



LA DEFENSA ASMD ANTE LA NUEVA AMENAZA DE MISILES HIPERSÓNICOS

Ángel DE MIGUEL LÓPEZ



Introducción



N el año 2018, el presidente ruso Vladimir Putin anunciaba en su discurso sobre el estado de la nación que Rusia se encontraba en fase avanzada de desarrollo de seis «superarmas» que, según el propio mandatario, «podrían dejar inservible cualquier sistema de defensa de la OTAN» (1). Entre éstas, se encontraban el sistema balístico intercontinental Sarmat, el vehículo

(1) «Los nuevos detalles de las 6 “superarmas” de Rusia que Putin asegura podrían “dejar inservible” el sistema de defensa de la OTAN». *BBC News Mundo* (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-44907701>).

submarino multipropósito *Poseidón* y dos misiles con una supuesta tecnología nunca vista hasta la fecha: los hipersónicos Avangard y Kinzhal. Rusia pasaba así a tomar la delantera en el desarrollo de tecnología hipersónica militar, a la que el propio Putin se ha referido en numerosas ocasiones como «el arma del futuro» (2).

A partir de entonces, han sido muchos los países que han acelerado el desarrollo de programas de armamento hipersónico al objeto de asegurar el mantenimiento del *statu quo* internacional conseguido desde la Guerra Fría gracias a la disuasión nuclear.

En el mes de marzo de 2022, Rusia reconoció el empleo de armas hipersónicas contra Ucrania, siendo éste el primer conflicto armado de la historia en el que se dispone de este tipo de armamento. Si bien es cierto que su empleo en combate es ya una realidad, de momento se están utilizando con matices y su uso es limitado. La guerra de Ucrania está sirviendo, no obstante, para perfeccionarlas y acelerar su desarrollo.

Este artículo trata de ayudar al lector a entender qué son las armas hipersónicas, su estado actual de desarrollo y qué posibles capacidades de defensa existen ante un arma realmente formidable.

¿Qué son los misiles hipersónicos?

La definición más sencilla es la de un misil capaz de moverse a más de cinco veces la velocidad del sonido (Mach 5), pudiendo además maniobrar durante su vuelo (esto es, no sigue una trayectoria balística). Por decirlo de otra manera, un misil hipersónico es aquél que combina la velocidad y alcance de los misiles balísticos con la maniobrabilidad y altura de los misiles de crucero antibuque tradicionales.

La capacidad de llevar a cabo un vuelo hipersónico no es ninguna novedad. De hecho existe desde hace más de 50 años, cuando los Estados Unidos consiguieron, gracias al proyecto *Bumper* (3), poner un cohete en el aire que alcanzó la velocidad de Mach 6.5. A día de hoy, prácticamente la totalidad de los misiles balísticos intercontinentales (ICBM) alcanzan velocidades hipersónicas en su trayectoria de reingreso en la atmósfera, pudiendo llegar incluso a la velocidad de Mach 20. No obstante, sólo son capaces de mantener estas velocidades durante un período breve tiempo. En lo que a velocidad se refiere,

(2) «Rusia se rearma con el misil hipersónico Avangard, “el arma del futuro”». *El Confidencial* (https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-12-27/rusia-misil-hipersonico-avangard-arma-futuro_2392680/).

(3) HMONG: Historia y física del vuelo hipersónico (https://hmong.es/wiki/Hypersonic_flight).

la principal ventaja diferenciadora que ofrece un misil hipersónico es que es capaz de mantener su velocidad hipersónica de manera sostenida a lo largo de toda su trayectoria, haciéndolo además a una altura mucho menor que la mayoría de los misiles balísticos tradicionales. Su altura de vuelo suele rondar entre los 20 y los 100 km dependiendo del tipo de misil (planeadores o de crucero), por lo que estas armas son principalmente endo-atmosféricas, lo que les permite volar desde muy lejos por debajo del horizonte visual de la mayoría de los sistemas de defensa.

Por último, al contrario de lo que su propio nombre sugiere, la mayor capacidad de un misil hipersónico no es su velocidad, sino su evasividad o capacidad de maniobrar para efectuar trayectorias impredecibles (principalmente en su fase final). Los ICBM siguen una trayectoria balística predecible, lo que le proporciona al defensor, mediante modernos sistemas de defensa balísticos (como el BMDS americano con el misil Standard SM-3), hacer un cálculo preciso con altas probabilidades de interceptar el misil durante su fase espacial. Sin embargo, esta capacidad de efectuar cambios de dirección a velocidades tan elevadas posibilita a las armas hipersónicas evadirse de los sistemas de defensa aérea más avanzados, complicando enormemente el problema del enfrentamiento.

La suma de todas estas características (alta velocidad sostenida, baja altura y maniobrabilidad) hace de los misiles hipersónicos un arma tan formidable y un auténtico quebradero de cabeza para la gran mayoría de sistemas de defensa aéreos actuales.

¿Qué tipos de misiles hipersónicos hay?

Se clasifican principalmente por su tipo de propulsión, pues es éste el principal problema al que debe enfrentarse el misil para conseguir mantener su velocidad hipersónica de manera sostenida. Actualmente, existen dos modelos principales: los vehículos planeadores hipersónicos (HGV) y los misiles de crucero hipersónicos (HCM).

Los HGV son vehículos no autopropulsados, que consiguen alcanzar el régimen de velocidad hipersónico gracias a la acción de un propulsor externo (un misil balístico tradicional capaz de llegar a velocidades hipersónicas durante un breve período de tiempo). El HGV es propulsado hasta el espacio o cerca de éste pero, al contrario que los misiles balísticos, el tiempo que pasa fuera de la atmósfera es prácticamente nulo, ya que una vez que ha alcanzado la orientación y el ángulo óptimo para dirigirse hacia el blanco se desprende de su propulsor externo planeando a velocidades hipersónicas hacia su objetivo. Esto lo consigue gracias a una forma optimizada que le permite reducir la resistencia y mejorar la sustentación.

La altura de vuelo de un HGV ronda entre los 40 y los 100 km, dependiendo de la fase. En general, su velocidad va disminuyendo a lo largo de la fase de planeo debido al estrés mecánico y térmico al que se ve sometido el misil. Su alcance y velocidad inicial dependerán del empuje inicial y de la pérdida de energía cinética a medida que va rebotando en las diferentes capas de la atmósfera.

Por otro lado, los HCM, también conocidos como *air-breathing*, son aquellos que alcanzan velocidades superiores a Mach 5 gracias al impulso proporcionado por un sistema de propulsión mejorado denominado *scramjet*. Si bien un cohete normal se propulsa con la mezcla entre combustible y oxígeno almacenado en un tanque, el *scramjet* utiliza el oxígeno de la atmósfera que el misil encuentra a su paso, eliminando el tanque de oxígeno, lo que hace que sea más ligero y además tenga mayor alcance al disponer de oxígeno ilimitado. Su altura de vuelo oscila entre los 20 y 30 km, ostensiblemente más bajos que los HGV, pero generalmente más lentos y menos maniobrables.



(Fuente: Corporación RAND, 2017)

Estado real de desarrollo de los misiles hipersónicos

Una vez conocidas las características y los tipos de vehículos hipersónicos que se están desarrollando, ha llegado el momento de preguntarse: ¿son estas armas ya una realidad o simplemente un nuevo proyecto armamentístico a tener en cuenta en las guerras del futuro?

De las tres potencias que se encuentran en la carrera por conseguir el desarrollo de tecnología militar hipersónica, Estados Unidos, China y Rusia, sólo

esta última afirma tener vehículos hipersónicos plenamente operativos ya incorporados a su arsenal de misiles. Rusia dispone en la actualidad de tres sistemas de misiles hipersónicos, el Kinzhal, el Zircon y el Avangard (4). De ellos, el único que realmente ha sido empleado en combate es el Kh-47 Kinzhal, en la guerra de Ucrania. Se trata de un misil lanzado desde aeronaves, capaz de alcanzar velocidades hipersónicas gracias al impulso inicial proporcionado por la velocidad del avión lanzador (*MiG-31* modificado, capaz de volar a Mach 3). El Kinzhal en sí no cumple la definición de arma hipersónica. No es un vehículo de planeo ni tampoco un misil de crucero impulsado por un *scramjet*, sino que utiliza el motor cohete de un misil Iskander con pequeñas modificaciones. En el momento del lanzamiento, se encuentra ya a la altura deseada, por lo que no necesita consumir combustible para ascender, disponiendo de mayor depósito para aumentar el alcance e incrementar su velocidad hasta régimen hipersónico.

Sobre su capacidad de llevar a cabo maniobras evasivas, Rusia afirma que el misil es capaz de maniobrar, pero este hecho tampoco se ha demostrado. Ucrania ha confirmado el derribo de al menos seis de ellos utilizando baterías de misiles Patriot (5), lo cual indicaría que o bien estos misiles todavía están



MiG-31K con misil Kinzhal. (Fuente: *Mil.Ru*)

(4) «Guerra en Ucrania: qué son los misiles hipersónicos que Rusia está utilizando en el conflicto (y cómo pueden cambiar las guerras del futuro)». *BBC News Mundo* (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-64908724>).

(5) «Los misiles hipersónicos rusos ya no son tan peligrosos: por qué los Patriot los derriban». *El Confidencial* (https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2023-05-13/hipersonicos-patriot-kinzhal-misiles-rusia-ucrania_3628519/).

en desarrollo o que existe un gran avance en el sistema de defensa Patriot proporcionado por los Estados Unidos. Aunque puede haber margen de mejora, es el primero de su clase que entra en escena en combate, y no deja de ser un arma que vuela por encima de Mach 5, lo cual implica que podría ser «no enfrenable» por numerosos sistemas de defensa modernos.

El segundo del que dispone Rusia es el misil hipersónico *scramjet* 3M22 Zircon. Éste es el más interesante desde el punto de vista naval, puesto que está diseñado para ser lanzado desde buques y submarinos. Existen dos variantes de este misil, uno de ataque a tierra y otro de ataque contra buques de superficie.

Desde el año 2018 se han realizado numerosas pruebas con lanzamientos desde buques de la clase *Almirante Gorshkov* y también desde el submarino nuclear *Severodvinsk*, todas ellas satisfactorias según Moscú. Su estado actual de desarrollo no es conocido por este autor. Es posible que se hayan alcanzado hitos con este misil en su versión de ataque a tierra, pero, como se verá más adelante, en lo referente a ataques sobre una plataforma naval, se podría decir que a día de hoy existen numerosos factores que dificultan el empleo de armas hipersónicas contra un buque.

El último misil hipersónico ruso por describir es el Avangard. Se trata de un HGV con alcance intercontinental, con capacidad de portar una cabeza de combate convencional o nuclear. Si bien el Kremlin afirma que lleva en servicio desde 2019, no ha sido probado en conflictos y se espera que alcance su fase final de desarrollo tras la entrada en servicio del Sarmat, otra de las «superarmas» anunciadas por Putin en 2018 y que estará en funcionamiento en los próximos años. Tal como se definió al hablar de los HGV, el Sarmat sería el cohete propulsor elegido que llevaría al Avangard hasta su posición de planeo. El empleo de un cohete tecnológicamente avanzado en su fase inicial dificulta la capacidad de que el arma sea interceptada en sus primeros momentos tras el lanzamiento. Sin duda, puede tratarse de un arma espectacular a tener en cuenta en un futuro cercano.

Los otros dos países que han estado trabajando en el desarrollo de armas hipersónicas son China y Estados Unidos. Ya en el año 2019 Pekín presentaba oficialmente el Dong Feng-17 (DF-17), un misil supuestamente hipersónico del tipo HVG del que no se tienen demasiados datos. Tras varios años de pruebas con diferentes versiones, China anunció en junio de 2023 que el misil hipersónico antibuque YJ-21 entraba en servicio en sus destructores *Tipo 055* y en sus bombarderos *H-6N* (6), aunque todavía en fase de pruebas.

(6) «China anuncia que el misil antibuque hipersónico YJ-21 está en servicio a bordo de sus destructores *Tipo 055*». *Meta-Défense.fr* (<https://meta-defense.fr/es/2023/02/06/la-chine-annonce-que-le-missile-antinavire-hypersonique-yj-21-est-en-service-a-bord-de-ses-destroyers-type-055/>).

El propio Mando Norteamericano de Defensa Aeroespacial (NORAD) reconoció que China había mostrado en los últimos años una capacidad muy avanzada en el desarrollo de vehículos hipersónicos de planeo (7). Al contrario que Rusia, parece que no se conforma con disponer de misiles que alcancen velocidades de Mach 5, sino que busca un auténtico desarrollo innovador para asegurar la maniobrabilidad de sus armas en vuelo. Un ejemplo de esto son las pruebas de un sistema de bombardeo de órbita fraccionada (FOBS) combinado con un misil hipersónico del tipo HGV (8).

Teniendo en cuenta que China es capaz de producir actualmente más rápido y más barato que los Estados Unidos, estos desarrollos obligarán a mantener un ojo permanente en el Pacífico en los próximos años.

En el caso de los Estados Unidos, desde el año 2010 se han llevado a cabo numerosos concursos y proyectos de tecnología hipersónica (algunos de los cuales se describirán más adelante al hablar de la defensa ASMD), pero a día de hoy ninguno se encuentra plenamente operativo. Se han conseguido éxitos en el empleo de la tecnología *scramjet* y también en el uso de vehículos HGV. Al igual que China, Estados Unidos no parece contentarse con disponer de armas «superrápidas», sino que está trabajando duramente en el desarrollo de armamento puramente hipersónico, maniobrable y que pueda viajar en el interior de la atmósfera a lo largo de toda su trayectoria.

Tras varios años de discusiones sobre la financiación de estos proyectos, el presupuesto fiscal americano para 2024 incluye por primera vez la intención de disponer de al menos 24 misiles hipersónicos en los próximos años (9). Entre otros, la US Navy planea modernizar sus destructores clase *Zumwalt* y los submarinos clase *Virginia* para que sean capaces de incorporar misiles hipersónicos a finales de 2025 y 2028 respectivamente (10).

Como ha podido constatarse en este apartado, la opinión personal de este autor es que, si bien estas armas no están plenamente operativas en la actualidad, todo parece indicar que los rápidos avances tecnológicos pueden llevarlas a ser una realidad en un corto período de tiempo. Aunque algunos países afirman tener ya estos medios en servicio, las dificultades para hacer maniobrable un misil hipersónico todavía tienen algunas barreras que superar. Harán falta

(7) «China tests new space capability with hypersonic missile». *Financial Times* (<https://www.ft.com/content/ba0a3cde-719b-4040-93cb-a486e1f843fb>).

(8) Sistema de bombardeo de órbita fraccionada. «Orbital hypersonic delivery systems threaten strategic stability». *Bulletin of the Atomic Scientists* (<https://thebulletin.org/2023/06/orbital-hypersonic-delivery-systems-threaten-strategic-stability/#post-heading>).

(9) «Why the US is going full throttle on hypersonic missiles». *The Hill* (<https://thehill.com/policy/defense/3900329-why-the-us-is-going-full-throttle-on-hypersonic-missiles/>).

(10) «US Navy to Test Hypersonic Missile off USS Zumwalt in 2025». *Naval News* (<https://www.navalnews.com/naval-news/2023/02/us-navy-to-test-hypersonic-missile-off-uss-zumwalt-in-2025/>).

algunos años más hasta que se consiga la tecnología necesaria para emplear estas armas contra una fuerza naval, pero países como China o Estados Unidos parecen disponer de la voluntad y el presupuesto para lograrlo. En el caso de Rusia, las lecciones aprendidas en la guerra de Ucrania pueden ayudarle a mejorar considerablemente las armas con las que ya cuenta en servicio.

El problema del empleo de armas hipersónicas contra plataformas navales

Todo artillero es consciente de que la dificultad que presenta enfrentar un blanco en movimiento no es la misma que con un blanco estático. La movilidad del objetivo hace que en la artillería naval el problema de la puntería y guiado terminal del arma sea un factor crítico, puesto que el misil debe ser capaz de corregir su trayectoria en vuelo para dirigirse a un blanco que está continuamente cambiando de posición.

Se sabe que algunos modelos de misiles hipersónicos, como el Kinzhal, disponen de un sistema de guiado por GPS. Si bien éste puede ser válido para ataque a tierra, no es útil para atacar a un buque, puesto que su posición habrá variado desde el momento de su lanzamiento.

La opción de colocar un *seeker* en el morro del misil hipersónico no parece para nada sencilla, por ser esta zona la de mayor estrés térmico de un objeto que se está desplazando a velocidades muy elevadas. Aunque esto se consiguiese, no valdría el empleo de cualquier sistema de guiado. El uso de un *seeker* IR (infrarrojo), por ejemplo, parece prácticamente descartable debido a los fenómenos térmicos a los que se ve sometido un misil hipersónico en la atmósfera. El único sistema de guía que parece ser adecuado para atacar a un buque es el empleo de un *seeker* radárico activo. Muchos misiles supersónicos modernos ya los usan, con un buen rendimiento; pero en el caso de las armas hipersónicas aparecen dificultades. Para empezar, vuelan a una altura mayor que la mayoría de los misiles de crucero normales (20 km *versus* 150 metros), por lo que necesitarían un radar con mayor discriminación para obtener un buen seguimiento del blanco, en un ambiente en el que puede haber nubosidad, *clutter*, tráfico marítimo, etc. El hecho de que las armas hipersónicas efectúen maniobras evasivas tampoco ayuda demasiado en la labor de búsqueda y seguimiento del *seeker*. Es posible que una versión muy mejorada de la guía radárica de misiles supersónicos como el Kalibr ayude a solucionar este problema. Otra solución puede ser el empleo de otro tipo de radares tecnológicamente más avanzados, como los de apertura sintética.

El uso de armas hipersónicas contra un buque no es por tanto una labor sencilla. Serán necesarios avances tecnológicos en materiales y electrónica que permitan que un *seeker* se sostenga y funcione a pleno rendimiento

montado sobre un vehículo que se desplaza a más de cinco veces la velocidad del sonido.

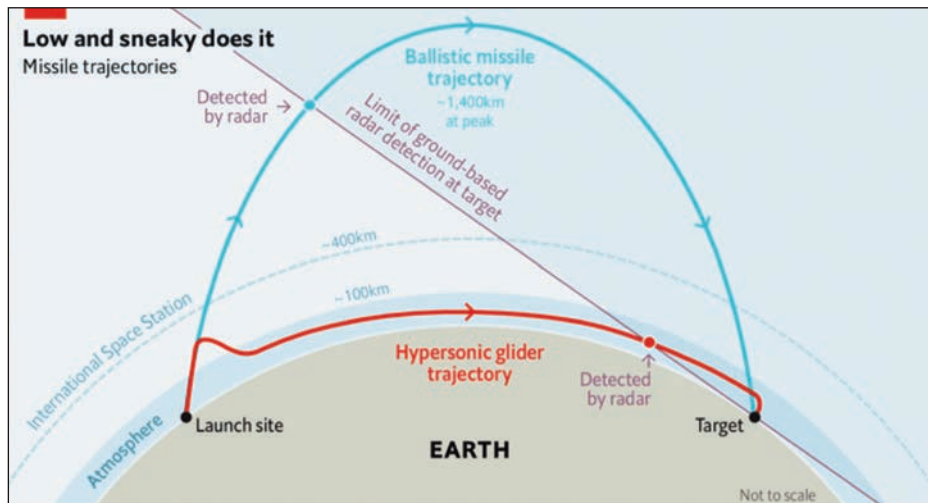
¿Es posible la defensa antimisil contra estas nuevas de amenazas?

Intentando responder a esta pregunta de manera directa: la defensa antimisil contra armas hipersónicas es posible, pero no es sencilla ni barata.

Ser capaz de defenderse implica, por un lado, un fuerte gasto en programas de defensa: la actualización de sensores y de sistemas ya en servicio, la creación de otros nuevos, los programas de I + D para implantar nuevas tecnologías y la adquisición de nuevas armas son sólo algunas de las inversiones necesarias para estar a la altura de una nueva amenaza que llama a la puerta. Por otra parte, será necesaria también la creación de nuevas tácticas y doctrinas que aseguren una defensa antimisil eficaz, así como el adecuado mando y control.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la altura, la velocidad y la maniobrabilidad de las armas hipersónicas suponen todo un desafío para los sistemas antimisiles actuales. Estas armas pueden ser lanzadas desde muy lejos, con un vuelo atmosférico que se mantendrá fuera del horizonte de los radares de tierra/buques debido a la curvatura de la Tierra.

Habrà quien pueda pensar que este problema no es nuevo, sino que existe desde la aparición de los misiles supersónicos rozaolas; pero la realidad es que



Comparativa entre la detección radar de un misil hipersónico y uno balístico.
(Fuente: *The Economist*)

las armas hipersónicas agravan mucho más el dilema del horizonte radar. Al ser misiles mucho más rápidos, cuando el radar/sensor los detecta, el tiempo de reacción disponible para defenderse es mínimo, obligando, en el mejor de los casos, a efectuar un enfrentamiento en fase terminal, donde los hipersónicos se vuelven extremadamente peligrosos gracias a su capacidad de efectuar maniobras evasivas. Además, muchos sistemas de combate no están capacitados para poder llevar a cabo enfrentamientos contra un arma tan rápida, y los que sí lo están (los adaptados para defensa contra misiles balísticos) podrían no tener el misil interceptor adecuado para conseguir una probabilidad de éxito mínimamente razonable.

Llegados a este punto, parece lógico pensar que la futura defensa ASMD contra amenazas hipersónicas debe centrarse en dos aspectos en concreto: conseguir efectuar el enfrentamiento a la mayor distancia posible y disponer de las armas interceptadoras adecuadas para ello. El concepto clásico ASMD de que un buque enfrente un misil una vez éste ha sido detectado con sus propios sensores podría estar condenado a quedar obsoleto antes de lo esperado.

Evolución progresiva hacia los enfrentamientos a largo alcance

El objetivo a largo plazo debe ser conseguir la capacidad de interceptar el misil en las primeras etapas de su trayectoria, cuando se encuentra todavía en fase de crucero/planeo, ya que es aquí cuando se vuelven más vulnerables, puesto que no se espera que realicen maniobras evasivas. Cada vez que un misil hipersónico tiene que maniobrar, se producen pérdidas en su rendimiento, no sólo porque consume grandes cantidades de energía (lo que afecta a su alcance y velocidad), sino porque también se ve expuesto a un enorme estrés térmico y cualquier fuerza externa/perturbación ambiental podría llegar a desestabilizarlo y desviarlo de su trayectoria. Se trata de estresar al misil al principio de su trayectoria para que no siga el camino deseado, o bien, si decide seguirlo, que sea a costa de perder efectividad.

Según palabras del presidente de la Agencia de Defensa de Misiles americana (MDA), el almirante John Hill, «la defensa en fase terminal contra armas hipersónicas es donde nunca queremos tener que llegar» (11). Pero una cosa es decirlo y otra bien distinta es hacerlo, y conseguir este objetivo no es para nada sencillo. En la actualidad existen proyectos para desarrollar sensores y armas que permitan enfrentar a un hipersónico en su fase de planeo —por ejemplo, los proyectos HBTSS (*Hypersonic and Ballistic Tracking*

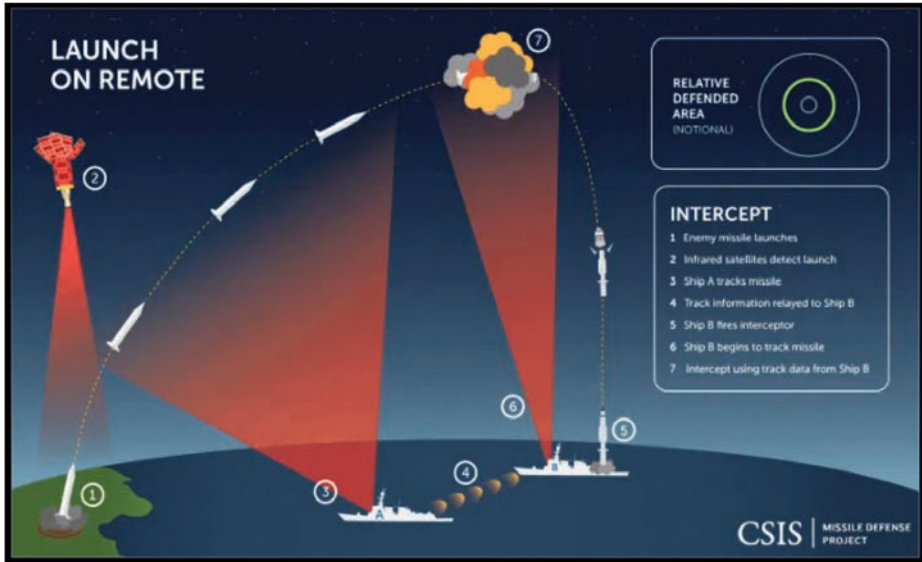
(11) HILL, Jon: «MDA's Focus on the Future» (Presentación en el Space and Missile Defense Symposium, Huntsville, 12 de agosto de 2021).

Space Sensor) y GPI (*Glide Phase Interceptor*), que trataremos más adelante—, pero no se espera que puedan estar en funcionamiento hasta bien avanzada la década de 2030. Las primeras armas verdaderamente hipersónicas llegarán previsiblemente antes de que se consiga desarrollar esta tecnología, por lo que paralelamente es fundamental seguir trabajando en asegurar la capacidad de defensa hipersónica si ésta se tiene que llevar a cabo en la fase terminal.

Una de las soluciones iniciales pasa por la actualización de los sensores y sistemas de defensa actuales a sus versiones más modernas. En el ámbito naval, muchos de los destructores de la US Navy disponen desde hace tiempo de la capacidad *launch on remote* o, lo que es lo mismo, poder llevar a cabo un enfrentamiento con datos proporcionados por otra unidad (*Target Reporting Unit*, TRU) mediante *links*, ya sea una aeronave, una estación en tierra u otro buque situado a barlo-amenaza. El *launch on remote* permite por tanto al buque lanzador aumentar el horizonte radar de sus sensores, proporcionándole un mayor tiempo de reacción para defenderse. Implementar esta capacidad en las actuales *F-100* podría ser más sencillo de lo que parece si se tiene en cuenta que uno de sus buques hermanos, los destructores australianos de la clase *Hobart* (diseñados por Navantia basados en el modelo *F-100*), ya dispone de esta capacidad (12).

Paralelamente, sería necesaria una inversión para dotar a los buques *launch on remote* de la adecuada plataforma TRU. Cuanto mejores sean los medios que van a actuar como TRU, mayor será la probabilidad de éxito en el enfrentamiento. Una aeronave *E-2 Hawkeye*, por ejemplo, es capaz de ampliar el horizonte visual de un buque varios cientos de millas gracias a las enormes prestaciones de su radar, proporcionando alerta temprana para el buque lanzador. Aunque el enfrentamiento tenga lugar en fase terminal, el haber recibido la información con varios minutos de antelación permite no sólo evaluar mejor la situación, sino disponer de varias oportunidades de lanzamiento para destruir la amenaza, incrementando así las probabilidades de éxito. En un futuro, estas funciones podrían ser también realizadas por plataformas UAV (vehículos aéreos no tripulados) equipadas con el armamento adecuado, convirtiéndose no solo en un sensor de detección, sino además en la primera capa de defensa.

(12) «Australia's *Hobart*-class Destroyer HMAS *Brisbane* Demonstrates CEC with US Navy». *Naval News* (<https://www.navalnews.com/naval-news/2019/11/australias-hobart-class-destroyer-hmas-brisbane-demonstrates-cec-with-u-s-navy/#:~:text=Using%20remote%20sensor%20data%20from%20U.S%20Navy%20Arleigh,a%20orange%20of%20challenging%20targets%20and%20tactical%20situations>).



Launch on remote. (Fuente: CSIS)

Otro proyecto que parece más inminente es el denominado Sea Based Terminal (SBT), llevado a cabo por la MDA en cooperación con la US Navy. Basado fundamentalmente en el sistema de combate Aegis (el mismo que montan las fragatas *F-100* y las futuras *F-110*), busca mejorar las capacidades actuales de los destructores americanos mediante una versión mejorada de su sistema de combate (Baseline S9) en combinación con el misil SM-6. La actualización del sistema de combate es necesaria para poder integrar nuevas tecnologías y versiones mejoradas del radar SPY, así como para eliminar las limitaciones del sistema para detectar, seguir y enfrentar blancos que vuelan a velocidades hipersónicas. El empleo de un misil más capaz, como el SM-6, es lo que asegura que la interceptación se lleve a cabo lo más lejos posible, aunque sea en fase terminal.

El SM-6 es un misil dual inicialmente concebido para defensa antiaérea más allá del horizonte usando un *seeker* activo, por lo que no requiere iluminación final del blanco (13) por parte del buque. El empleo de otro tipo de misiles actuales, como el SM-2 o el SM-3, no se considera válido para esta nueva amenaza, ya que el primero es demasiado lento en comparación con su objetivo y el segundo está diseñado exclusivamente para interceptar blancos

(13) «SM-6 Sea-Based Terminal». *GlobalSecurity.org* (<https://www.globalsecurity.org/spacel/systems/sm6-sbt.htm>).

fuera de la atmósfera. El SM-6, en cambio, ofrece más del doble de alcance que el SM-2, mayor velocidad y es un arma atmosférica.

Desde el año 2016 el programa ha ido alcanzando sus objetivos de manera progresiva, demostrando con creces la viabilidad del binomio Aegis-SM-6 para detectar, seguir, enfrentar e interceptar nuevas amenazas. Hasta la fecha, el SM-6 ha sido capaz de interceptar de manera satisfactoria un misil de crucero *scramjet* (FTM-31, evento 2, año 2019) y otro balístico de medio alcance en su fase terminal de re-entrada en la atmósfera (FTM-31, evento 1, marzo 2023) mediante una sola salva de dos misiles (14).

Enmarcado en el proyecto SBT, en 2020 dos barcos *Aegis* participaron en sendos eventos simulados de lanzamiento de misiles SM-6 aprovechando las pruebas de vuelo experimentales de vehículos planeadores hipersónicos HGV. El foco de la simulación estaba en comprobar el rendimiento del radar AN/SPY-6(V) contra este tipo de vehículos. Los eventos se han repetido desde entonces, pero los resultados no han sido publicados. Aun así, la MDA ya ha informado de que espera que el proyecto esté finalizado antes del año 2028.

Otra opción para asegurar la defensa anti-hipersónica en fase terminal es el uso de armas de energía dirigida que emplean láser o tecnología microondas para conseguir dañar o interferir la electrónica del misil. Este tipo de armas presenta ventajas y desventajas en su comparativa con los misiles. Si bien un misil hipersónico viaja cinco veces por encima de la velocidad del sonido, las microondas de alta potencia lo hacen a la velocidad de la luz (tres mil kilómetros por segundo). Es una tecnología más barata, no se agota y no tiene el problema de ocupar espacio en el lanzador (15). Por otro lado, hasta la fecha los alcances que ofrece son muchos menores que los de los misiles, y el láser no se ha demostrado que pueda ser lo suficientemente potente como para atravesar la coraza de un arma hipersónica en tan pocos segundos. En la actualidad existen proyectos en estado avanzado (como el HELIOS (16) de la empresa Lockheed Martin), pero se han realizado todavía muy pocas pruebas contra amenazas hipersónicas.

Con los futuros avances tecnológicos, cada vez se irán consiguiendo mayores alcances para enfrentar estas amenazas. Como se comentó al principio de

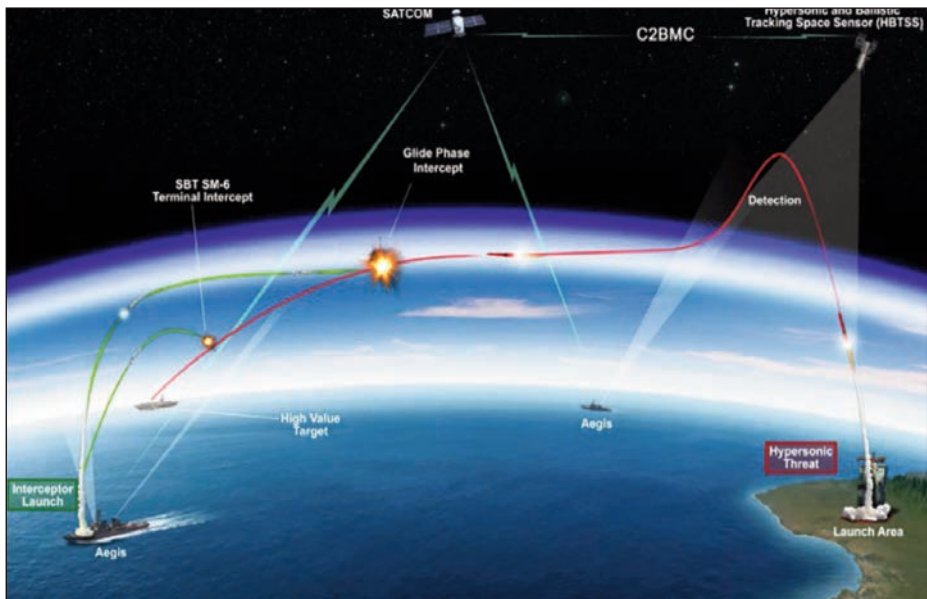
(14) «MDA Test Successfully Intercepts Ballistic Missile Target». *United States Navy web* (<https://www.navy.mil/Press-Office/News-Stories/Article/3349208/mda-test-successfully-intercepts-ballistic-missile-target/#:~:text=The%20Missile%20Defense%20Agency%2C%20in%20cooperation%20with%20the,SWUP%20in%20a%20single%20salvo%20of%20two%20interceptors>).

(15) «Defenseless Against Hypersonic Missiles, US Navy Turns To “Faster & Lethal” DEWs To Battle China, Russia-Top Admiral». *The Eurasian Times* (<https://www.eurasiatimes.com/defenseless-against-hypersonic-missiles-us-navy-turns/>).

(16) «Lockheed Martin Delivers HELIOS Laser Weapon System to US Navy». *Naval News* (<https://www.navalnews.com/naval-news/2022/08/lockheed-martin-delivers-helios-laser-weapon-system-to-u-s-navy-2/>).

este apartado, la solución final contra las armas hipersónicas pasa por la capacidad para derribarlas durante su fase de crucero/planeo. Para conseguir esto, lo ideal sería disponer de un sistema espacial de satélites capaz de proporcionar y seguir los datos del blanco en todo momento, a la par que sirviera como sistema de guiado para un nuevo misil de largo alcance. Hay proyectos en marcha en Estados Unidos que trabajan en estos conceptos, como el HBTSS o el GPI. El primero busca establecer un sistema de satélites de baja órbita que permita detectar, seguir y enfrentar un misil hipersónico a lo largo de toda su fase de planeo. El segundo tiene como objetivo desarrollar un vehículo/misil lo suficientemente maniobrable para asegurar el enfrentamiento de un hipersónico durante su fase de planeo. Ambos están pensados para trabajar de forma conjunta, de tal manera que la constelación de satélites sea capaz de enlazar con un buque *Aegis* para recibir toda la información necesaria y que ésta actúe como plataforma lanzadora del vehículo GPI. Se encuentran todavía en fase de desarrollo por parte de Raytheon y Northrop Grumman (17).

La combinación del proyecto GPI y HBTSS (defensa en fase de crucero/planeo) con el SBT (defensa terminal) va camino de convertir al *Aegis*



Combinación del sistema SBT-HBTSS y GPI. (Fuente: Missile Defense Agency)

(17) «US MDA awards contracts to continue developing Glide Phase Interceptor». *Naval Technology* (<https://www.naval-technology.com/news/mda-contracts-glide-phase-interceptor/>).

en el sistema de defensa aéreo más increíble de todos los tiempos y en la piedra angular en la defensa ASMD contra las inminentes amenazas hipersónicas.

Conclusiones

A lo largo de este artículo hemos intentado explicar qué tienen de diferente las armas hipersónicas, su estado actual de desarrollo, si suponen a día de hoy una verdadera amenaza para un buque y las posibles capacidades de defensa contra este nuevo tipo de amenaza. El análisis de las páginas anteriores se resume en las siguientes conclusiones:

- Las armas hipersónicas son mucho más que un vehículo que se desplaza a velocidades vertiginosas. La velocidad es sólo una de sus características, pero es la suma de ésta junto a su altura y, sobre todo, su capacidad de maniobra lo que las hace tan peligrosas.
- Las armas hipersónicas no están plenamente desarrolladas, pero es posible que nos encontremos con sus primeras versiones a finales de esta década o principios de la siguiente. En el ámbito naval, además, el desarrollo de armas hipersónicas antibuque todavía tiene que sortear muchos problemas antes de convertirse en un arma verdaderamente eficaz.
- A pesar de haber sido calificada por algunos países como «un arma imposible de destruir» (18), la defensa contra estos misiles es posible, pero requiere de una mezcla de adaptación, innovación y un fuerte desembolso económico. Las características de un verdadero misil hipersónico operativo a día de hoy pondrían en jaque a la gran mayoría de sistemas de defensa actuales; pero la tecnología de defensa parece evolucionar de manera paralela al desarrollo de estas armas. La solución no pasa solamente por crear sistemas innovadores y futuristas, sino también por actualizar los sistemas de defensa actuales a sus versiones más modernas.
- El concepto de defensa ASMD *short range* podría no ser suficiente en pocos años. Ante un arma que es capaz de alcanzar objetivos muy lejanos en tiempos muy reducidos, es necesario lograr su detección y enfrentamiento lo antes posible. Conseguir esto con la tecnología actual es complicado, por lo que paralelamente se deben desarrollar

(18) «El Pentágono dio más detalles del misil hipersónico ruso derribado por Ucrania la semana pasada». *Infobae* (<https://www.infobae.com/estados-unidos/2023/05/09/el-pentagono-dio-mas-detalles-del-misil-hipersonico-ruso-derribado-por-ucrania-la-semana-pasada/>).

- sistemas que garanticen una elevada probabilidad de derribo si hay que enfrentarse a esta arma en su fase terminal.
- En un futuro, las naciones que no posean o no tengan acceso a sensores satelitales que permitan identificar el lanzamiento de misiles balísticos y que utilicen exclusivamente sensores y radares en tierra se verán en la dificultad de reconocer la amenaza de un HGV tan sólo algunos minutos antes de su impacto (19).
 - Los proyectos más avanzados de defensa contra tecnología hipersónica están fundamentalmente basados en el sistema de combate Aegis, por lo que la Armada puede cobrar un papel trascendental en un futuro cercano. Gracias a las fragatas *F-100* y a las futuras *F-110*, España dispone de la base necesaria para dar un salto tecnológico que la sitúe aún más a la vanguardia de las marinas europeas.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- «Complex Air Defense: Countering the Hypersonic Missile Threat». Center for Strategic & International Studies (CSIS) (<https://www.csis.org/analysis/complex-air-defense-countering-hypersonic-missile-threat>).
- CORRAL HERNÁNDEZ, David: «Ataque hipersónico, golpe demoledor». Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE) (https://www.ieee.es/publicaciones-new/documentos-de-opinion/2022/DIEEEO17_2022_DAVCOR_Ataque.html).
- «El impacto estratégico de las armas hipersónicas». Instituto de Investigaciones Estratégicas de la Armada de México. (https://cesnav.uninav.edu.mx/cesnav/ININVESTAM/docs/docs_analisis/da_40-18.pdf).
- «Hypersonics». Raytheon (<https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/hypersonics>).
- «Así adelantó Rusia a Estados Unidos con el misil hipersónico». *Esquire* (<https://www.esquire.com/es/tecnologia/a39770700/rusia-estados-unidos-misil-hipersonico-guerra-ucranial/>).
- «Hypersonic Missiles: Evolution or Revolution?». *Naval News* (<https://www.navalnews.com/naval-news/2022/11/hypersonic-missiles-evolution-or-revolution/>).
- «Counter Hypersonics». *Northrop Grumman* (<https://www.northropgrumman.com/space/counter-hypersonics/>).
- «US Navy's Enhanced Hypersonic Missile Defense». Entrevista con MDA sobre armas hipersónicas. *Naval News* (<https://www.navalnews.com/naval-news/2022/10/u-s-navys-enhanced-hypersonic-missile-defense/>).

(19) Speier, 2017, p. 10.