FAS. Adscrito a la JSVICA, alcanzó la IOC (*Initial Operational Capability*) en julio de 2021 y tiene previsto alcanzar la FOC (*Full Operational Capability*) en junio de 2023.

- Radar S3TSR (*Spanish Space Surveillance and Tracking Surveillance Radar*). Instalado en la Base Aérea de Morón, el S3TSR es un radar monoestático de vigilancia espacial que, desde el 30 de diciembre de 2020, se encuentra bajo control operativo del Ejército del Aire y del Espacio<sup>28</sup>. Formando parte del sistema europeo EU SST (respondiendo, por tanto, a criterios establecidos desde organismos ajenos, la ESA y la Comisión Europea), este radar, desarrollado por Indra dentro del programa S3T gestionado por el CDTI, fue financiado con la contribución española a la ESA relacionada con este programa (Equipo SST, CDTI, 2018). Su función principal consiste en apoyar la catalogación automática (detección, seguimiento, vigilancia y estimación de parámetros orbitales) de los objetos localizados en órbitas de baja altura<sup>29</sup> (LEO, del inglés, *Low Earth Orbit*) en el rango de 200 a 2.000 km.
- Radar Demostrador SSA denominado *Monopulse Secondary Surveillance Radar* (MSSR). Situado en la estación radionaval de Santorcaz (Madrid), fue entregado en junio 2015 por la ESA al Ejército del Aire que ostenta su control operativo (responsable de su operación ante la ESA). Este radar demostrador<sup>30</sup> era el elemento principal para la detección y seguimiento de objetos en órbitas bajas LEO (200 – 2.000 km) hasta la entrada en servicio del radar S3TSR. Su función consiste en probar nuevas técnicas para detectar fragmentos de basura espacial que pudieran suponer un peligro para las actividades en órbita. Su cesión supuso un importante hito para el Ejército del Aire, ya que por primera vez adquiría la capacidad de detección y análisis

mantiene un estrecho contacto con las estructuras y organismos homólogos dedicados a SST de las naciones más avanzadas en este campo (Francia, Alemania, Reino Unido e Italia) (Martín, 2019).

<sup>28</sup> El Ejército del Aire asumió oficialmente el control operativo del radar de vigilancia y seguimiento espacial S3TSR el 30.12.2020, tras la firma de un acuerdo entre el subsecretario del Ministerio de Ciencia e Innovación y el jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire. Anteriormente, el Ejército del Aire había apoyado su implementación, realizando, a su vez, un seguimiento estrecho de sus prestaciones. El radar pasó la fase de aceptación final a finales de 2018 y calibración operativa y validación en 2019, antes de su plena integración en la red de sensores de vigilancia espacial (<https://ejercitodelaire.defensa.gob.es>), 30.12.2020.

<sup>29</sup> Según informaba el Ejército del Aire (<https://ejercitodelaire.defensa.gob.es>) visita 20.01.2022, a primeros de 2022, el S3TSR superaba la barrera de las 4.000 trazas generadas diarias. El motivo de este aumento progresivo se debe en parte a la proliferación de nuevos satélites en órbita LEO, como por ejemplo las mega-constelaciones *OneWeb* o *Starlink*, y a la mayor experiencia que el personal del COVE ha ido adquiriendo durante su primer año de operación.

<sup>30</sup> Además, permitió el establecimiento de los procedimientos operativos y de formación para el personal, asumiendo así la entrada en servicio de nuevas capacidades de vigilancia espacial (como así ha sido), relativas a la obtención y difusión de información anticolidión de objetos en órbita y de apoyo en maniobras de lanzamiento, posicionamiento y reentradas de satélites (defensa.com, 2015).

de objetos en el espacio exterior (<https://actualidad aeroespacial.com>, 2015).

Además, el Sistema Nacional de Vigilancia y Seguimiento Espacial posee un conjunto de elementos de vigilancia y telemetría repartidos por la geografía nacional e internacional que incluye (Alonso y Ansorena et al, 2017):

- Telescopios (CENTU-1 y Tracker-1), situados en Puertollano (Ciudad Real), son utilizados para vigilancia de objetos espaciales (asteroides, basura espacial, etc...) y seguimiento en órbitas de gran altitud: GEO (órbita geoestacionaria a 36.000 km de altura) y MEO (órbitas por encima de 10.000 km).
- El Telescopio Joan Oró (TJO) y telescopio TFRM, situados ambos en el Observatorio Astronómico del Montsec (Lérida), son utilizados para llevar a cabo funciones de seguimiento, y de vigilancia y seguimiento, respectivamente.
- El telescopio IAC-80, situado en el Observatorio del Teide (Tenerife), para funciones de seguimiento.
- Estación Telemétrica LASER (SFEL), situado en San Fernando (Cádiz), fundamentalmente, para el seguimiento de objetos.
- Cinco telescopios de la Red de Telescopios Robóticos BOOTES <sup>31</sup> distribuidos en diferentes latitudes del planeta (dos en España, Nueva Zelanda, China y Méjico) dedicados a seguimiento, con el telescopio de Sudáfrica pendiente. La Red BOOTES Sistema de Exploración Observador de Brotes y de fuentes Ópticas Transitorias (del inglés, *Burst Observer and Optical Transient Exploring System*) es una red 100% nacional de estaciones de observación formada por un conjunto de telescopios y cámaras idénticos que se encuentran distribuidos a lo largo del planeta. Contribuye al estudio de los estallidos de rayos gamma que constituyen los eventos más energéticos del universo y que se asocian con la muerte de estrellas muy masivas. Su detección suele producirse a través de satélites, que informan del estallido a la comunidad científica para que el evento pueda estudiarse en detalle. La existencia de una red de telescopios robóticos de muy rápido apuntado como BOOTES representa un complemento idóneo a la detección por satélite y, de hecho, BOOTES también trabajará en seguimiento y monitoreado de fuentes de alta energía de manera simultánea con los satélites espaciales.

<sup>31</sup> <https://web.archive.org/web/20191021060913/http://bootes.iaa.es/>

Así mismo, en el horizonte se implementarán otras capacidades de vigilancia espacial:

- Capacidad de defensa antimisil balístico (BMD, *Balistic Missile Defence*) asociada a futuros radares. El Ejército del Aire y del Espacio está adquiriendo medios con capacidad BMD que incluye el seguimiento de misiles balísticos en su trayectoria superior (*upper layer*), lo que le proporcionará una limitada capacidad de vigilancia espacial. Entre estos medios está la primera unidad del Radar Lanza 3D Móvil Desplegable<sup>32</sup> (el radar táctico LANZA LTR-25 desplegable), con requisitos OTAN de radares desplegables, que sustituirá al radar que dota actualmente al Grupo Móvil de Control Aéreo; su recepción estaba prevista para finales de 2018, pero se ha visto retrasada. Según <https://www.indracompany.com>, el radar Lanza 3D DADR constituye la última generación de radares de la familia 3D Lanza de Indra y será empleado como parte del componente desplegable de mando y control aéreo de la OTAN y por varias Fuerzas Aéreas, entre ellas, la *Royal Air Force* del Reino Unido, además del Ejército del Aire y del Espacio. En enero de 2022, se informaba<sup>33</sup> que el radar Lanza 3D de Defensa Aérea Desplegable (DADR) de Indra había superado con éxito las pruebas de la OTAN que certifican la capacidad de detección y seguimiento de misiles balísticos tácticos mediante este sensor. El radar demostraba su capacidad para detectar y seguir este tipo de misiles, facilitando a los centros de mando y control aéreo la alerta temprana necesaria para neutralizar el ataque o mitigar los daños.
- Además, en la necesaria modernización de los radares de los Escuadrones de Vigilancia Aérea (EVA)<sup>34</sup> del Ejército del Aire y del Espacio, pendiente de financiación, está previsto dotar a los radares del sistema de vigilancia de anterior generación de la funcionalidad de detección de misiles balísticos tácticos, lo que les proporcionaría cierta capacidad de vigilancia espacial.

---

<sup>32</sup> Su misión será actuar como “*gap filler*” en aquellas zonas que se determinen de la cobertura proporcionada por los radares fijos del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, así como proporcionar cobertura radar e integrarse en cualquier otro sistema de defensa aérea que se considere fuera de territorio nacional.

<sup>33</sup> Actualidad aeroespacial (<https://actualidadaeroespacial.com>), visita 04.01.2022.

<sup>34</sup> A pesar de la alta tasa de disponibilidad de los radares LANZA 3D, ubicados en los Escuadrones de Vigilancia Aérea (EVA), estos radares presentan obsolescencias operativas derivadas de un diseño y una tecnología de más de tres décadas de antigüedad. La modernización prevista para nueve de estos radares, más uno (CLOTRA), está orientada a mejorar sus capacidades operativas en áreas tales como el seguimiento de misiles balísticos, la detección de blancos de baja sección radar –drones y aeronaves *stealth*– y la mejora de sus contramedidas electrónicas, así como a realizar actuaciones sobre componentes de su diseño para hacer más eficiente su mantenimiento, como es el caso de los sistemas de refrigeración de antena y amplificadores de potencia o el sobrecalentamiento del cableado (Sanz, 2021).

Si bien todas las acciones que hasta ahora se han venido realizando sitúan al Ejército del Aire y del Espacio en un lugar destacado, de cara al futuro desarrollo de capacidades de vigilancia aeroespacial, lo conseguido hasta el momento debe ser considerado como un primer paso. Será necesario seguir diseñando una hoja de ruta que consolide las capacidades de vigilancia espacial de nuestras FAS, eventualmente, potenciando el papel relevante del Ejército del Aire y del Espacio en las futuras operaciones de vigilancia espacial.

### **Capacidades necesarias. Necesidad de un control efectivo del espacio**

El contenido de los apartados anteriores deja evidencia de la buena disponibilidad, en general, de capacidades para las FAS españolas en el entorno espacial, disponibilidad que no hubiera sido posible sin el gran impulso habido en este sector tecnológico de nuestra industria de defensa. Podemos afirmar, por tanto, que las capacidades espaciales de las que disponen las FAS españolas en la actualidad nos sitúan en un buen nivel, dentro de un contexto general. Sin embargo, como hemos señalado, no es menos cierto, por una parte, que el espacio ultraterrestre se encuentra cada vez más congestionado y disputado y, por otra, que es necesario asegurar el acceso al mismo y alcanzar y mantener un grado suficiente de libertad de acción y de control en el espacio<sup>35</sup>, requisito para asegurar nuestras actividades cotidianas y el apoyo continuado a las operaciones militares.

El control del espacio ultraterrestre contempla una doble vertiente, actividades defensivas y actividades ofensivas de control del espacio, lo que se ha denominado control espacial defensivo y control espacial ofensivo, cuyo marco de actuación ha sido ya abordado. Los aspectos señalados sobre la capacidad de vigilancia espacial reflejan el importante impulso dado en los últimos años a las actividades defensivas para el control de espacio ultraterrestre. Sin embargo, y sin abogar por una militarización del espacio ultraterrestre, es necesario poner sobre la mesa que para tener un determinado, y limitado, control de las operaciones realizadas en esta parte del dominio aeroespacial [en creciente congestión y disputa] es preciso poseer capacidad de ejercer cierto control espacial ofensivo que permita realizar actividades encaminadas a negar, degradar, interrumpir, engañar y, en caso de actividades agresivas por parte de un potencial adversario, a destruir sus capacidades espaciales, o bien, el apoyo espacial en su favor proporcionado por un tercero.

En el momento presente, la capacidad de ejecutar operaciones de control del espacio, especialmente de carácter ofensivo contra satélites en órbita, está

---

<sup>35</sup> [...] aunque, como ya se ha señalado, por el momento, la naturaleza del entorno espacial es tal que un control total no es viable, por parte de ningún actor... (Martínez, 2020).

solo al alcance de grandes potencias; sin embargo, cuando la tecnología y los recursos lo permitan, el futuro de nuestras capacidades deberá ir en línea con estos países hacia un control efectivo del espacio ultraterrestre. Para mantener la libertad de acceso y movimiento en el espacio ultraterrestre, hemos de avanzar, sobre todo, en el desarrollo de capacidades espaciales que permitan un control espacial ofensivo, “fundamentalmente de carácter defensivo” (basado en la legítima defensa de nuestros sistemas espaciales). Un determinado nivel de control del espacio permitirá contrarrestar, al menos, cierto tipo de amenazas que pongan en riesgo nuestros medios y actividades en el espacio, entorno cada vez más utilizado para cuestiones que, en breve, se convertirán en cotidianas, como el transporte de personas o las actividades turísticas.

En base a lo visto con anterioridad, las capacidades del Ejército del Aire y del Espacio para garantizar el acceso de plataformas al espacio, realizar operaciones en el medio espacial con libertad y negar a otros la utilización del espacio son, ciertamente, limitadas; se encuentra desarrollando las capacidades de vigilancia espacial [sólo una parte de las necesarias para ejercer el control del espacio] y se beneficia, como el resto de las Fuerzas Armadas, de los servicios que se obtienen desde el espacio. En la medida de lo posible y practicable, debe abordarse el planeamiento y obtención de capacidades para al resto de operaciones de control del espacio, tanto en su aspecto defensivo como ofensivo, principalmente dirigido a los segmentos terrestre y de comunicaciones.

Ni podemos ni debemos renunciar a esa capacidad; hemos de aspirar a ella a través de acuerdos de cooperación internacional, bien bajo el paraguas de iniciativas europeas o de la OTAN. La naturaleza global del espacio y las características extraordinariamente complejas de los proyectos espaciales hacen que la colaboración internacional sea esencial para abordarlos y para que países con capacidad de inversión limitada, como el nuestro, puedan disponer de esas capacidades.

A este respecto, tras la aparición de nuevos ámbitos de actuación, la problemática fundamental en la evolución continua de las FAS es conseguir el equilibrio adecuado en la distribución de las capacidades militares. Esto es muy evidente cuando los recursos son limitados y los nuevos entornos demandan, como es el caso, una mayor inversión, tanto por su novedad como por su mayor nivel tecnológico. Esta situación plantea grandes retos de planeamiento y de distribución de recursos, especialmente si no se incrementan estos últimos, pues obliga a decidir entre detraer recursos destinados a capacidades en ámbitos ya existentes, o bien, a apostar por consolidar capacidades en entornos tradicionales, dificultando así la necesaria evolución.

## Sobre las capacidades de control espacial

Por constituir las actividades del control espacial, por el momento, la tarea más compleja, conviene detenerse en un rápido análisis al respecto, para el que me apoyaré en el esquema elaborado por Federico Aznar (IEEE, 2021). El control del espacio implica un triple aspecto: la vigilancia del espacio ultraterrestre, la protección del mismo y la capacidad de negación de actividades maliciosas a un potencial adversario. La vigilancia del espacio trae consigo la detección, identificación y el seguimiento de miles de objetos en el espacio. Dada la naturaleza pasiva, discreta y no intrusiva de los satélites, las labores de vigilancia, inteligencia y reconocimiento que se desarrollan desde ellos, en apoyo de las operaciones militares, se consideran hoy imprescindibles y los medios empleados para ello objetivos críticos; por ello, la vigilancia de su entorno de actuación resulta fundamental. Esta es la actividad cuya evolución y adaptación resulta menos compleja, pues ya, desde hace tiempo, se viene realizando, de forma general, en España y en los países de nuestro entorno.

En lo que respecta a la protección de los satélites en órbita [se considera que los otros dos componentes del vector espacial, - terrestre y enlace de comunicaciones -, deben asegurarse con el resto de infraestructura o comunicaciones], ésta es una necesidad si se desea disponer de una libertad de acceso y actuación en el espacio. Esa capacidad de protección puede implementarse haciendo que los satélites sean más difíciles de detectar o localizar y de sufrir ataques maliciosos; sin embargo, cualquiera que sea la opción elegida, dotar a los satélites de protección supone dotarle de un mayor peso (por los sistemas adicionales) y de mayor complejidad, tecnológicamente hablando. Medidas como, por ejemplo, la implementación de constelaciones [en clave de redundancia], aumentan la complejidad de los sistemas, a pesar de la reducción en el tamaño y en los costes que protagonizan la evolución del sector espacial.

El tercer componente del control espacial es la negación del espacio, consistente en la capacidad de vetar el acceso a ciertos sistemas espaciales, o bien, de degradar las capacidades espaciales de eventuales adversarios, logrando de ellos un cambio de actitud. Ésta es, sin duda, la actividad más controvertida del espacio y de las capacidades que por él transitan, fundamentalmente, cuando de lo que se trata es de realizar acciones de efectos irreversibles.

En el apartado dedicado a las amenazas en el espacio, efectué una leve descripción de las distintas actividades mal intencionadas que podríamos esperar en el espacio. Vistas ahora desde el prisma de las capacidades propias, a corto plazo, podríamos ver en un entorno cercano “capacidades de control espacial ofensivo de carácter más defensivo”, encaminadas a producir efectos reversibles y basadas en la perturbación electrónica o en ataques en el

ciberspacio. Podríamos calificar de cierta viabilidad la implementación de este tipo de actividades, no a muy largo plazo.

El nivel más difícilmente permisible en la actualidad, desde el punto de vista legal, es el desarrollo de las denominadas armas antisatélite (ASAT), las que podríamos denominar “capacidades de control espacial ofensivo de carácter ofensivo”, encaminadas a producir efectos irreversibles. Sin embargo, el avance de las tecnologías, el incremento de actividad en esta parte del [ya calificado] entorno operativo y la creciente dependencia de las sociedades modernas de actividades espaciales esenciales hacen prever un cambio en la forma de operar en el espacio y, en su caso, en las estructuras de las fuerzas aéreas de nuestro entorno, llamadas a ser, por su naturaleza, el principal actor en este medio.

Las grandes potencias espaciales (Aznar, 2021) trabajan en nuevas generaciones de armas ASAT, basadas tanto en la superficie terrestre como en el espacio. Como algunos autores han sugerido anteriormente (*Ibidem*), desde la óptica del empleo del poder aeroespacial, la capacidad en el empleo de la fuerza en el espacio parece ir evolucionando de forma paralela a los inicios del poder aéreo. El empleo de globos aerostáticos para la observación dio paso al empleo de aeronaves contra las fuerzas de superficie del adversario y en la persecución del dominio del aire; tal parece que las actividades espaciales, centradas hoy en las comunicaciones y en la obtención de inteligencia, evolucionan progresivamente hacia una posible aplicación de la fuerza, primero contra actividades en superficie y, después, en el entorno espacial.

Esta posible acentuación de la militarización del espacio obliga a seguir impulsando, en el contexto de cooperación internacional, la elaboración y adaptación de la normativa jurídica, calificando de “ilegales” (*Ibidem*) las acciones ofensivas agresivas en el espacio, sin olvidar que, en cualquier caso, siempre debería ser permitida una “legítima defensa”, pues nada garantiza el respeto a las mismas por parte de todos. Cabe mencionar, por último, que, en el supuesto de poseer capacidades para ejecutar un control suficiente del espacio, una cuestión más compleja surge con el planteamiento de hasta qué punto puede considerarse la integridad del sistema espacial propio o aliado como *casus belli* en una eventual escalada (Pérez Gil, 2020), es decir, en qué punto de degradación de los sistemas espaciales deberían comenzar a activarse los sistemas de defensa estratégica. Es un tema complejo y que puede generar grandes debates.

## Necesidad de una Estrategia de Defensa del espacio

En el contexto de argumentación del apartado anterior, y en la línea marcada con la elaboración de documentos de carácter estratégico<sup>36</sup> y con las acciones llevadas a cabo desde 2015, correspondería el desarrollo, en el entorno del MINISDEF, de una Estrategia de Defensa del Espacio, un documento que, enfocado específicamente en el ámbito de la defensa, acometa, entre otros aspectos y en la manera que corresponda, las diferentes funciones y responsabilidades de los diferentes organismos involucrados en el planeamiento, obtención y empleo de las capacidades espaciales, así como las directrices oportunas para el análisis y planeamiento de las capacidades necesarias para llevar a cabo un control efectivo del espacio. Parece que la sabiduría dicta analizar medios y estrategias destinadas a reforzar la seguridad de nuestras operaciones espaciales para no caer en la incapacidad de controlar el espacio, en caso de que estallara un hipotético conflicto que pudiera afectar gravemente dicho entorno.

Tal documento aportaría la ventaja de que todas las iniciativas espaciales en el ámbito de la defensa fluirían o estarían alineadas con un único documento marco, mejorándose así la sinergia y la coordinación en un momento en el que, de forma necesaria, se incrementan las acciones relacionadas con el entorno espacial. La elaboración de una estrategia espacial que, en su ámbito, debería orientar el planeamiento de fuerzas, en absoluto implicaría la no existencia del Plan Director de Sistemas Espaciales para la Defensa elaborado por la DGAM<sup>37</sup>, sino que éste, o su ya actualización, tendría en la Estrategia de Defensa su fuente donde acudir en la búsqueda de directrices generales.

Sin entrar en detalles, se considera que la estrategia propuesta debería abordar, entre otros, los siguientes aspectos: descripción del espacio ultraterrestre en el contexto de continuidad de la tercera dimensión; importancia del espacio ultraterrestre para la Seguridad Nacional y desafíos en el empleo de capacidades espaciales; un análisis somero de riesgos y amenazas, enfocado en el apoyo del espacio a las operaciones militares; condiciones deseadas de disponibilidad del entorno espacial; el poder espacial en un contexto internacional (OTAN/UE) y nacional; atributos del poder aeroespacial en el espacio y actividades necesarias e indispensables en el espacio ultraterrestre; capacidades necesarias para implementar un control suficiente del espacio; y la aproximación estratégica para la implementación de la estrategia (incluyendo, los principios rectores que deben guiar la estrategia de defensa del espacio, objetivos a perseguir y líneas

<sup>36</sup> En relación a las dos últimas Estrategias de Seguridad Nacional (2017 y 2021) y a la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional (2019).

<sup>37</sup> El Plan Director de Sistemas Espaciales establece las acciones para garantizar el mantenimiento de las capacidades espaciales, aunque sólo de aquellas relacionadas con el apoyo a las operaciones militares (SATCOM, PNT y observación de la tierra).

de acción para su consecución, así como los cometidos y responsabilidades de organismos implicados en la planificación y obtención de capacidades).

### **Principios rectores de una Estrategia Espacial**

Al hilo de lo mencionado, sí parece pertinente, al menos, abordar algunos principios que podríamos calificar como *rectores*, en cuanto que pueden “facilitar el acometimiento de esta iniciativa”:

1. La libertad de acceso a esta parte del dominio aeroespacial es un pre-requisito para cualquier estrategia en el espacio.
2. En algún momento, cualquier parte de la Tierra puede ser vista desde el espacio.
3. Un robusto conocimiento de la situación espacial es primordial para las operaciones espaciales militares, y esencial para el resto de operaciones militares y para la vida de los ciudadanos.
4. La regulación de la actividad en el espacio ultraterrestre necesitará una aproximación multinacional por parte de actores activos y receptores. Sería deseable un consenso al respecto.
5. Para disfrutar de una relevante capacidad espacial es necesario un robusto y competitivo sector espacial industrial, complementado con una decidida I+D+i y una adecuada coordinación civil-militar. El apoyo institucional, a nivel nacional, es decisivo.
6. La consecución de capacidades espaciales precisará de cooperación internacional.
7. La destrucción de sistemas satelitales conlleva efectos globales nocivos en las capacidades espaciales de todos, incluso de los agresores.
8. El segmento terrestre constituye el centro de gravedad de las plataformas satelitales; su protección deberá ser prioritaria.
9. Las medidas de resiliencia tendrán un gran efecto en la supervivencia.

### **Sobre las responsabilidades en el entorno espacial**

Independientemente de que el Convenio interministerial de 2017, sobre actividades SST, asigne a cada organismo las funciones a desarrollar para coordinar dichas actividades, la estrategia espacial que se propone debería contemplar el grueso de las responsabilidades, en general, y en el Ministerio de Defensa, en particular, relativas a las capacidades espaciales. Con objeto de obtener una máxima eficacia, a nivel estratégico, en el empleo de estas capacidades debe existir una total transparencia, en lo que respecta a su planeamiento, obtención, mantenimiento y empleo.

En particular, dentro del ámbito de la Defensa, a este respecto, se plantean algunos interrogantes que debería abordar la estrategia propuesta, entre ellos, la evolución, en su caso, de la asignación de funciones establecidas en el convenio interministerial de 2017, a medida que va progresando la madurez de la capacidad de vigilancia espacial; formato implementado/a implementar en la gestión de las capacidades espaciales y en la integración de nuevas capacidades; y cometidos y funciones de los distintos organismos implicados en todo tipo de actividades relacionadas con el espacio. A este respecto, una consideración por áreas de actividad pudiera facilitar su elaboración.

Por último, en opinión del autor, en su desarrollo convendría no perder de vista que la vigilancia del espacio ultraterrestre debe estar inexorablemente unida a la vigilancia y control del espacio aéreo de soberanía nacional (para garantizar un conocimiento continuo de la situación del aire-espacio) y que, por su naturaleza, vinculación y responsabilidad sobre el dominio aeroespacial, el Ejército del Aire y del Espacio debe constituir el elemento de referencia de las Fuerzas Armadas en las cuestiones relacionadas con el espacio.

## **Bibliografía**

- Alonso y Ansorena et al. *Description of the architecture of the Spanish Space Surveillance and Tracking System*, 2017.
- Aznar, Federico. “El espacio exterior, una nueva dimensión de la Seguridad”, *IEEE*, 2021.
- Defensa.com*. “El Ejército del Aire español dispondrá de capacidad para detección y análisis de objetos espaciales”, *defensa.com*, 2015.
- Equipo SST, CDTI. “Papel de España en el programa de SST europeo”, *Revista de aeronáutica y astronáutica*, 2018.
- García, Juan: “La industria espacial en el ámbito de la defensa”, *Perfiles IDS, Espacio*, 2018.
- Martín, Miguel: “Estrategia y Doctrina Aeroespacial: Bases para la vigilancia y control del espacio”, *ADESyD*, 2019.
- Martínez Cortés, J.: “Las fuerzas aéreas y el espacio: un desafío de cooperación internacional”, *Revista aeronáutica y astronáutica*, 2020.
- Moliner, J. y Pons, J.A.: “Actualidad de la industria aeroespacial en España”, *Revista de aeronáutica y astronáutica*, 2021.
- Pérez Gil, L. “La militarización del espacio: el desarrollo de satélites inspectores por EE.UU. y Rusia”, *Global Affairs Journal*, 2020.
- Rubio, Francisco: “Hoja de ruta para la implantación de la vigilancia espacial en el EA”, *Revista de aeronáutica y astronáutica*, 2018.
- Sánchez, Jaime: “El concepto actual de la vigilancia espacial: desde el SSA de 2006”, *Revista de aeronáutica y astronáutica*, 2018.
- Sanz, J: “Hacia una nueva modernización del Sistema de Vigilancia y Control”, *Revista de aeronáutica y astronáutica*, 2021.

## **Documentos**

- Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations NATO AJP-3.3*. Edition B Version 1, April, 2016.
- Challenges to security in space*, Defense Intelligence Agency, EE. UU. 2019.
- Convenio entre el Ministerio de Defensa, la Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, para coordinar las actividades de vigilancia y seguimiento espacial (SST - Space Surveillance and Tracking), Resolución 10346 de 28 de agosto de 2017, BOE 216, 2017.
- Doctrina aeroespacial básica, IG-00-1, 2ª Revisión, *Ejército del Aire*, 2020.
- Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional, 2019.
- Estrategia de Seguridad Nacional, 2021.
- Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID), MINISDEF, 2020.

Familia radar Lanza 3D, Defensa y Seguridad, Indra (<https://www.indracompany.com>).

*Framework for Space Surveillance and Tracking Support*, UE, 2014.

Ley de Seguridad Nacional 36/2015.

*NATO's overarching Space Policy*, NATO HQ, versión publicada en abierto, 2022.

Panorama de Tendencias Generales 2040 (2ª edición), MINISDEF, 2021.

Plan Director de Sistemas Espaciales para la Defensa, MINISDEF, 2015.

*The NATO Warfighting Capstone Concept: Key insights from the global expert symposium summer 2020*, 2020.

Web de actualidad aeroespacial (<https://actualidadaeroespacial.com>).

Web de Base de Schriever, US Space Force (<https://www.schriever.spaceforce.mil>).

Web de Ejército del Aire (<https://ejercitodelaire.defensa.gob.es>).

Web de European Space Agency (<https://www.esa.int>).

Web de Jane's (<https://www.janes.com>).

Web de NASA (<https://spaceplace.nasa.gov>).