

Orbital Warfare: a conceptual approach.

Abstract:

We are now in the third space age. Space has become a thriving arena from which many companies provide essential services to society. Precisely because of this, governments are beginning to realise the need to protect these assets and safeguard their space interests. It is this cycle of continuous strategic competition that is pushing more and more states towards the need for military forces capable of fighting in space. It is this new type of warfare, orbital warfare, that we will analyse in this article. To do so, we will take an in-depth look at the battlespace and the principles of orbital warfare. The United States is leading doctrinal development in this area within NATO, and its Space Force will be the one we look at to see how these new forces might operate in the future. This is a prospective conceptual approach to this new way of warfighting.

Keywords:

Force, projection, segment, segment, orbit, Moon, kinetic, protection, regime, Lagrange.

Cómo citar este documento:

ANDRÉS HERRERO, Juan Carlos. *La guerra orbital: una aproximación conceptual*. Documento de Opinión IEEE 51/2024.

https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2024/DIEEEO51_2024_JUAAND_Orbital.pdf
y/o [enlace bie³](#) (consultado día/mes/año)

La tercera era espacial

El Sputnik-1 dio el pistoletazo de salida de la era espacial en 1957 y con ella una vertiginosa carrera tecnológica entre las dos superpotencias de la época, EE. UU. y la URSS. El hito más representativo, apogeo de esta carrera, fue la llegada a la Luna del Apolo XI en 1969. Esta primera era espacial se caracterizó por el monopolio estatal en el espacio. Para regular la interacción de las potencias espaciales de la época se desarrolló el *Corpus Iuris Spatialis*.

El tratado más destacado fue el *Tratado del Espacio Exterior* de 1967. En él se estableció el marco normativo para el desarrollo de estrategias y programas espaciales nacionales con el propósito de «aprovechar el espacio ultraterrestre en beneficio común», con un carácter pacífico. Prevalecen dos prohibiciones clave: emplazar armamento en la Luna y desplegar armas de destrucción masiva en el espacio. Sin embargo, no prohíbe expresamente el empleo de armas convencionales en órbita, lo que deja entreabierta una puerta a la posibilidad de la militarización de parte del espacio; incluso su conversión en espacio de batalla.

Desde entonces el interés por el espacio ha tenido altibajos, con una segunda era espacial en la que las empresas privadas adquirieron mayor protagonismo. Con una dependencia cada vez mayor de los servicios esenciales proporcionados por sistemas en órbita, el espacio se convierte en una zona de relevancia estratégica para la supervivencia de las naciones y la resiliencia de las sociedades. De hecho, es muy probable que estemos en pleno punto de cambio de era.

Así lo asegura el teniente general John Shaw¹ de la Fuerza Espacial de Estados Unidos (USSF), quien sostiene que el mundo ha entrado en «la tercera era espacial». A diferencia de las anteriores, el incremento de los intereses comerciales en el espacio ha desembocado en la privatización de gran parte de las actividades orbitales. El espacio se ha convertido en una zona de interés donde la fuerza militar debe ser capaz de operar

¹ «Welcome to the Third Space Age», *SpaceNews*. 29 de agosto de 2023.
Disponible en: <https://spacenews.com/op-ed-welcome-to-the-third-space-age/>
Nota: Todos los hipervínculos están activos con fecha de 27 de marzo de 2024.

en beneficio de los intereses nacionales. Por ello las políticas de seguridad y defensa se ven forzadas a buscar sinergias en el sector privado.

Si la guerra es un instrumento de la política, y la estrategia política identifica el espacio como un territorio de interés, la guerra podrá ser empleada para salvaguardar o imponer la voluntad de una parte en este nuevo territorio. La naturaleza y los fines de la guerra permanecen inmutables, mientras que los modos se adaptan a los medios disponibles. Los avances en tecnología espacial y las innovaciones disruptivas acaecidas en las últimas décadas proporcionan a la fuerza militar las herramientas necesarias para combatir en el espacio. Pero estas capacidades no afectan al espacio de manera aislada, sino que, como bien identifica la doctrina china «quien domine el espacio dominará la batalla en la tierra».

El espacio: un dominio en auge

La OTAN identificó en su *Space Policy de 2019*² el espacio como un dominio de interés para la alianza. A la cabeza del desarrollo doctrinal espacial en el entorno OTAN encontramos a la USSF. Sirva pues este marco doctrinal³ como base para realizar la aproximación conceptual que nos ocupa. Sin embargo, es indispensable acotar el ámbito espacial de estudio, ya que, de no ser así, podríamos perdernos en la inmensidad del propio espacio.

De esta manera, entendemos que la zona espacial de mayor interés en el ámbito de seguridad y defensa es aquella en el que encontramos sistemas satelitales que proporcionan servicios esenciales y desde el que la corteza terrestre puede ser influenciada. Son las zonas por las que transcurren las órbitas de estos sistemas las que realmente generan el mayor interés militar. Las fuerzas gravitacionales determinan las órbitas y el empleo de satélites y sistemas espaciales. Por ello, centraremos el estudio en el segmento orbital, el cual mantiene una íntima relación con el segmento terrestre y con la zona de comunicación que conecta ambos.

² OTAN. «NATO's approach to space». 21 de marzo de 2024. Disponible en: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_175419.htm

³ *Spacepower*. Space Capstone Publication, United States Space Force, junio de 2020. Disponible en: https://www.spaceforce.mil/Portals/1/Space%20Capstone%20Publication_10%20Aug%202020.pdf

El segmento orbital

El segmento orbital es el espacio cercano a la Tierra y se divide en tres regímenes: *geocéntrico*, *cislunar* y *solar*. Por los condicionantes tecnológicos y la naturaleza de la amenaza, el *régimen geocéntrico* es en el que las potencias espaciales centran sus esfuerzos en la actualidad, principalmente orientados al conocimiento del dominio espacial.

En este régimen encontramos las órbitas terrestres, un conjunto de trayectorias regulares y repetitivas que siguen los objetos alrededor de la Tierra⁴:

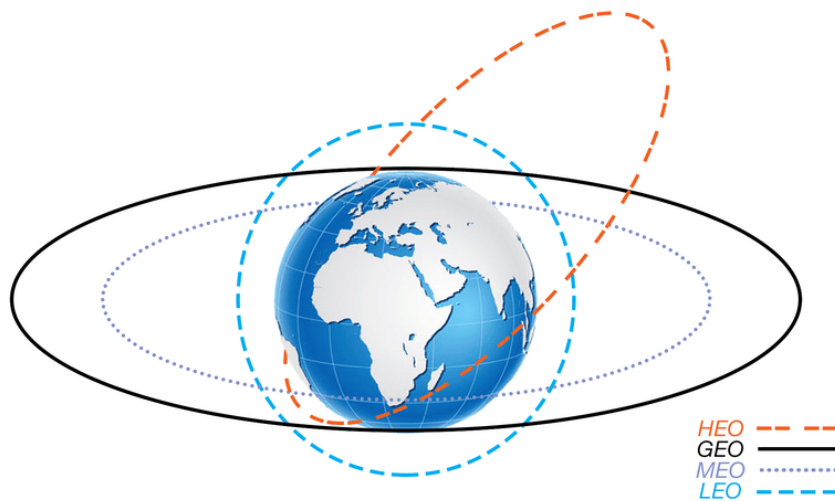


Imagen 1. Representación gráfica de las órbitas terrestres. Fuente: Johnmark O.

Órbita terrestre baja (LEO): a una distancia de entre 160 y 2.000 km. Proporcionan ventanas de cobertura cortas, lo que obliga a desplegar un mayor número de sistemas para asegurar los servicios constantes. Ideales para comunicaciones, ciencia y turismo espacial. Starlink tiene más de 5.000 satélites en órbita LEO.

Órbita terrestre media (MEO): entre 2.000 y 35.000 km, destaca la órbita semisíncrona, una MEO especial que repite un trazo terrestre idéntico tras dos evoluciones de 12 horas cada una. Ideal para sistemas de posicionamiento, navegación y tiempo, como el GPS o Galileo.

⁴ EUROPEAN SPACE AGENCY. «Types of orbits». 30 de marzo de 2020. Disponible en: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits

Órbita geoestacionaria (GEO): a unos 35.000 km en el plano del ecuador con 0° de inclinación. Los satélites permanecen estáticos con respecto a la superficie terrestre, lo que favorece su empleo en comunicaciones globales, vigilancia, monitoreo medioambiental y alerta temprana.

Órbita elíptica alta (HEO): tienen un apogeo de más de 40.000 km y un perigeo de menos de 1000 km. Las posiciones de apogeo proporcionan tiempos de permanencia muy largos sobre una misma zona de la Tierra. Es ideal para comunicaciones, estudios científicos y monitoreo medioambiental.

Sin embargo, los intereses de las potencias espaciales no se circunscriben exclusivamente a la órbita terrestre, sino que van más allá. La siguiente frontera sería el *régimen cislunar*, con la Luna como principal protagonista. Con una distancia a la Tierra de 356.000 km, la Luna ha sido identificada por las principales potencias espaciales⁵ como el emplazamiento óptimo para una base espacial avanzada previa al salto hacia Marte o el resto del sistema solar, tanto por intereses gubernamentales o comerciales. Para poder operar con libertad en el *régimen solar* será necesario asegurar el acceso a los puntos de Lagrange.

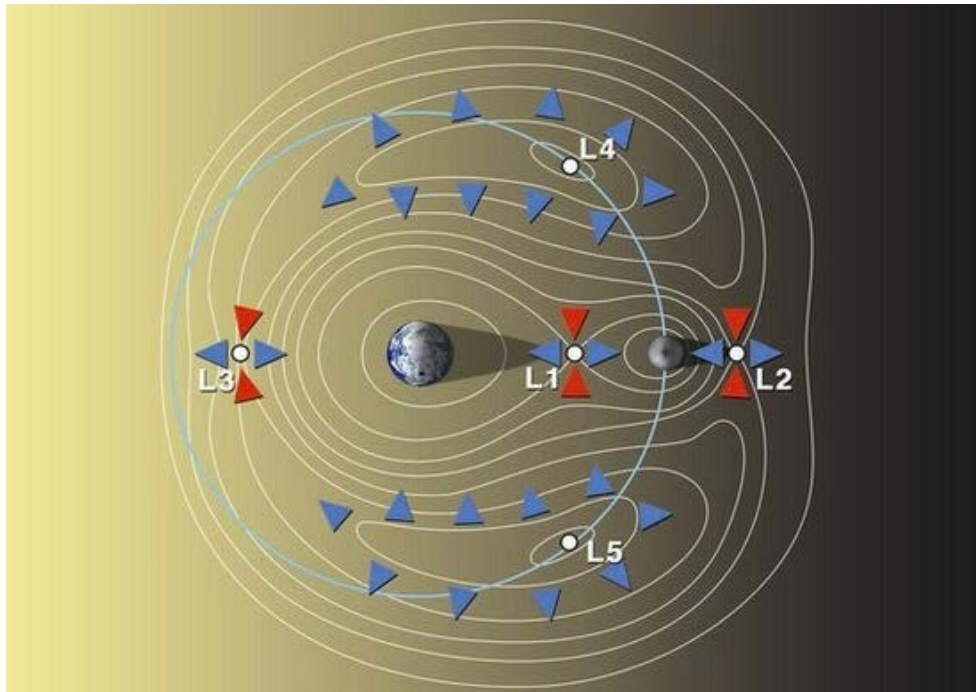


Imagen 2. Puntos de Lagrange Tierra-Luna. Fuente: Farside Exploration and Science Mission Concept

⁵ GALBREATH, Charles S. «Securing Cislunar Space and the First Island Off the Coast of Earth». Enero de 2024. https://mittellaerospacepower.org/wp-content/uploads/2024/01/Cislunar_Space_Policy_Paper_45-FINAL.pdf

Estos puntos⁶ son lugares en el espacio donde se alcanza el equilibrio entre las fuerzas gravitacionales de dos cuerpos masivos, lo que permite orbitar a objetos de masas inferiores, como satélites y naves. Esto podría convertirse en esencial para el sostenimiento de las operaciones y asegurar las comunicaciones a largas distancias.

Comprobamos cómo las fuerzas orbitales son muy determinantes para la organización del potencial espacio de batalla espacial. Por un lado, el sistema de órbitas alrededor de la Tierra, seguido de la superficie lunar como punto intermedio, que permitirá el salto a otros puntos del sistema solar, como Marte⁷, y para lo que será necesario asegurar el acceso a los puntos de Lagrange lunares y solares⁸.

De esta manera quedan identificadas las potenciales zonas de combate dentro del segmento orbital, en el cual se desarrollaría la guerra orbital. Pero para poder alcanzar y sostener las fuerzas espaciales en órbita, será necesario asegurar el acceso a las órbitas de despliegue, así como mantener abiertos canales de enlace con las fuerzas en tierra. El siguiente diagrama resume a la perfección las transiciones espaciales.

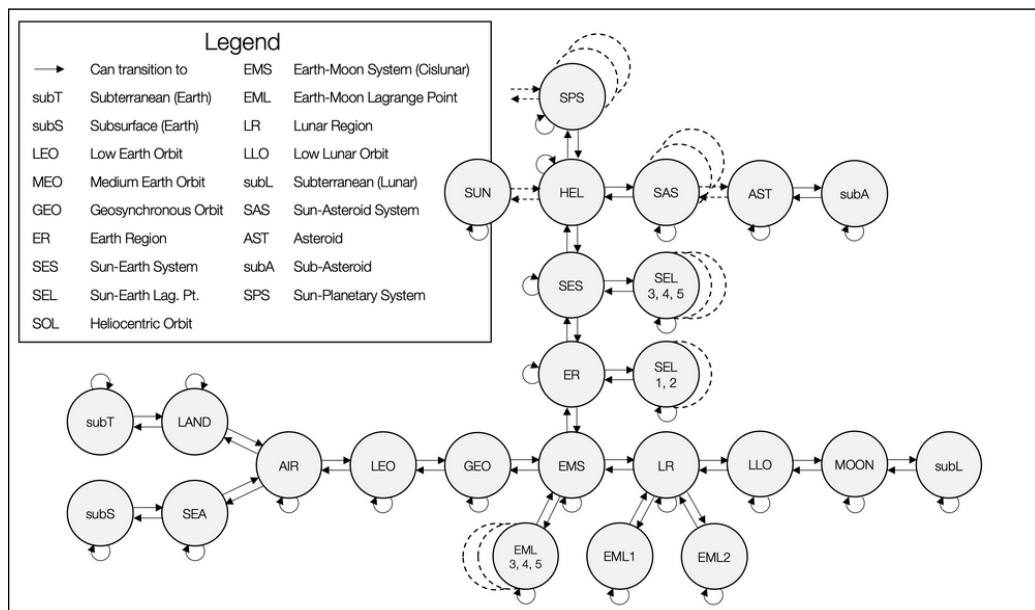


Imagen 3. Diagrama de transición en el sistema Tierra-Luna-Sol. Fuente: Marcus Holzinger

⁶ NASA. «What is a Lagrange Point?». 27 de marzo de 2018. Disponible en: <https://science.nasa.gov/resource/what-is-a-lagrange-point/>

⁷ EUROPEAN SPACE AGENCY. «Why go to Mars». Mayo de 2023. Disponible en: https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Why_go_to_Mars

⁸ HOLZINGER, Marcus. «Diagrams & Destiny - Cislunar and Solar Spacepower». 8 de marzo de 2023. Disponible en: <https://www.marcusholzinger.com/diagrams-destiny-cislunar-and-solar-spacepower/>

El segmento de comunicación espacial

Las líneas de comunicación espaciales, tanto físicas como electromagnéticas, son aquellas utilizadas para el movimiento de personal, material e información en, desde y hacia el espacio. Son un elemento clave del dominio espacial ya que permiten la entrada y salida de los elementos esenciales para las operaciones orbitales. Fundamentalmente son las trayectorias de lanzamiento, las órbitas, los enlaces de comunicaciones entre sistemas en el segmento orbital y los nodos en el segmento terrestre. Estas líneas de comunicación no solo son relevantes para los activos espaciales, sino también para aquellos en tierra. Por estos canales transitan los datos de servicios esenciales como GPS, comunicaciones o imágenes satelitales.

Asegurar el acceso al espacio para el despliegue, apoyo y sostenimientos de una fuerza espacial requerirá, primero, controlar las líneas de comunicación entre el segmento terrestre y el orbital. Igualmente, estas líneas de comunicación podrán ser negadas al adversario para evitar la proyección de su poder militar espacial o interrumpir su sostenimiento. Si bien las fuerzas espaciales podrán contar con capacidades orgánicas para asegurar este acceso, serán las operaciones multidominio las que los garanticen.



Imagen 4. Representación del segmento de comunicación espacial. Fuente: Newspace Electronics

La combinación de sistemas de guerra electrónica, defensa aérea, y aeronaves de las fuerzas terrestres, navales y aéreas será clave para defender estos canales de acceso. Las operaciones en el ciberespacio, transversal a todos los dominios, tendrán un papel esencial para la protección de los procesos digitales que emplean estos canales de comunicación vitales para la conexión entre el segmento espacial y el terrestre.

El segmento terrestre

La cercanía al ecuador es un concepto clave para el establecimiento de los puertos espaciales desde los que se realizan los lanzamientos espaciales. Debido a que la Tierra es achatada en los polos, en el ecuador la atracción gravitacional es ligeramente menor que en otros puntos del planeta. La *dirección de lanzamiento oeste-este* es la más habitual, ya que permite aprovechar la mayor fuerza centrífuga creada por la rotación terrestre. Los puertos espaciales suelen establecerse *cerca del mar o zonas desérticas* para evitar áreas pobladas en caso de un fallo en el lanzamiento.

En definitiva, existen criterios de eficiencia en el lanzamiento orbital que influyen en la selección de los puertos o bases espaciales. Si bien Ecuador, Brasil, Guinea Ecuatorial, Kenia, Somalia o Indonesia reúnen todas las características para albergar puertos especiales, existen otros criterios de impacto como la seguridad, la accesibilidad, la densidad de tráfico aéreos, la climatología y criterios ecológicos. Poniendo el foco sobre Cabo Cañaveral, observamos que su latitud es 28°23'18"N, relativamente alejada del ecuador. Por ello, llegamos a la conclusión de que una base espacial no tiene por qué estar exactamente sobre el ecuador.

Sorprendentemente, las islas Canarias, con una latitud media de 28°45'43"N comparten las características de Cabo Cañaveral, a excepción de la accesibilidad por tierra. ¿Podría España establecer un puerto o base espacial en las islas Canarias? La respuesta es sí. El INTA lleva trabajando desde 1996 en el Centro de Lanzamiento Espacial de La Isla de El Hierro. Sin embargo, protestas ecologistas han ido interrumpiendo su desarrollo hasta la fecha. Estaría situado en proximidades de El Pinar, con latitud 27°36'55"N y con el puerto marítimo de Restinga a 3 km. Este puerto espacial podría ser de uso dual para fines comerciales o de defensa.

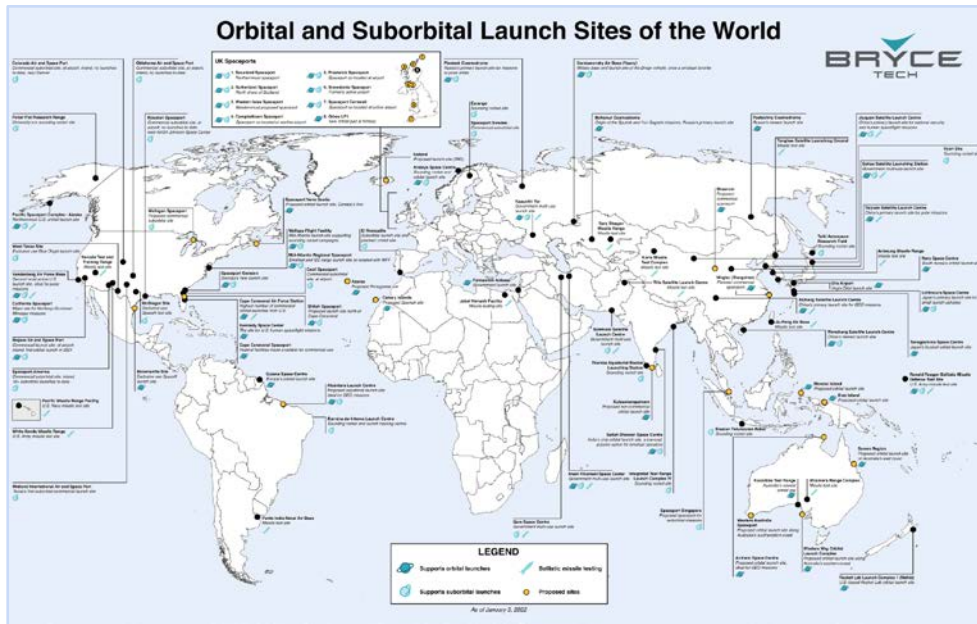


Imagen 5. Mapa con la situación actual de puertos espaciales en el mundo. Fuente: Brycotech

Fuera de España, Reino Unido y Virgin Orbit han iniciado la construcción del Puerto Espacial de Cornwall⁹ para lanzamientos horizontales, mientras que Alemania ha optado por el German-Offshore Spaceport Alliance (GOSA), un buque-lanzadera que entrará en funcionamiento a mediados de 2024¹⁰. En definitiva, los puertos y bases espaciales se convierten en un elemento clave, primordial, para la guerra orbital, ya sea para el lanzamiento de sistemas, suministros, repuestos u otras cargas.

Contar con zonas en el segmento terrestre desde la que parten las líneas de comunicación hacia la órbita será el primer paso para la creación de una fuerza espacial. Es importante destacar que el segmento terrestre incluye los dominios clásicos terrestre, marítimo y aéreo. Si bien mayoritariamente los puertos espaciales se encuentran en tierra, muchos de ellos estarán en zonas costeras; y como ya hemos visto, algunos países han optado por emplear plataformas *offshore* o incluso buques para sus lanzamientos espaciales.

⁹ JAMES, Huw. «Cornwall: de capital británica del surf a súper potencia espacial». 3 de enero de 2023. Disponible: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2023/01/cornwall-de-capital-britanica-del-surf-a-super-potencia-espacial>

¹⁰ «¿Por qué Alemania construye su propio puerto espacial para lanzar cohetes?», *El Universal*. 20 de octubre de 2023. <https://www.eluniversal.com.co/ciencia/por-que-alemania-construye-su-propio-puerto-espacial-para-lanzar-cohetes-NI9291438>

La guerra orbital: nuevas herramientas

La OTAN no cuenta aún con doctrina conjunta en esta materia, por lo que nos fijamos una vez más en el marco doctrinal desarrollado por la USSF. Su marco doctrinal identifica hasta siete disciplinas de la guerra espacial que una fuerza militar debe dominar para operar en el espacio. La primera es la *guerra orbital*, para la cual se requiere la capacidad de realizar maniobras orbitales ofensivas y defensivas para proteger el acceso al espacio y negárselo al adversario. Los ejercicios «Red Skies» de la USSF se orientan a esta disciplina.

Complementariamente, la *guerra electrónica espacial* será necesaria para gestionar el espectro electromagnético, negándose al adversario mediante acciones no cinéticas. En este sentido, la USSF emplea los ejercicios «Black Skies» para desarrollar sus procedimientos. *Operaciones cibernéticas*: defender las redes globales de las que depende la fuerza militar mediante ciberseguridad en sistemas críticos y acciones ofensivas sobre el adversario. Los ejercicios *Blue Skies* de la USSF se centran precisamente en esta disciplina.

La *gestión de batalla espacial* permitirá alcanzar la conciencia situacional espacial que garantice la toma de decisiones necesaria para identificar objetivos y cumplir la misión. *Inteligencia militar*: aprovechar las ventajas inherentes al espacio para la obtención de información y la detección de amenazas para defender el dominio espacial. Para ello será fundamental garantizar el *acceso y sostenimiento espacial* mediante procesos de apoyo que permitan mantener y prolongar las acciones en el espacio. *Ingeniería y adquisición*: garantizar que la fuerza militar espacial cuenta con la tecnología y sistemas necesarios para operar con éxito en el espacio.

Si bien todas las disciplinas son esenciales y están interconectadas, la que prevalece sobre las demás es la guerra orbital. La US Space Force creó en 2020 el Delta 9 como unidad de referencia para esta nueva forma de guerra, con sede en la Base de la Fuerza Espacial de Schriever (Colorado). Su misión es la de «llevar a cabo operaciones de protección y defensa espacial, así como proporcionar opciones de respuesta para disuadir y, cuando sea necesario, derrotar amenazas orbitales».

Las capacidades identificadas para poder llevar a cabo esta misión son: *el conocimiento del dominio espacial*, la *proyección del poder de combate*, el *apoyo al segmento orbital* y el *apoyo al segmento terrestre*. Analicemos las características de *cada una de ellas para construir una idea más precisa de sus posibles consideraciones en la guerra orbital*.

Conocimiento del dominio espacial

La USSF ha orientado sus esfuerzos hacia la potenciación de su capacidad de Conciencia Situacional Espacial. Para ello, desde 2010 ha ido creando una constelación de satélites de vigilancia, constituidos por el Space Based Surveillance System¹¹ (SBSS), un sensor orientado al *Space Domain Awareness* (SDA) capaz de identificar satélites en LEO, GEO y GSO. Posteriormente fue complementado con el Geosynchronous Space Situational Awareness Program (GSSAP).

En el ámbito europeo, la *European Union Agency for Space Program* (EUSPA) asignó en julio de 2023 el *Space Situational Awareness* (SSA) al EUSPA's Galileo Security Monitoring Centre¹² (GSMC), situado en Madrid. Esta labor la heredó del Centro de Satélites de la Unión Europea (SatCen). Su principal capacidad es la *Space Surveillance and Tracking* (SST), la cual se emplea para vigilar la presencia de objetos artificiales en el espacio, de gran interés para la materia que nos ocupa.

Se centra en la *prevención de colisiones*, evaluando el riesgo de colisión entre satélites o entre satélites y basura espacial; *análisis de reentrada*, para medir el riesgo de reentrada incontrolada de objetos espaciales artificiales en la atmósfera terrestre; y el *análisis de fragmentación* para la detección y caracterización de fragmentaciones, roturas o colisiones en órbita. Adicionalmente lleva a cabo el *monitoreo de previsión meteorológica espacial* y el *monitoreo de objetos cercanos a la Tierra* (NEO). Estos cometidos fueron heredados del anterior, ambos situados en Madrid.

¹¹ SPACE OPERATIONS COMMANDS (USSF). «Space Based Space Surveillance». Consultado en marzo de 2024 en: <https://www.spoc.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/2381700/space-based-space-surveillance>

¹² EUSPA. «What we do». Consultado en febrero de 2024 en: <https://www.euspa.europa.eu/about/what-we-do/security>

Proyección del poder de combate

Con base en los intereses nacionales, el espacio, y más concretamente las zonas clave, puede ser objeto de acciones tácticas ofensivas y defensivas. Estas acciones comparten una serie de capacidades que pueden ser empleadas de manera dual (civil y militar). De todas ellas, destacamos los sistemas antisatélite, los sistemas coorbitales y las operaciones *con naves espaciales*.

China, Rusia y Estados Unidos se encuentran inmersos en una carrera por el dominio en los sistemas de armas antisatélite (ASAT). En 2007, China mostró su capacidad ASAT con el SC-19 en 2007, llegando recientemente a realizar una prueba con un nuevo misil que alcanzó la órbita GEO, un logro sin precedentes. Rusia demostró su capacidad en 2021 con el A-235 «Nudol», mientras que India también realizó en 2019 con éxito la prueba del PDV Mk-II, un vehículo interceptor cinético sin carga explosiva que fue capaz de *destruir un blanco en órbita LEO*.

A diferencia de los ASAT convencionales, los *sistemas coorbitales* (Co-orbital ASAT) primero alcanzan una órbita cercana al objetivo desde la que comienzan una maniobra de aproximación hasta alcanzarlo. Estos satélites pueden impactar directamente contra el objetivo, o albergar sistemas secundarios para realizar acciones quirúrgicas sobre activos enemigos. Un ejemplo sería el *Roaming Dragon* chino, un satélite lanzado en 2016 con un sistema secundario con brazo robótico capaz de capturar basura espacial y lanzarla de vuelta a la superficie terrestre. Esta capacidad podría ser empleada en el ámbito militar, capturando y sacando de órbita satélites enemigos en caso de guerra.

En definitiva, una capacidad de gran impacto en un futuro cercano, pero que conlleva inconvenientes. El más evidente es que estas acciones ofensivas generan basura espacial que puede dañar gravemente otros activos espaciales. Un ejemplo lo encontramos en la prueba rusa de 2021 que obligó a los tripulantes de las Estación Espacial Internacional a refugiarse en la cápsula de escape¹³.

Sin embargo, parece inevitable relacionar directamente la guerra orbital con el empleo de *naves espaciales*. Aunque las operaciones con naves espaciales parecen cosas de ciencia ficción, ya se han dado los primeros pasos para hacerlo realidad. Desde 2010,

¹³ DRAKE, Nadia. «Russia just blew up a satellite», *National Geographic*. 16 de noviembre de 2021. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/russia-just-blew-up-a-satellite-heres-why-that-spells-trouble-for-spaceflight>

DARPA y Boeing están desarrollando el Orbital Test Vehicle X-37B¹⁴. Se trata de un transbordador espacial de pequeñas dimensiones con bodega de carga asignado al Delta 9 de la USSF. En diciembre de 2023 comenzó su séptimo vuelo no tripulado, denominado OTV-7, a bordo del cohete pesado Falcon de Space X¹⁵. Este vuelo tiene como objeto experimentar con tecnologías relacionadas con la conciencia situacional espacial e investigar los efectos de la radiación. Es reseñable que en su anterior misión estuvo en órbita durante 908 días, casi dos años y medio.

Por su parte, la Corporación de Ciencia y Tecnología Aeroespacial de China comenzó en 2020 el desarrollo de su propio vehículo espacial no tripulado, el Chongfu Shiyong Shiyang Hangtian Qi (CSSHQ)¹⁶. Su segunda misión orbital, de 276 días de duración, finalizó en mayo de 2023. Ambos vehículos están rodeados por un halo de misterio y secretismo. tanto es así, que se desconoce cuáles son exactamente las operaciones que han llevado a cabo durante sus vuelos de prueba. La USSF informó de que, durante su último vuelo, el CSSHQ podría haber liberado algún tipo de objeto en órbita, seguramente un satélite de pequeñas dimensiones.



Imagen 6. X-37B estadounidense. Fuente: Boeing. Imagen 7. CSSHQ chino. Fuente: CASIC

Con el desarrollo de estas capacidades, se abre la puerta a la posibilidad de llevar a cabo actividades ofensivas y defensivas espaciales. Esta clase de vectores espaciales permitirían proyectar el poder de combate para ejecutar acciones tácticas, como

¹⁴ «Esto es todo lo que se sabe del X-37B, el avión secreto que lanzará Estados Unidos», *El Confidencial*. 12 de diciembre de 2023. Disponible en: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2023-12-12/todo-lo-que-se-sabe-x-37b-lanzamiento_3791395/

¹⁵ «US military's X-37B robot spaceplane blasts off on secret mission aboard SpaceX rocket», *The Guardian*. 29 de diciembre de 2023. Disponible en: <https://www.theguardian.com/science/2023/dec/29/us-military-x-37b-robot-spaceplane-spacex-falcon-heavy-rocket-secret-mission>

¹⁶ «China: the new space superpower», *The Guardian*. 28 de agosto de 2016. Disponible en: <https://www.theguardian.com/science/2016/aug/28/china-new-space-superpower-lunar-mars-missions#:~:text=It%20was%20the%20secondary%20payload,burn%20up%20in%20Earth's%20atmosphere.>

intercepciones o incursiones espaciales sobre sistemas enemigos. Al mismo tiempo, se podrían llevar a cabo acciones defensivas para la protección de activos espaciales esenciales, misiones en la que se centran los ejercicios *Red Skies* del USSF.

Un aspecto esencial para estas operaciones será el tiempo de reacción. Alcanzar la superioridad espacial en el momento y lugar de elección proporcionará ventajas tácticas a la fuerza militar. Aquí la clave está en el tiempo necesario para comenzar a generar efectos. Los *sistemas preposicionados* en el segmento orbital podrán estar orientados a las zonas clave y de mayor interés. Aunque las plataformas de reacción podrían estar tripuladas, la mejor opción parece ser la de emplear vehículos espaciales no tripulados¹⁷, con capacidad de recarga solar para permanecer en órbita tiempos prolongados.

Por otra parte, estaría la posibilidad de emplear *sistemas modulares preparados* para ser lanzados desde el segmento terrestre en un tiempo de reacción reducido. Esto permitiría reconfigurar las naves para adaptarse mejor a la misión, y si fuera necesario tripularlas. En la actualidad, los tiempos de reacción desde que se activa una unidad hasta que se realiza el lanzamiento es de 24 horas, aunque el objetivo es reducirlo a menos de 12 horas.

Apoyo al segmento orbital

La capacidad de apoyo mutuo entre los sistemas orbitales y las instalaciones en tierra son esenciales. Para ello se emplearán *sistemas de guerra electrónica (EWS)* y *armas energía dirigida (DEW)* que atravesarán el segmento de comunicación. La tecnología actual ya permite realizar acciones ofensivas con EWS sobre objetivos espaciales, como se demostró en el ejercicio Black Skies 23-3¹⁸.

¹⁷ «La guerra en el espacio ya no es ciencia ficción», *The Economist*. 4 de febrero de 2024. Disponible en: <https://www.infobae.com/economist/2024/02/04/la-guerra-en-el-espacio-ya-no-es-ciencia-ficcion-estados-unidos-china-y-rusia-estan-enfrascados-en-una-nueva-lucha/>

¹⁸ «Space Force Conducts Its Biggest Electronic Warfare Exercise Ever», *Air and Space Forces*. 6 de octubre de 2023. [Space Force Conducts Its Biggest Electronic Warfare Exercise Ever \(airandspaceforces.com\)](https://www.airandspaceforces.com/news/space-force-conducts-its-biggest-electronic-warfare-exercise-ever)

El USSF realizó un ejercicio de «fuego real» empleando sistemas de SEW (Space Electronic Warfare) sobre satélites reales en órbita GEO. La capacidad SEW permitirá interferir señales enemigas de comunicaciones, geolocalización o control de UAV. Estos SEW se emplean principalmente para *jamming* (interferencia) o *spoofing* (suplantación) de las señales de emisión y recepción entre activos espaciales en órbita y las estaciones de control en tierra. También podrían ser empleados para cegar los satélites de vigilancia de la superficie terrestre que emplean radares de apertura sintética (SAR). El Delta 3 de la USSF ya cuenta con EWS capaces de alcanzar objetivos en órbitas GEO, como el Counter-Communications Systems (CCS).



Imagen 8. Sistema de contra comunicaciones satelital del USSF. Fuente: L3Harris

Con respecto a las DEW, identificamos como las de mayor aplicación en el ámbito espacial a las de microondas y los láseres. Las microondas de alta potencia (HPM) son el sistema con mayor potencial para convertirse en el «*must*» de cualquier fuerza espacial con capacidad ofensiva. Emplean pulsos de microondas concentrados que pueden dañar o desactivar componentes electrónicos de activos espaciales. Por otro lado, los láseres de alta energía (HEL) utilizan haces de luz concentrada para neutralizar o destruir diferentes objetivos orbitales, aéreos o incluso terrestres.

Su precisión y rapidez de empleo ha potenciado su desarrollo en los últimos años. Sin embargo, el alto consumo de energía y su elevado peso y volumen complican la posibilidad de proyectarlo a órbita en la actualidad, aunque el desarrollo tecnológico podría convertirlos en armas de energía dirigida satelitales (SDEW). En la actualidad se emplean para actuar sobre objetivos en órbitas LEO empleando sistemas instalados tanto en tierra como en mar. Si la potencia es moderada, permite interferir en el normal funcionamiento de los sensores de satélites, mientras que, con una potencia superior, pueden llegar a neutralizarlos o incluso destruirlos.

China ha avanzado mucho en esta materia en los últimos años, y en la actualidad podría contar hasta con tres emplazamientos para sistemas láser. Igualmente, Rusia lleva trabajando décadas en el desarrollo de sistemas láser contrasatélites. Desde 2022 cuenta con los sistemas Persvet y el Kalina¹⁹, empleados activamente durante la guerra con Ucrania para cegar satélites de vigilancia extranjeros.

Apoyo al segmento terrestre

Innumerables procesos militares, y civiles, dependen de los servicios proporcionados por los sistemas espaciales. Por ejemplo, las *comunicaciones satélite* aseguran el mando y control en operaciones alejadas de nodos de comunicaciones terrestres como zonas aisladas y alta mar. Por otro lado, los sistemas de *posicionamiento, navegación y tiempo (PNT)* como el GPS (EE. UU.), Galileo (EU), Glonass (Rusia) o BDS (China) se han convertido en una herramienta militar prácticamente vital para el ámbito civil y militar.

La capacidad de *vigilancia y reconocimiento* empleará diferentes tipos de sensores electroópticos y radares de apertura sintética para incrementar la conciencia situacional de una zona de operaciones específica. Complementariamente el *monitoreo medioambiental* anticipará el impacto meteorológico en las operaciones militares, el cual puede llegar a ser crítico.

¹⁹ OLIMPIO, Guido. «¿Qué son Zadira y Peresvet? Las nuevas armas láser utilizadas por Rusia en Ucrania», *El Mundo*. 20 de mayo de 2022. <https://www.elmundo.es/internacional/2022/05/20/6287390efc6c83020f8b4577.html>

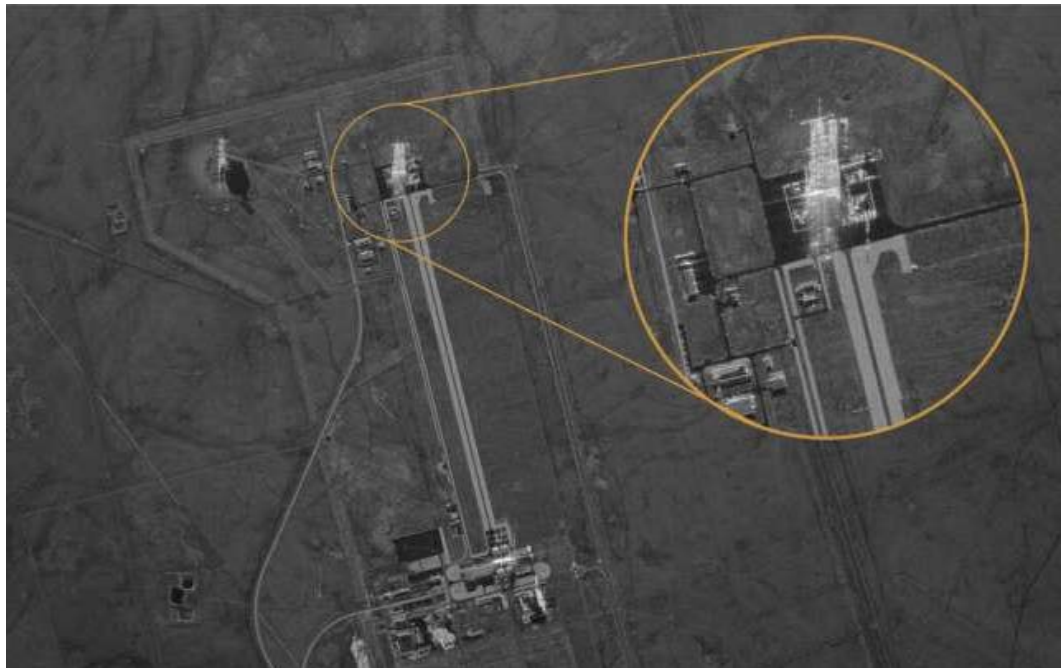


Imagen 9. Imagen satélite del centro espacial chino de Jiuquan. Fuente: Capella Space

Pero existen capacidades exclusivamente militares de gran relevancia. El sistema de *alerta de misiles* balísticos e hipersónicos²⁰ basa parte de su funcionamiento en satélites que sirven de alerta temprana ante el lanzamiento y permiten localizar y seguir estas amenazas. También el sistema de *detección de explosiones nucleares* emplea satélites equipados con detectores de neutrones y rayos x y gamma que localizan un evento nuclear.

La organización del combate orbital: consideraciones doctrinales

Para la Estados Unidos²¹ las operaciones espaciales ofensivas y defensivas se llevarán a cabo mediante capacidades directas o con capacitadores contra activos espaciales enemigos (segmento orbital), contra estaciones de control en tierra (segmento terrestre) o cortando el enlace entre ambos (segmento de comunicación). En este caso, una acción

²⁰ «La red de satélites de EE. UU. que detectará los misiles hipersónicos», *El Español*. 11 de diciembre de 2022. https://www.elespanol.com/omicron/defensa-y-espacio/20221211/constelacion-satelites-detectara-misiles-hipersonicos-rusia-china/722427841_0.html

²¹ JOINT CHIEFS OF STAFF (EE. UU.). *Joint Space Operation JP 3-14*. 26 de octubre de 2020.

conjunta podría emplear fuerzas terrestres para atacar una estación de control en tierra, mientras que una aeronave de guerra electrónica cortaría el enlace de datos para aislar y degradar la capacidad de defensa de un activo orbital, todo en beneficio de la acción llevada a cabo por una nave espacial sobre un satélite enemigo.

El área de operaciones donde se llevarán a cabo estas acciones tendrá una aproximación vertical, en relación con la altura o distancia desde la superficie terrestre. Si el espacio comienza a los 100 km de altura, en la conocida como línea de Karman, todo lo que haya más allá se podrá considerar como la zona de operaciones orbital. Como ejemplo, el Mando Espacial del USSF extiende su área de responsabilidad más allá de la órbita GEO para incluir el régimen cislunar y sus puntos de Lagrange.

En definitiva, las estrategias a seguir y el área de influencia dependerá en gran medida de las capacidades de cada fuerza espacial. Sin duda, esto tendrá un gran impacto en la doctrina a desarrollar, así como las responsabilidades que podrá llegar a asumir cada fuerza. Basándonos en el diagrama de transición en el sistema Tierra-Luna-Sol de Marcus Holzinger, y sin una clasificación oficial al respecto, podríamos aproximarnos a una en la que encontraríamos tres tipos de fuerzas espaciales: A, B y C.

Las *tipo A* serían capaces de proyectar y operar sistemas espaciales en órbitas terrestres con capacidades no cinéticas y orientadas al apoyo al segmento terrestre. Las *tipo B* podrían, adicionalmente, llevar a cabo acciones cinéticas en apoyo al segmento orbital dentro de las órbitas terrestres y acciones no cinéticas en el régimen cislunar. Por último, las *tipo C*, además de lo anterior, podrían llevar a cabo acciones cinéticas en el régimen cislunar y no cinéticas en el régimen solar. Nos podríamos aventurar a incluir un *tipo D*, capaz de ir más allá y operar con libertad en todo el sistema solar. Sin embargo, a medio plazo parece poco probable.

Conclusiones

La guerra orbital está ineludiblemente ligada a la ciencia espacial. Al igual que ocurre con los submarinistas o pilotos, los miembros de las fuerzas espaciales deberán estar familiarizados con la *física espacial* y las peculiaridades del dominio en el que van a operar. Hemos identificado la gran dependencia mutua entre el segmento orbital y terrestre, casi simbiótica, localizando un elemento clave en las *líneas de comunicación*

que los une. Destaca también la importancia de los *puertos espaciales*, cuyas localizaciones potenciales, tanto terrestres como marítimas son reducidas.

Por otra parte, también hemos anticipado la importancia que empiezan a cobrar los *puntos de Lagrange*, tanto los Tierra-Luna como los Tierra-Sol, en relación con intereses científicos y de expansión. Es en este punto donde la *Luna* vuelve a cobrar importancia, destacándose como elemento clave para el establecimiento de una base avanzada que permita dar el salto hacia *Marte* y el resto del sistema solar.

Para salvaguardar los intereses de cada nación y limitar el acceso al espacio de sus adversarios, las fuerzas espaciales deberán disponer de un rango de capacidades espaciales para combatir en la conocida como guerra orbital. Estas capacidades pueden englobarse en *conocimiento del entorno espacial*, *proyección del poder de combate*, *apoyo al segmento orbital* y *apoyo al segmento terrestre*. Todas ellas conllevan la inherente necesidad de contar con tecnología avanzada que permita poner en práctica las diferentes disciplinas de la guerra orbital. Es prioritario para ello la identificación, inversión y desarrollo de capacidades militares orientadas al espacio.

*Juan Carlos Andrés Herrero**

Comandante del Cuerpo de Infantería de Marina