

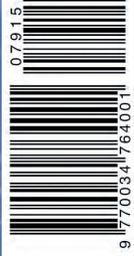


Revista de

# Aeronáutica Y ASTRONAUTICA

NÚM. 915  
SEPTIEMBRE 2022

07915



9 770034 78400 1

EL PSICÓLOGO  
**SERE**

MUNICIÓN  
MERODEADORA  
Y SUPRESIÓN DE  
DEFENSAS

LA GUERRA NO CINÉTICA



MINISTERIO DE DEFENSA

## A HISTORY OF THE SPANISH NAVY

Autor: Instituto de Historia y Cultura Naval

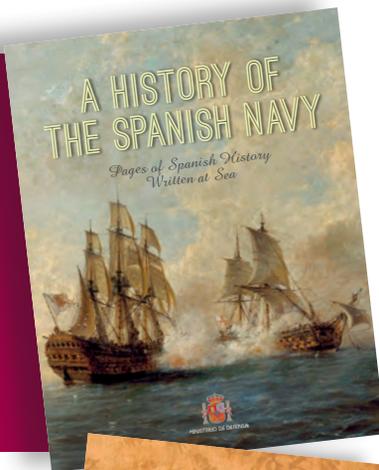
280 páginas

Edición papel: 25,00 €

Edición electrónica (PDF): descarga gratuita

<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

ISBN 978-84-9091-574-5



## BANDERAS Y ESTANDARTES DEL MUSEO DEL EJÉRCITO. TOMO II-3, LA INFANTERÍA 1843-1931. CATÁLOGO RAZONADO

Autor: Luis Sorando Muzás

701 páginas

Edición papel: 20,00 €

Edición electrónica (PDF): 5,00 €

<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

ISBN 978-84-9091-621-6



## AGRUPACIÓN DE INFANTERÍA DE MARINA DE MADRID. LA FUERZA DE LA ARMADA EN LA CAPITAL DE ESPAÑA

Autor: Manuel Barrera de Segura

74 páginas

Edición papel: 10,00 €

Edición electrónica (Epub): 5,00 €

<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

ISBN 978-84-9091-653-7



## LOS ORÍGENES DEL EJÉRCITO MODERNO EN EL REINO DE CASTILLA, SIGLOS XIV-XV

Autor: Manuel Ángel Martín Vera

411 páginas

Impresión bajo demanda: 25,00 €

Edición electrónica (PDF): 5,00 €

<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

ISBN 978-84-9091-649-0



# NOVEDADES EDITORIALES

# *Ejército del Aire y del Espacio, otro paso hacia delante*

Que el Ejército del Aire lo sea también «del espacio» significa otro paso adelante, no es el primero ni será el último. Con ello se refrenda el papel de las FAS y el liderazgo del Ejército del Aire en la protección de servicios fundamentales para la sociedad y en el empleo de capacidades militares espaciales.

En la actualidad, el uso del espacio es esencial en el ámbito militar y en el civil, cuyas actividades diarias dependen de multitud de servicios que provienen del espacio y que son considerados críticos, tanto para el sector gubernamental como para el privado. Por lo tanto, su innegable valor estratégico hace imprescindible que se garantice la seguridad y defensa del espacio y desde el espacio, para proteger los intereses nacionales en él.

Para ello, las FAS deben disponer, por un lado, de sistemas que proporcionen los servicios espaciales que sus misiones exigen y, por otro lado, de la capacidad de respuesta ante cualquier amenaza externa dirigida contra satélites e infraestructuras nacionales, civiles y militares. Y todo ello en coordinación con los países socios y aliados de España en el contexto de las iniciativas espaciales de la OTAN y de la UE.

En lo que respecta a los servicios espaciales del sector de la defensa, la progresiva ampliación de las misiones y capacidades del EA a lo largo de los últimos años ya proporciona a las FAS sistemas y servicios esenciales en este ámbito. Entre ellos se encuentran la observación terrestre desde el espacio en el Centro de Sistemas Aeroespaciales de Observación (CESAEROB), las comunicaciones vía satélite en la Escuadrilla de Transmisiones nº 5 y, más recientemente, la vigilancia y conocimiento de la situación espacial, en el Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE) del Mando Aéreo de Combate, cuyo sensor principal es el radar de vigilancia y seguimiento espacial, situado en la base aérea de Morón.

En los conflictos modernos, estas capacidades militares, junto con los servicios de posicionamiento, navegación y sincronización, la geología, meteorología y oceanografía, la inteligencia, vigilancia y reconocimiento y la alerta temprana, seguimiento e identificación aeroespacial, y otros incipientes como la capacidad de obtención de inteligencia de señales desde el espacio, son imprescindibles para el planeamiento, el Mando y Control y la ejecución de las operaciones. En definitiva, sin acceso a los servicios espaciales, las misiones de las FAS de hoy y del futuro son simplemente inviables.

Esta dimensión estratégica del ámbito espacial hace necesaria la adaptación del Ministerio de Defensa para garantizar la explotación de las oportunidades tecnológicas en el ámbito aeroespacial, así como garantizar la máxima eficacia en la respuesta a los riesgos y amenazas. En ese sentido, el EA liderará, en el marco establecido por el JEMAD, el desafío de integrar las capacidades espaciales y como responsable de la vigilancia, control, y defensa del ámbito aeroespacial, entendido como la conjunción de los ámbitos aéreo y espacial en un todo, continuo y único.

Este liderazgo se consolida con el papel del Ejército del Aire de representación del Ministerio de Defensa en la futura Agencia Espacial Española, organismo estatal que coordinará los esfuerzos y actividades nacionales relativas al espacio, así como la participación española en organismos espaciales internacionales.

Se ha aprobado una Estrategia Espacial del EA para potenciar e impulsar el desarrollo del ámbito espacial y que deberá estar alineado con el Plan Estratégico General que eventualmente publique el JEMAD. Esta estrategia recoge que, en el corto plazo, el EA deberá adaptar su organización a su nueva denominación y a las misiones y tareas que de ella se derivan.

Para dotar los organismos de próxima creación, garantizar la necesaria presencia en centros espaciales internacionales, alcanzar la capacitación operativa final del COVE en 2023 y garantizar la provisión de servicios espaciales, será necesario un incremento racional de recursos de personal, material y financiero, y en el medio-largo plazo, para adquirir la capacidad de generar los efectos en el espacio que determine el JEMAD para garantizar la libertad de acción de la Fuerza Conjunta.

Para ello, el EA deberá crear las entidades necesarias en la estructura orgánica para la dirección, coordinación y gestión de recursos, cubrir las necesidades de personal que demandan las nuevas misiones, diseñar e implementar un plan que garantice la formación técnica del personal que realice tareas del ámbito espacial y liderar el desarrollo doctrinal en el ámbito de la defensa aeroespacial.

Toda una serie de cambios trascendentales para el EA que suponen un desafío más para sus aviadores, que lo asumen con ilusión y optimismo, conscientes más que nunca, de que el futuro es aeroespacial.



Nuestra portada: La guerra no cinética.  
Autor: Antonio J. Jiménez Santana.

**REVISTA  
DE AERONÁUTICA  
Y ASTRONÁUTICA  
NÚMERO 915. SEPTIEMBRE 2022**

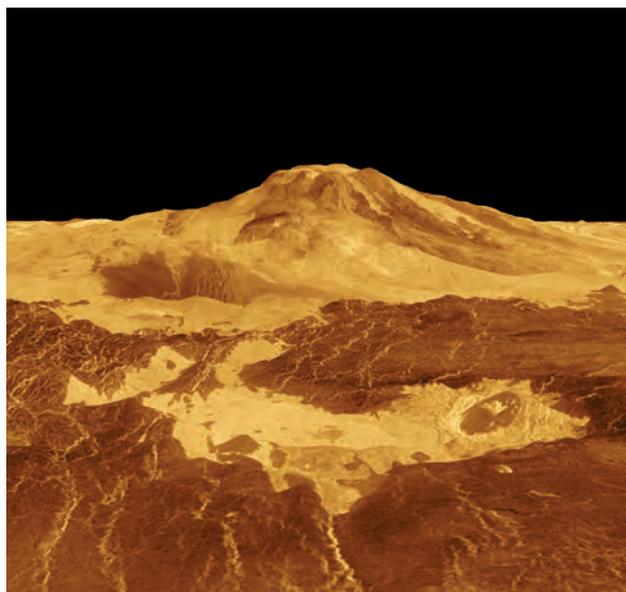
■ **artículos**

**INTRODUCCIÓN A LA GUERRA NO CINÉTICA**  
Por JAVIER VEA REMACHO, comandante del Ejército del Aire ..... **708**

**EVOLUCIÓN DEL ROKISKI**  
Por José MANUEL OLMO LÓPEZ, sargento 1.º del Ejército del Aire..... **720**

**DEUS EX MACHINA**  
Por CARLOS PÉREZ AMADOR, teniente coronel del Ejército del Aire..... **723**

**REGRESO A VENUS**  
Por MANUEL MONTES PALACIO ..... **728**



**REGRESO A VENUS**  
La NASA y la Agencia Espacial Europea anunciaron el inicio del desarrollo de tres nuevas misiones a Venus. Con la información procedente de estas nuevas sondas, Venus experimentará un salto cualitativo muy importante en nuestro conocimiento global de este planeta. Si la Shukrayaan-1 de la India, y Venera-D, de Rusia consiguen también dirigirse hacia él, nos hallaremos sin duda ante una nueva época de oro de la exploración de este objeto del sistema solar.

■ **artículos**

**UN JEFE IMPONE. UN LÍDER EXPONE**  
Por ALBERTO BORJA CALVO LÓPEZ, teniente coronel del Ejército del Aire ..... **672**

**EL ARMA DE CAZA DE LA FUERZA AEROESPACIAL RUSA (III). LA NUEVA GENERACIÓN**  
Por JAVIER SÁNCHEZ-HORNEROS PÉREZ, ingeniero en el programa FCAS ..... **678**

**EL PSICÓLOGO SERE**  
Por JUAN J. ARBOLÍ NEVOT, teniente coronel del Ejército del Aire e IGNACIO LASERNA HERRÁIZ, teniente reservista del Ejército del Aire ..... **690**

**MUNICIÓN MERODEADORA Y SUPRESIÓN DE DEFENSAS AÉREAS ENEMIGAS**  
Por ALBERTO MARÍN DELGADO, capitán del Ejército del Aire ..... **697**

**MUNICIÓN MERODEADORA Y SUPRESIÓN DE DEFENSAS AÉREAS ENEMIGAS**

Cada vez más naciones del entorno estratégico de la OTAN están adquiriendo sistemas de defensa antiaérea avanzados. Mantener la capacidad de SEAD es esencial para el cumplimiento de las operaciones aéreas ofensivas (OCA) en todo su espectro.



■ **secciones**

**Editorial** ..... **657**

**Aviación Militar** ..... **660**

**Aviación Civil**..... **664**

**Industria y Tecnología** ..... **666**

**Espacio** ..... **668**

**Panorama de la OTAN** ..... **670**

**Noticario** ..... **740**

**Cine, Aviación y Espacio**..... **746**

**Internet**..... **748**

**El Vigía** ..... **750**

**Bibliografía** ..... **752**



Director:  
Coronel: **Raúl M. Calvo Ballesteros**  
rcalba1@ea.mde.es

Consejo de Redacción:  
Coronel: **Fco. José Berenguer Hernández**  
Coronel: **Policarpo Sánchez Sánchez**  
Coronel: **Manuel de Miguel Ramírez**  
Coronel: **Miguel Ángel Saez Nievas**  
Teniente coronel: **Roberto García-Arroba Díaz**  
Comandante: **M.ª Rosa García Calvo**  
Suboficial mayor: **Juan M.ª Espárraga Gutiérrez**  
**Gabinete del JEMA OFICOM**

Redactora jefe:  
Capitán: **Susana Calvo Álvarez**

Redacción:  
Capitán: **Miguel Fernández García**  
Sargento: **Adrián Zapico Esteban**  
aeronautica@movistar.es

Secretaría de Redacción:  
**Maite Dáneo Barthe**  
mdanbar@ea.mde.es

SECCIONES RAA  
REDACCIÓN Y COLABORACIONES  
INSTITUCIONALES Y EXTERNAS.  
AVIACIÓN MILITAR: **Juan Carlos Jiménez Mayorga**. AVIACIÓN CIVIL: **José A. Martínez Cabeza**. INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA: **Julio Crego Lourido y Gabriel Cortina**. ESPACIO: **Inés San José Martín**. PANORAMA DE LA OTAN Y DE LA PCSD: **Federico Yaniz Velasco**. ¿SABÍAS QUE?: **Juan M. Díaz Díez**. CINE, AVIACIÓN Y ESPACIO: **Manuel González Álvarez**. NUESTRO MUSEO: **Juan Ayuso Puente**. EL VIGÍA: «**Canario**»  
**Azaola**. INTERNET: **Angel Gómez de Ágreda**. BIBLIOGRAFÍA: **Miguel Anglés Márquez**.

Preimpresión:  
*Revista de Aeronáutica y Astronáutica*  
Impresión:  
Ministerio de Defensa

Precio unitario revista	2,00 €
Precio suscripción España	18,00 €
Precio suscripción Europa	30,00 €
Precio suscripción resto del mundo	35,00 €
IVA incluido (más gastos de envío)	

**SERVICIO HISTÓRICO Y CULTURAL DEL EJÉRCITO DEL AIRE INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA AERONÁUTICA**



Edita:  
Paseo de la Castellana 109, 28046, Madrid  
NIPO 083-15-009-4 (edición impresa)  
ISSN 0034-7647 (edición impresa)  
NIPO 083-15-010-7 (edición en línea)  
ISSN 2341-2127 (edición en línea)  
Depósito legal M 5416-1960

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado  
<https://cpage.mpr.gob.es>  
Catálogo de Publicaciones de Defensa:  
<https://publicaciones.defensa.gob.es>

**Director:** 91 454 5770  
**Redacción:** 91 454 5774 / 76  
**Suscripciones y Administración:** 91 454 5771 / 72  
C/ Martín de los Heros 51, 2.ª planta  
28008 - MADRID  
revistadeaeronautica@ea.mde.es

## NORMAS DE COLABORACIÓN

Las colaboraciones con la *Revista de Aeronáutica y Astronáutica* se realizarán teniendo en cuenta las siguientes instrucciones:

- Los artículos deben tener relación, preferentemente, con temas de actualidad relacionados con la aeronáutica y el espacio, el Ejército del Aire y sus unidades, las Fuerzas Armadas en general y todos aquellos cuyo contenido sea considerado de interés por el consejo de redacción.
- Tienen que ser originales y escritos expresamente para la revista con un estilo correcto.
- El texto de los trabajos debe tener como máximo 3000 palabras, siendo aconsejable 2000 por su facilidad de lectura y maquetación. Las fotografías, gráficos, dibujos y anexos que acompañen al artículo se publicarán a juicio de la redacción y según el espacio disponible. En el comienzo del artículo se incluirá un breve resumen del mismo sin superar las 50 palabras.
- El texto se presentará en Word y las fotografías, gráficos y dibujos se entregarán en formato JPG en carpeta aparte, acompañadas de un archivo con el texto de los pies de fotos y el autor o la fuente de donde procedan.
- Además del título, deberá figurar el nombre del autor y si es militar, empleo y situación administrativa. Es aconsejable comunicar dirección de correo electrónico y/o teléfono para consultas.
- La primera vez que se empleen siglas, acrónimos o abreviaturas se situarán tras el significado completo, entre paréntesis. Al final del artículo podrá indicarse la bibliografía y trabajos consultados, si es el caso.
- A ser posible no se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, los cuales quedarán archivados en la redacción de la revista. No obstante, si fuese necesario efectuar modificaciones, desde la redacción se contactará con los autores.
- De acuerdo con la disponibilidad de créditos anuales todo trabajo se remunerará adecuadamente, reconociendo así los derechos de autor.
- Es fundamental tener en cuenta que todos los trabajos publicados representan exclusivamente la opinión personal del autor.
- Toda colaboración se remitirá a:
  - Por correo a:  
**Revista de Aeronáutica y Astronáutica - Redacción**  
c/ Martín de Los Heros 51, 2.ª planta.  
28008 - Madrid
  - Por email a:  
aeronautica@movistar.es

## INFORMACIÓN PARA LOS LECTORES

La *Revista de Aeronáutica y Astronáutica* está a disposición de los lectores en la página web del Ejército del Aire y de Defensa, además de la edición en papel. Acceso:

1. **Sencillamente escribiendo en el buscador de la red:** [Revista de Aeronáutica y Astronáutica](#).
2. **En internet en la web del Ejército del Aire:** <http://www.ejercitodelaire.mde.es>  
- último número de *Revista de Aeronáutica y Astronáutica* (pinchando la ventana que aparece en la página de inicio)  
- en la web del EA, en la persiana de *Cultura aeronáutica > publicaciones*, se puede acceder a todos contenidos de todos los números publicados desde 1995.
3. **En internet, en la web del Ministerio de Defensa:** <https://publicaciones.defensa.gob.es/revistas.html>  
Para visualizarla en dispositivos móviles (*smartphones* y tabletas) descargue la nueva aplicación gratuita «*Revistas Defensa*» disponible en las tiendas Google Play y en App Store.

## FE DE ERRATAS

En el número 914 (julio-agosto 2022) la foto a doble página que aparece en las páginas 562 -563 es del fotógrafo Antonio J. Jiménez Santana.

## DASSAULT ANUNCIA UN RETRASO DE UNA DÉCADA PARA EL FCAS

Dassault, uno de los tres principales socios industriales en el sistema trinacional Future Combat Air System (FCAS)/Système de Combat Aérien Futur (SCAF), ha dicho que los continuos retrasos en los términos acordados retrasarán la entrada en servicio del New Generation Fighter (NGF), elemento clave del programa, al menos una década.

Según el calendario actual, el primer vuelo del demostrador NGF está previsto para 2027, el diseño final congelado para el 2030 y la fecha de comienzo de servicio en 2040. Sin embargo, en declaraciones a los medios franceses, el CEO de Dassault, Éric Trappier, dijo que la fecha de entrada en servicio planificada actual ya no es sostenible, sugiriendo 2050 como un calendario mucho más realista.

## SEGUNDO A330 PARA EL 45 GRUPO

El 31 de mayo, a las 07:53 horas de la mañana aterrizó en la base aérea de Torrejón la segunda de las tres aeronaves Airbus 330-200 que van a formar parte de la flota del Ejército del Aire.

Este A330, T-24.02 en su denominación militar, llega al 45 Grupo de Fuerzas Aéreas conservando su con-



Alemania da un fuerte espaldarazo a su flota de helicópteros pesados. (Imagen: Airbus)

figuración de origen, ampliando así las capacidades de aerotransporte de personal y carga de las Fuerzas Armadas. El 45 Grupo operará la aeronave en esta versión inicial hasta su conversión a MRTT (Multi-Role Tanker Transport) en la factoría de Airbus en Getafe.

Con capacidad para 288 pasajeros y más de 35 toneladas de carga, se trata del avión más grande de las Fuerzas Armadas. Dispone de una autonomía de más de 18 horas de vuelo y 16 000 kilómetros, lo que le dota de una gran proyección estratégica, con capacidad para llegar a cualquier parte del mundo sin necesidad de escalas.

## LAS VENTAS DE CHINOOK SE DISPARAN CON GRANDES CONTRATOS

Alemania ha seleccionado finalmente el Boeing CH-47F Chinook Block II para reemplazar su flota actual de CH-53 Super Stallions, helicóptero que ha prestado servicio durante los últimos casi 50 años.

El Departamento de Defensa alemán tomó la decisión de comprar 60 CH-47F el 1 de junio, anticipando que las adquisiciones estarán completadas para el 2030, dando comienzo en 2023.

La ministra de Defensa, Christine Lambrecht, informó que se había sopesado cuidadosamente las ventajas y desventajas, así como los riesgos, votando de manera unánime a favor del modelo. «El Chinook es moderno y probado. Con este modelo estamos reforzando nuestra capacidad de cooperar en Europa. Además, estamos obteniendo una flota más grande y ganando flexibilidad».

Alemania adquirirá la variante modernizada Block II Standard Range. Sus CH-47F también estarán equipados para que puedan reabastecerse de combustible en vuelo.

La adquisición se realizará bajo el proceso de Ventas Militares Extranjeras. Junto a Boeing participarán numerosas empresas locales, destacando AERO-Bildung GmbH, Airbus Helicop-



Segundo A330 para el 45 Grupo

ters Deutschland, CAE GmbH, ESG Elektroniksystem-und Logistik-GmbH, Honeywell Aerospace, Lufthansa Technik AG y Rolls-Royce Deutschland Ltd. & Co.KG.

Por su parte, los CH-53 actuales seguirán operativos hasta su baja definitiva en 2030.

El CH-47F ha competido con el Sikorsky CH-53K Stallion en el programa Schwerer Transporthubschrauber (STH, helicóptero de transporte pesado). Finalmente, el menor coste unitario del Chinook inclinó la decisión a su favor, ya que permitió comprar un mayor número de unidades, dentro de las limitaciones presupuestarias.

Por otro lado, el Departamento de Estado de EE.UU. aprobó una posible venta militar extranjera de 23 helicópteros de transporte táctico de carga pesada Boeing CH-47F Chinook y equipo relacionado al gobierno de Egipto por un costo estimado de 2600 millones de US\$.

La Agencia de Cooperación para la Seguridad de la Defensa de EE.UU. (DSCA) anunció la aprobación de la solicitud el 26 de mayo. Dicha petición también incluye 56 motores T-55-GA-714A (46 instalados, diez de repuesto); (52 sistemas integrados de navegación inercial (INS) (EGI) del sistema de posicionamiento global (GPS) (46 instalados, seis de repuesto); 29 sistemas comunes de advertencia de misiles (CMWS) AN/AAR-57 (23 instalados, seis de repuesto); y 75 M -240 ametralladoras (69 instaladas, seis de repuesto).

También se incluye *software* clasificado del sistema común de alerta de misiles (CMWS); AN/APR-39 receptores de alerta de radar (RWR); conjuntos de detección láser (LDS) AN/AVR-2B; radios de alta frecuencia (HF); equipo de supervivencia de aeronaves (ASE, incluidos cartuchos de señuelo de 25,4 mm, cartuchos de impulso para cortadores de cables y cartuchos de aeronaves); AN/ARN-147 receptores omnidireccionales de rango de radio/sistema de aterrizaje por instrumen-

tos (VOR/ILS) de muy alta frecuencia (VHF); radios AN/ARN-153 sistema de navegación aerotransportada táctica (TACAN); altímetros de radar AN/APN-209, dispositivos de visión nocturna (NVD) AN/AVS-6; y munición de 7,62 mm.

Actualmente, la Fuerza Aérea egipcia opera 16 Chinooks modelo CH-47D más antiguos. Estos son operados por el Escuadrón 18 como parte del Regimiento de Helicópteros Tácticos en la base aérea Kom Ashwim. Egipto adquirió 15 CH-47C de fabricación italiana, originalmente destinados a Irán, en 1981, de los cuales, 12 de ellos se actualizaron a la versión CH-47D entre 2002 y 2005.

Cuatro CH-47D de nueva construcción también se unieron a la flota entre los años 1999-2000. El 6 de agosto de 2009, la DSCA notificó al Congreso que Egipto había solicitado otros seis CH-47D, pero desde entonces no ha habido confirmación de que esto se haya convertido en un pedido en firme.

### EL FUTURO CAZA DE LA USAF ALCANZA LA FASE DE INGENIERÍA Y FABRICACIÓN

El secretario de la Fuerza Aérea, Frank Kendall, afirmó el 1 de junio que el programa de cazas Next Generation Air Dominance, secreto y altamente clasificado de la Fuerza

Aérea de EE.UU., ha comenzado su fase crucial de desarrollo de ingeniería y fabricación.

Según informó el propio Kendall, la Fuerza Aérea comenzó el desarrollo de prototipos experimentales del NGAD en 2015. Se trata de un programa X-plane, diseñado para reducir el riesgo y desarrollar tecnologías clave necesarias para el programa de producción.

La tecnología ha seguido progresando, dijo, y el esfuerzo de NGAD ahora se concibe como una familia de sistemas que incorpora varios elementos, incluido un puñado de aviones no tripulados autónomos que acompañan al avión tripulado en formación.

A efectos prácticos y de cronología histórica, los programas de adquisición de la USAF tardan una media de casi siete años en alcanzar la capacidad operativa inicial desde el comienzo de la fase EMD. En el caso del NGAD, es ahora cuando se ha comenzado a trabajar en la citada fase EMD. Aún así, todavía pasarán varios años antes de que el programa llegue a su IOC. Según Kendall. «Se estima que la USAF tendrá tal capacidad para finales de década».

El NGAD se prevé sea el programa de aviones más caro de la historia. Se estima que cada avión pilotado bajo el programa cueste varios cientos de millones de dólares cada uno.



Diseño conceptual del laboratorio de investigación de la USAF mostrando el posible concepto de caza de próxima generación, o F-X

La Fuerza Aérea solicitó al Congreso casi 1.700 millones de dólares para el NGAD en su presupuesto fiscal 2023, incluidos 133 millones en fondos de investigación, desarrollo, pruebas y evaluación.

### CANADÁ A LAS PUERTAS DE UNIRSE AL CLUB POSEIDÓN

El gigante de defensa Boeing y varios socios de la industria canadiense anunciaron a principios de junio su intención de colaborar para proporcionar la plataforma P-8A Poseidón para el requisito de Canadian Multi-Mission Aircraft (CMMA).

En un comunicado del 1 de junio, Boeing declaró que Team Poseidon, compuesto por CAE, GE Aviation Canada, IMP Aerospace & Defence, KF Aerospace, Honeywell Aerospace Canada y Raytheon Canada, formarán la piedra angular para el programa canadiense P-8.

Casi 150 aviones de patrulla marítima (MPA) Boeing P-8 Poseidon se han entregado a cinco países hasta la fecha. La selección canadiense de la plataforma garantizaría la plena interoperabilidad con NORAD y los aliados de la OTAN.

Capaz de llevar a cabo operaciones de guerra antisubmarina, guerra antisuperficie, inteligencia, vigilancia y reconocimiento, y operaciones de búsqueda y rescate, el P-8 también puede operar con una mezcla del 50% de combustible de aviación sostenible, con aspiraciones de avanzar hacia el 100% en los próximos años.

Los clientes actuales de Boeing P-8 incluyen la Marina de los EE. UU., la Marina de la India, la Real Fuerza Aérea australiana, la Real Fuerza Aérea noruega, la Real Fuerza Aérea de Nueva Zelanda, la Armada de la República de Corea y la Armada de Alemania.

Construida sobre la estructura del avión 737 Next-Generation, la plataforma P-8 tiene un 86% de similitud con los más de 4000 737NG en



Recorte flota de cisternas para la USAF. (Imagen: USAF)

servicio, lo que reducirá los costos de mantenimiento y de ciclo de vida debido a las grandes economías de escala.

### LA USAF PLANTEA UN RECORTE EN LA FLOTA DE TANQUEROS

Durante un evento con un grupo de expertos de la Fundación Heritage, el secretario de la Fuerza Aérea, Frank Kendall, dijo que la USAF se está planteando pedir permiso al Congreso para reducir el requisito de su flota de aviones cisterna de un mínimo de 479 aviones de reabastecimiento de combustible a 455.

El Congreso estableció ese requisito de 479 aeronaves cuando aprobó la Ley de Autorización de Defensa Nacional de 2019, que se basó en un estudio TRANSCOM de 2018 que encontró que ese número era el tamaño mínimo de flota requerido si estallaba una guerra. A finales de 2021, la Fuerza Aérea tenía alrededor de 490 aviones cisterna en su flota.

Kendall dijo que una capacidad de 455 aviones cisterna sería adecuada para responder a una amenaza de China, desafío principal en las estrategias actuales de la USAF y de Estados Unidos.

El Instituto Hudson dijo, en un estudio de noviembre de 2021, que la capacidad de reabastecimiento de combustible de la USAF se había vuelto frágil y obsoleta, y tenía poco margen para asumir nuevas misiones.

El estudio indicaba que esto pone en peligro la capacidad de la nación para sostener el combate contra un adversario importante si estallara una guerra o conflicto prolongado en el tiempo.

Kendall admitió que la Fuerza Aérea está cada vez más preocupada de que los aviones cisternas puedan enfrentarse a la cada vez mayor amenaza a ser derribados en combate. Cómo diseñar un avión cisterna con mayor capacidad de supervivencia en combate es una de las preguntas clave que se hace la Fuerza Aérea a medida que comienza a imaginar cómo debería ser su futuro avión cisterna KC-Z.

Kendall elogió al KC-46 como una importante mejora sobre el KC-135. También reconoció que el programa ha tenido problemas, incluso con su sistema de visión remota original defectuoso, y señaló que el fabricante de aviones Boeing «ha perdido hasta ahora una gran cantidad de dinero en el citado programa».

El KC-46 realizó su primer reabastecimiento operativo de un avión aliado internacional en abril, con el reabastecimiento de combustible a EF-18 Hornets españoles durante un ejercicio en la base aérea de Morón. El KC-46 está ya autorizado para repostar F-18 de Canadá y España, contando en este momento con la autorización para repostar aviones de Finlandia, Italia, Australia, Malasia y Suiza.



**Revista de Aeronáutica Y ASTRONÁUTICA**

C/ Martín de los Heros 51, 2ª planta  
28008, Madrid  
aeronautica@movistar.es  
914545776/ 8125776



## SUSCRÍBASE A REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA

Por 18\* euros al año (diez números)

\*IVA incluido en la UE. Precio suscripción anual en España: 18 euros; anual en la UE: 30 euros; anual en el resto del mundo: 35 euros

Sí, deseo suscribirme a la **Revista de Aeronáutica y Astronáutica** por el periodo de un año completo (de enero a diciembre)

Nombre y apellidos ..... DNI ..... Fecha y firma

Calle o plaza ..... Código postal .....

Ciudad ..... Provincia/País ..... Teléfono.....

Correo electrónico .....

Formas de pago:

Transferencia bancaria a la cuenta: ES24 0182 6941 67 0201503605, indicando NIF/CIF del suscriptor

Domiciliación bancaria (solo para residentes en España)

IBAN: ..... BANCO: ..... SUCURSAL: ..... DC: ..... N.º CUENTA: .....

revistadeaeronautica@ea.mde.es • Teléfono: 914 545 771/72 • Martín de los Heros 51, 2º planta. 28008 Madrid



El Global 8000. (Imagen: Bombardier)

### BOMBARDIER INCREMENTA SU OFERTA DE AVIONES DE NEGOCIOS

La empresa canadiense Bombardier acaba de añadir un nuevo birreactor a su familia de aviones de negocios: se trata del Global 8000, cuyo lanzamiento tuvo lugar en los últimos días del pasado mayo. Bombardier describe su nuevo birreactor de negocios como el más rápido y de mayor alcance, complementado con las últimas mejoras en cuanto a confort en su cabina.

A efectos prácticos se trata de un desarrollo del Global 7500; de hecho los actuales usuarios de este último podrán optar a su conversión a los estándares del Global 8000 cuando entre en servicio; el Global 8000 tendrá un alcance de 14 800 km con una velocidad máxima de crucero de mach 0,94. Bombardier explica que su historia se remonta a mayo del pasado año, cuando un prototipo Global 7500 realizó unas pruebas de velocidad acompañado por un F/A-18 de la NASA, donde se alcanzó una velocidad ligeramente superior a mach 1,015. Es más, en el curso de ellas se convirtió además en el primer avión que voló a

velocidad supersónica empleando combustible SAF (Sustainable Aviation Fuel). Con esos resultados en la mano, se decidió dar un paso adelante y poner en el mercado un avión con mejores actuaciones, en definitiva el Global 8000.

Sus características serían: la longitud total de su cabina tendrá 16,59 m, con una altura de 1,88 m y una anchura máxima de 2,44 m; la capacidad será de hasta 19 pasajeros. Podrá ser configurada en cuatro compartimentos independientes, y el sistema de presurización permitirá tener una presión en cabina equivalente a una altitud de 880 m en vuelo a una altitud de 12 500 m. En operaciones de largo alcance, la altitud de crucero inicial será de 13 106 m; una vez consumido suficiente combustible la altitud final de crucero se situará en 15 545 m.

El Global 8000 tendrá una longitud de 33,8 m, una envergadura de 31,7 m y una altura de 8,2 m. Estará equipado con dos motores GE Passport de 8580 kg de empuje unitario. Por el momento no se han dado a conocer los pesos del avión. La entrada en servicio está prevista para 2025.

### ATR ANUNCIA EL PROGRAMA EVO

Un comunicado de prensa de ATR fechado el 18 de mayo, dio a conocer los planes de esa compañía para crear una nueva generación de aviones regionales que se prevé estará en servicio en la próxima década, identificada como ATR EVO. Los objetivos de ese nuevo programa de ATR son la reducción del consumo de combustible y de los costes de mantenimiento en un porcentaje del 20% con relación a los actuales aviones del mercado regional.

Indudablemente la decisión de ATR ha venido obligada por la postura de Embraer que, como es sabido, ha decidido apostar de nuevo por los aviones turbohélice. La empresa brasileña aún tiene importantes puntos abiertos en ese camino; aunque parece confirmado que el avión básico tendrá una capacidad de 90 pasajeros, el decisivo capítulo de la propulsión permanece abierto. En los últimos tiempos los diversos conceptos de futuro y actividades que se están desarrollando, han identificado a los aviones regionales como los primeros candidatos a emplear plantas propulsoras de tipo híbrido o eléctrico. Tanto Embraer como ahora ATR se han mostrado totalmente dispuestas a ejercer de pioneras en ese apartado. Desde luego no se ignora que ese cambio no se limita a los aviones, pues las convertiría además en adelantadas de importantes cambios, tanto en la logística de las compañías, como en las infraestructuras de los aeropuertos y lugares donde tales aviones deberían operar. No obstante se considera que existe suficiente tiempo por delante como para que todos esos puntos puedan ser debidamente estudiados y solventados.

Es por ello por lo que los responsables de ATR han declarado que el EVO supondrá un paso decisivo hacia delante en cuanto a innovación, en particular en lo que a eliminación de las emisiones de dióxido

de carbono se refiere. Y como muestra de ese compromiso han distribuido una RFI, Request for Information, a los principales fabricantes de motores en busca de propuestas al respecto. Con los resultados en la mano, la idea es acudir a las compañías aéreas en busca de compromisos que permitan lanzar industrialmente el programa EVO en el curso de 2023. No es casualidad que Embraer tenga un calendario similar para su nuevo turbohélice regional.

Por el momento, parece que Pratt & Whitney Canada parte en una posición ventajosa con ATR, puesto que figura en un programa conjunto con De Havilland Aircraft of Canada y Collins en curso, que cuenta con la financiación del Gobierno canadiense, para la experimentación de un motor híbrido que será probado extensamente a bordo de un Dash 8-100 modificado, cuyo motor derecho del tipo PW121 dejará su lugar a este último.

¿Cuál sería la ventaja de emplear ese motor híbrido en el programa EVO? Según Pratt & Whitney Canada, si los ensayos confirman los cálculos teóricos, se alcanzaría una reducción

del orden del 30% en el consumo de combustible, es decir, un diez por ciento más que el objetivo de partida de ATR. Sin lugar a duda habrá otros sistemas candidatos. Parecen fijos los que serán consecuencia de los estudios del programa EFPD de la NASA, Electric Powertrain Flight Demonstration, donde trabajan GE Aviation y MagniX, cuyo objetivo como ya es sabido es la propulsión de futuros aviones regionales (ver RAA n.º 909 de enero-febrero de 2022).

Sea como fuere el empleo de nuevos sistemas de propulsión en el ATR EVO es por el momento más un deseo que una realidad. Vemos actualmente que los SAF, Sustainable Aviation Fuel, van avanzando positivamente sin traumas -a excepción del precio- como la solución más inmediata para las demandas de reducción de las emisiones de dióxido de carbono. Incluso en el caso de que todo discurra de la manera más positiva en cuanto a la disponibilidad de los nuevos motores, su integración en la industria del transporte aéreo no tiene comparación posible con el caso de estos.



Concepto artístico del ATR EVO. (Imagen: ATR)

■ En el curso de un simposio sobre sostenibilidad del transporte aéreo, celebrado en la Cámara de Comercio sueca en Londres, el presidente de la compañía SAS afirmó que el combustible SAF será en los próximos años la solución para un transporte aéreo con menores emisiones. Como su precio es superior al del combustible convencional, abogó por incentivar y apoyar su producción para que su coste disminuya. En ese mismo foro el presidente de EasyJet advirtió que el precio y la disponibilidad del SAF deberán mejorar de manera significativa a corto plazo para evitar subidas en las tarifas y el consiguiente descenso en la ocupación de las aeronaves.

■ United Engine Corporation ha completado los ensayos en banco del primer prototipo del motor turbopropán PD-8, que se instalará en el birreactor SSJ-NEW, la versión totalmente rusa del Sukhoi Superjet SSJ 100. Ha sido preciso crear esa versión como consecuencia de las sanciones impuestas por el conflicto bélico entre Ucrania y Rusia, con el fin de sustituir los componentes occidentales de ese avión por equivalentes de fabricación rusa. El SSJ 100 emplea buena parte de sus equipos y sistemas de procedencia exterior, aviónica, APU, sistemas eléctrico e hidráulico, ruedas, frenos e interior. El SSJ-NEW tiene previsto su vuelo inaugural para el primer trimestre de 2023.

■ Airbus ha creado en Filton (Bristol, UK) un centro de desarrollo para la investigación sobre las tecnologías aplicables en el uso aeronáutico del hidrógeno, bajo el nombre de Zero Emisión Development Centre, ZEDC. Por el momento la actividad prioritaria del centro será el desarrollo de un sistema de combustible criogénico dentro del programa genérico ZEROe.

■ El primer birreactor chino COMAC C919 de serie -el número siete de producción- realizó su vuelo inaugural en Pudong el 14 de mayo con una duración de tres horas y dos minutos. Se trata del primero que se entregará a una compañía aérea, y su destinataria será China Eastern Airlines. El prototipo C919 efectuó su primer vuelo el 5 de mayo de 2017.



### EL CUERPO DE MARINES DECLARA LA CAPACIDAD INICIAL DEL SIKORSKY CH-53

El cuerpo de Marines ha declarado la capacidad operacional inicial (IOC) del helicóptero pesado CH-53K, validando su disponibilidad para el despliegue de marines y equipo en cualquier parte del globo, desde un barco hasta la costa.

El CH-53K juega un papel crítico, dando a las fuerzas más alcance y agilidad para conducir un asalto expedicionario que incluya el transporte de vehículos blindados, equipos y personal.

Los marines han estado volando y apoyando el CH-53K en el entorno de la flota, demostrando que el helicóptero esta cumpliendo en tiempo con los objetivos marcados hasta conseguir las capacidades completas. El helicóptero ha realizado más de 3000 horas de vuelo en entornos de extremo frío y calor, reabastecimiento en vuelo, evaluación y prueba de disparos y operaciones sostenidas simulando la descarga de una brigada expedicionaria de marines.

La línea de producción en Stratford, Connecticut, esta activa, con siete unidades en cadena, de los que tres están previsto que se entreguen este año. Hay 46 helicópteros bajo contrato, incluyendo cuatro para Israel. El objetivo de adquisición son 200 aeronaves.

### AIRBUS INCREMENTA SU PRESENCIA EN EL REINO UNIDO EN EL ÁREA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO

Airbus refuerza su presencia en el Reino Unido con la instalación de un centro de desarrollo de emisiones cero (ZEDC) para tecnologías del hidrógeno. Una de las prioridades del centro será el desarrollo de un sistema de combustible criogénico a coste competitivo, requerido para la entrada en servicio de sus aviones de pasajeros cero emisiones antes del 2035 y acelerar el conocimiento y la técnica de Reino Unido en la propulsión por hidrógeno.

El centro se beneficiará del reciente compromiso del gobierno del Reino Unido de aportar 685 millones de libras al Instituto de Tecnología

Espacial (ATI) durante los próximos tres años para apoyar el desarrollo de tecnologías aeronáuticas de emisiones ultra-bajas y cero de carbón.

El desarrollo de la tecnología en el nuevo centro, localizado en Filton, Bristol, ha comenzado ya y cubrirá las capacidades del producto completo desde componentes a pruebas criogénicas y del sistema completo. El desarrollo de sistemas de combustible, una especialidad de Airbus UK es una tecnología muy compleja, crucial para los futuros aviones propulsados por hidrógeno.

El centro complementa los de España, Alemania y Francia y se espera que todos estén completamente operacionales y listos para las pruebas en tierra del primer tanque de hidrógeno criogénico completamente funcional durante 2023 y que las pruebas en vuelo puedan empezar en 2026.

El lanzamiento del centro en Reino Unido se produce con la instalación de pruebas e investigación en Filton en 2021 financiado conjuntamente por ATI y Airbus con un coste de 40 millones de libras.

## INDRA Y OCCAR FIRMAN CONTRATOS POR 90M€ PARA MODERNIZAR EL HELICÓPTERO TIGRE ESPAÑOL

Indra y OCCAR firman contratos por 90 M€ para equipar los dieciocho helicópteros Tigre MKIII del Ejército de Tierra con sistemas de misión y defensa electrónica de siguiente generación, con los que poder operar en escenarios más complejos, frente a las amenazas que surgirán en los próximos años.

Indra dotará los Tigre MKIII españoles con soluciones de autoprotección (EWS) digitales de vanguardia y el sistema táctico de misión (SPC2), con los que comenzará a volar a partir de 2030. Indra también dotará a toda la flota de Tigre MKIII, tanto española como francesa, con el sistema de identificación amigo-enemigo (IFF), hasta un total de 82 helicópteros.

La *suite* de autoprotección (EWS) contará con un sofisticado sistema de alerta de amenaza radar de digitalización directa del espectro, el ALR-400FD Full Digital, que ofrece una elevada capacidad de procesamiento de señales para detectar sistemas de vigilancia y sensores



de apuntamiento antes de que estos fijen blanco sobre la plataforma. Este elemento además incorpora la función EW Manager, encargada de gestionar e integrar todos los elementos de autoprotección de la aeronave y de activar las contramedidas para neutralizar de forma automática cualquier ataque tierra-aire y aire-aire.

Indra integrará su sistema de identificación IFF en las flotas española y francesa del Tigre MKIII. Este sistema permitirá, tanto la identificación de la propia plataforma hacia terceros como la interrogación hacia otras aeronaves, para poder clasificarlas como amigas o

enemigas gracias al sistema combinado interrogador-transponder CIT-25A. El equipamiento incluye un cripto-computador Modo 5.

El sistema táctico de misión (SPC2) de Indra habilitará la interoperabilidad del helicóptero con el mando y control para facilitar una visión digitalizada del campo de batalla en tiempo real. Dispondrá de capacidad para transmitir y sincronizar la información táctica proveniente de diferentes plataformas a través de diversos *data links* y radios, correlacionando, fusionando y encaminando dichos datos con la información táctica recolectada por los diferentes sensores del helicóptero.



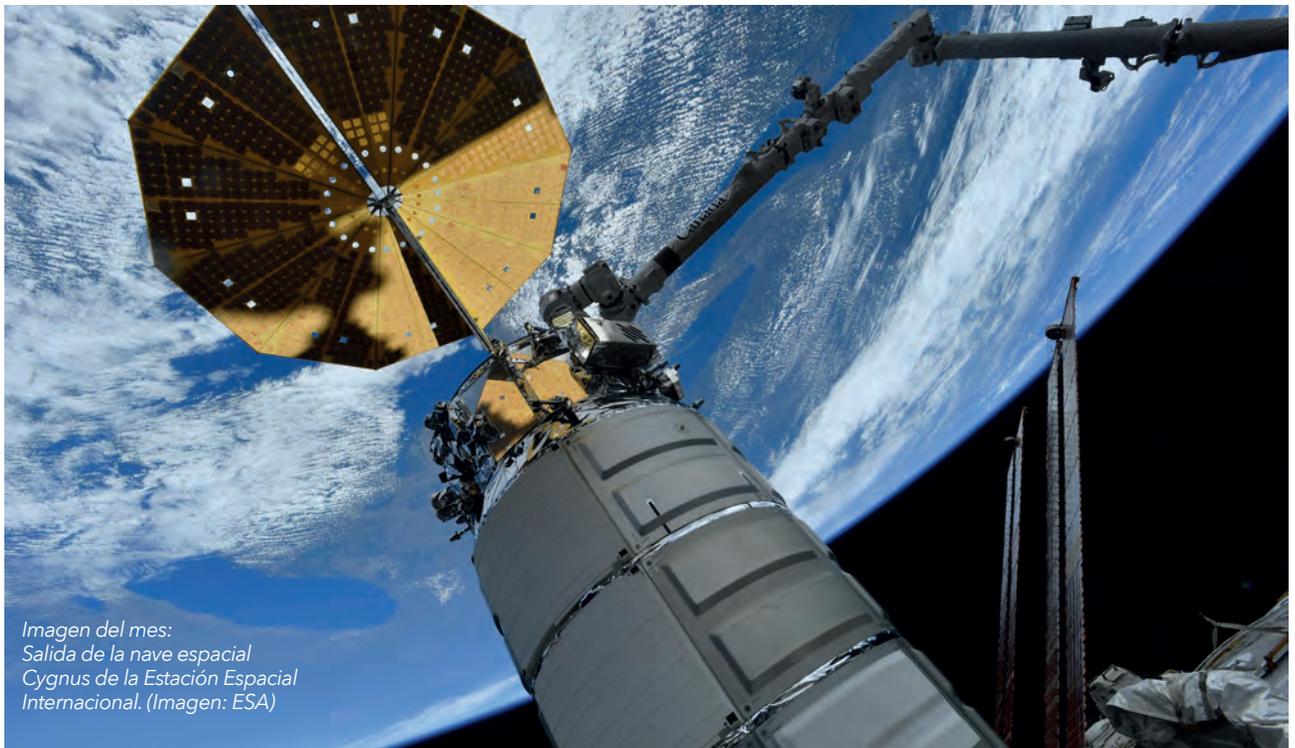


Imagen del mes:  
Salida de la nave espacial  
Cygnus de la Estación Espacial  
Internacional. (Imagen: ESA)

## NUEVO INSTRUMENTO DE LA NASA APUNTA A LA RADIACIÓN SOLAR

Del tamaño de una caja de zapatos o una consola de juegos, el Monitor Compacto de Irradiación Total (CTIM) es el satélite más pequeño jamás enviado para observar la suma de toda la energía solar que la Tierra recibe del Sol, también conocida como «irradiación solar total».

La radiación solar total es un componente importante del balance de radiación de la Tierra, que rastrea el equilibrio entre la energía solar entrante y saliente. Las mayores cantidades de gases de efecto invernadero emitidos por las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, atrapan mayores cantidades de energía solar dentro de la atmósfera de la Tierra.

Ese aumento de energía eleva las temperaturas globales y cambia el clima de la Tierra, lo que a su vez provoca un aumento del nivel del mar y el clima severo.

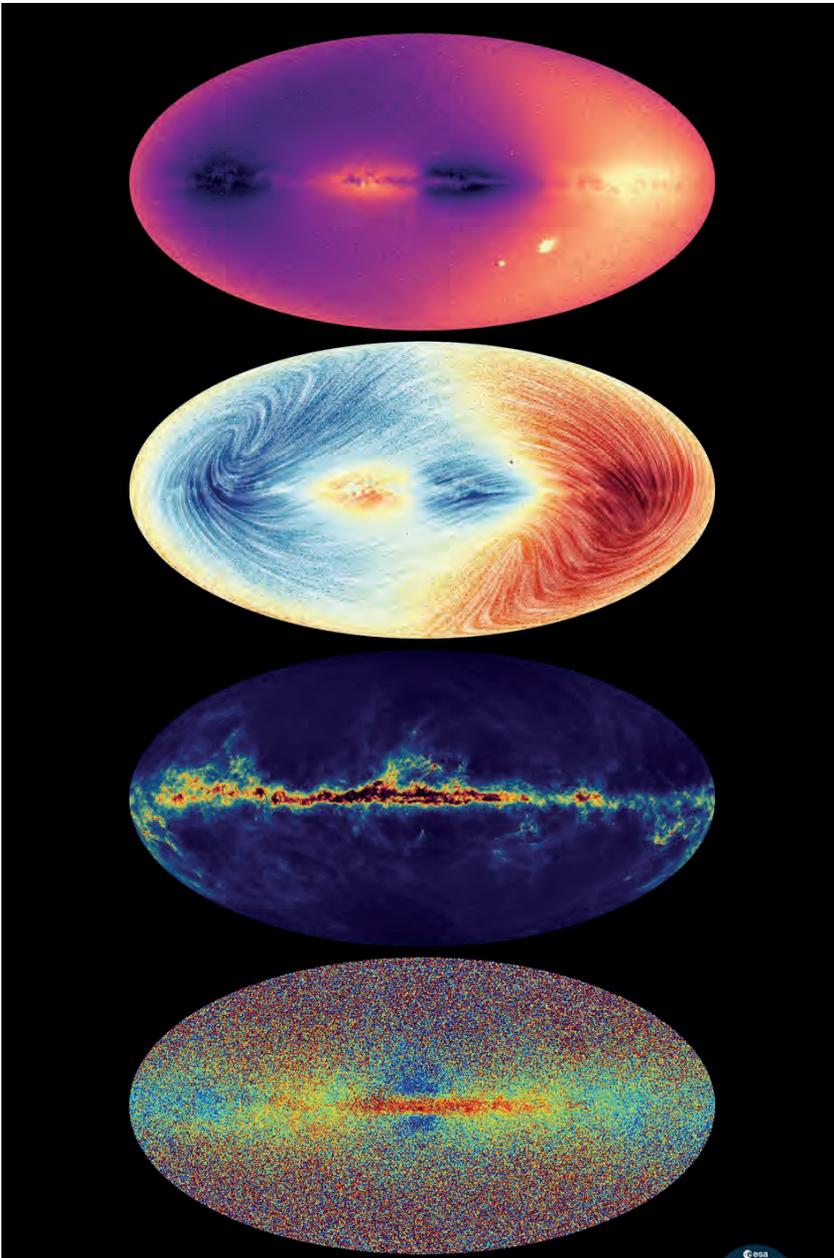
«Con mucho, la entrada de energía dominante al clima de la Tierra

proviene del Sol», dijo Dave Harper, investigador principal del Laboratorio de Física Atmosférica y Espacial (LASP) de la Universidad de Colorado en Boulder e investigador principal de CTIM. «Es una entrada clave para los modelos predictivos que pronostican cómo podría cambiar el clima de la Tierra con el tiempo».

Las misiones de la NASA, como el Experimento del Presupuesto de Radiación de la Tierra y los instrumentos de la NASA, como CERES, han permitido a los científicos del clima mantener un récord ininterrumpido de irradiación solar total que se remonta a 40 años. Esto permitió a los investigadores descartar el aumento de la energía solar como culpable del cambio climático y



Aproximadamente del tamaño de una caja de zapatos, CTIM es el instrumento más pequeño jamás enviado para estudiar la radiación solar total. (Imagen: Tim Hellickson / Universidad de Colorado, Boulder. NASA)



Exploración multidimensional de la Vía Láctea. (Imagen: ESA)

reconocer el papel que juegan los gases de efecto invernadero en el calentamiento global.

(Fuente: NASA)

### GAIA DESCUBRE NUMEROSAS ESTRELLAS EN EL ESTUDIO MÁS DETALLADO HASTA LA FECHA DE LA VÍA LÁCTEA

La misión Gaia de la ESA ha publicado hoy un nuevo conjunto de datos relativos a nuestra galaxia.

En este detallado estudio de la Vía Láctea, los astrónomos han descrito insólitos «terremotos estelares», el ADN estelar, movimientos asimétricos y otros datos fascinantes.

Gaia es una misión de la ESA que tiene por objetivo crear el mapa multidimensional más preciso y completo de la Vía Láctea. Esto permite a los astrónomos reconstruir la estructura y la evolución pasada de nuestra galaxia durante miles

de millones de años, además de comprender mejor el ciclo de vida de las estrellas y nuestro lugar en el Universo.

La tercera publicación de datos de Gaia incluye información nueva y mejorada de casi dos mil millones de estrellas de nuestra galaxia. El catálogo incorpora nueva información, incluidas las composiciones químicas, temperaturas, colores, masas, edades y velocidad a la que se acercan o alejan las estrellas de nosotros (velocidad radial). Gran parte de esta información proviene de los nuevos datos de espectroscopia ahora publicados, una técnica en la que la luz de las estrellas se divide en los colores que la componen (como un arco iris). Asimismo, los datos incluyen subconjuntos especiales de estrellas, como aquellas que cambian de brillo con el tiempo.

Otra novedad en este conjunto de datos es el catálogo más grande hasta la fecha de estrellas binarias, miles de objetos del Sistema Solar, como los asteroides y las lunas de planetas, y millones de galaxias y cuásares situados fuera de la Vía Láctea.

Uno de los descubrimientos más sorprendentes que se ha efectuado gracias a estos nuevos datos es que Gaia puede detectar terremotos estelares (pequeños movimientos registrados en la superficie de una estrella) que cambian la forma de las estrellas, algo para lo que originalmente el observatorio no se había diseñado.

Anteriormente, Gaia ya había encontrado oscilaciones radiales que ocasionaban que las estrellas aumentaran y redujeran su tamaño de forma periódica mientras mantenían su forma esférica. Pero ahora Gaia también ha detectado otras vibraciones que pueden considerarse como tsunamis a gran escala. Estas oscilaciones no radiales alteran la forma global de la estrella y, por lo tanto, son más difíciles de detectar.

(Fuente ESA)

# La llegada a la cumbre OTAN Madrid 2022

**FEDERICO YANIZ VELASCO**  
*General (retirado)*  
*del Ejército del Aire*  
*Vicepresidente de Eurodefensa-España*

El camino de la cumbre Madrid 2022 no ha sido fácil y en su tramo final la guerra en Ucrania ha estado omnipresente en la preparación del evento. La triste realidad es que el citado conflicto armado en el Viejo Continente ha marcado los resultados de una reunión de gran importancia para la seguridad y la estabilidad geoestratégica en nuestro entorno. Desde 1949 ha habido 32 cumbres siendo la última la celebrada en Madrid los días 29 y 30 de junio de 2022.

Uno de los principales propósitos de esta cumbre era actualizar el documento que sirve de guía para la defensa y seguridad de los miembros de la OTAN, teniendo en cuenta los cambios de todo tipo ocurridos en el entorno estratégico desde la adopción del anterior Concepto Estratégico en noviembre de 2010. Además, parecía necesario que la Alianza recuperase su sentido de utilidad y autoestima que algunos líderes aliados habían puesto en duda, por ejemplo las declaraciones del expresidente Trump que denotaban un cierto menosprecio de la organización o el presidente Macron expresando:

«Estamos viviendo la muerte cerebral de la OTAN. Debemos clarificar cuáles son los objetivos estratégicos de la OTAN.

Europa debe dotarse de la capacidad militar indispensable para afirmar su autonomía estratégica»

La invasión de Ucrania iniciada el 24 de febrero parece haber revitalizado la OTAN.

## UNA CUMBRE MUY ESPECIAL

Durante los dos últimos días de junio se ha celebrado la cumbre de la OTAN, que por segunda vez en la historia ha tenido por escenario la capital de España. Para empezar, parece oportuno señalar que Madrid ha sido un marco incomparable para tan magno evento. La gran ciudad con sus avenidas, parques, museos y monumentos ha dado una imagen muy completa de la cultura española junto a otras muestras de nuestro patrimonio artístico situadas en Madrid y sus proximidades. Hay que destacar también la excelente respuesta dada por el sector hostelero al reto de dar alojamiento y manutención al más alto nivel a los jefes de estado y de gobierno de cuarenta y un países aliados y socios. Por otra parte, esta cumbre ha tenido lugar en un momento histórico para la Alianza Atlántica cuando Europa está en guerra desde que el 24 de febrero pasado, cuando Rusia inició la invasión de Ucrania. Esta cumbre ha reunido a la totalidad de los 30 líderes aliados y de once socios de Europa y Asia, incluyendo líderes de la región del Indo-Pacífico.



*El Rey, Felipe VI y el presidente de los Estados Unidos, J. Biden*

Su presencia ha permitido promover iniciativas colectivas entre aliados y socios orientadas a fortalecer un orden internacional basado en normas. Los reunidos reafirmaron su compromiso indeclinable con el vínculo transatlántico y con el artículo 5 del Tratado de Washington, que establece que un ataque contra uno de los aliados es un ataque contra todos. La cumbre Madrid 2022 marcará un hito en el fortalecimiento de la OTAN

y en la aceleración de su adaptación. Los líderes aliados reunidos en Madrid respaldaron el Concepto Estratégico Madrid 2022, el nuevo plan para la Alianza en un mundo más peligroso y competitivo. El documento, el más importante de la Alianza tras el Tratado de Washington, describe la forma en que la OTAN abordará las amenazas y los desafíos en su entorno de seguridad en los próximos años, la transformación de la Alianza teniendo

en cuenta la agenda 2030 adoptada en la Cumbre de Bruselas de 2021, además, guiará a los aliados en su empeño en reforzar la seguridad euroatlántica en respuesta a la agresión de Rusia, así como a los desafíos sistémicos que plantea la República Popular China y la profundización de su alianza estratégica con Rusia, por último establece como tareas centrales de la OTAN las de disuasión y defensa, prevención y manejo de crisis y seguridad cooperativa

### UNA DECLARACIÓN TRASCENDENTE

La Declaración de Madrid fue publicada el 29 de junio de 2022 y en ella los líderes reunidos reafirmaron su compromiso con la Política de Puertas Abiertas de la OTAN y decidieron invitar a Finlandia y Suecia a convertirse en miembros de la OTAN y a firmar los Protocolos de Adhesión. En cualquier adhesión a la Alianza, es de vital importancia que se aborden adecuadamente las preocupaciones legítimas de seguridad de todos los aliados y en ese sentido se acoge con beneplácito la conclusión del memorando trilateral entre Turquía, Finlandia y Suecia. La adhesión de Finlandia y Suecia hará a la zona euroatlántica más segura y a la OTAN más fuerte.

De cara a la cumbre de Madrid, los aliados presentaron sus planes para cumplir con lo asumido en el Compromiso de Gales sobre el aumento del gasto nacional de defensa y la adquisición de equipos. El año 2022 será el octavo año consecutivo de aumento en el gasto en defensa de muchos aliados que serán seguidos por otros en los próximos años.

En Madrid, los líderes aliados escucharon con atención las declaraciones del presidente de Ucrania, Zelenski, y analizaron sus esfuerzos para brindar asistencia humanitaria, económica y de seguridad a Ucrania, asimismo aprobaron con su partici-



Vista general de la reunión del 30 de junio en Madrid

pación y se solidarizaron plenamente con el gobierno y el pueblo de Ucrania en la heroica defensa de su país.

Por otra parte, se decidió aumentar sustancialmente en los próximos años los presupuestos militares y civiles de financiamiento común de la OTAN y el programa de inversión en seguridad. Todo ello reforzará la capacidad de la Alianza de redoblar sus esfuerzos en apoyo a la seguridad y defensa común.

Por primera vez, los líderes de los socios globales Australia, Japón, Nueva Zelanda y la República de Corea han participado en una Cumbre de la OTAN. Los aliados y estos socios trazarán una hoja de ruta para una mayor cooperación, que asegure consultas políticas más directas y el trabajo conjunto en áreas de interés común como son las amenazas cibernéticas e híbridas, la seguridad marítima, la lucha contra el terrorismo y el impacto del cambio climático en la seguridad.

En reconocimiento de las funciones complementarias de la OTAN y la UE en la promoción de la seguridad euroatlántica e internacional, los presidentes del Consejo Europeo y la Comisión Europea se sumaron a los debates de la Cumbre y a la cena transatlántica auspiciada por España en el Museo del Prado. Los aliados también mantuvieron consultas con Georgia para expresar apoyo a su soberanía, integridad territorial y aspiraciones euroatlánticas. También acordaron aprobar programas ampliados en apoyo a

las necesidades en materia de defensa de Bosnia-Herzegovina, Georgia y la República de Moldavia.

Apoyándose en la adopción de una nueva política sobre Ciberdefensa de la OTAN durante el año pasado, los líderes aliados respaldaron un nuevo plan de acción que procurará reforzar la cooperación en el área cibernética entre los niveles político, militar y técnico. También acordaron preservar la ventaja tecnológica de los aliados y los compromisos que contribuyan a sostener un nuevo acelerador de innovación en defensa.

Los jefes de estado y gobiernos rinden homenaje en la Declaración a todas las mujeres y hombres que continúan sirviendo diariamente por nuestra seguridad colectiva, y honraron a todos aquellos que se han sacrificado para mantenernos a salvo.

La Declaración de Madrid terminó expresando el agradecimiento por la generosa hospitalidad que ha brindado el Reino de España, en el 40º aniversario de su adhesión a la OTAN. Los aliados esperan reunirse de nuevo, en Vilna, en 2023. Con las decisiones en la cumbre, se ha establecido firmemente la dirección para la adaptación continua de la Alianza. La OTAN sigue siendo la alianza defensiva más fuerte de la historia, que a través del vínculo transatlántico y del compromiso mutuo continuará salvaguardando la libertad y la seguridad de todos los aliados, así como unos valores democráticos compartidos, ahora y en las generaciones futuras. ■

# UN JEFE IMPONE. UN LÍDER EXPONE

**Alberto Borja Calvo López**

Teniente coronel del Ejército del Aire

En este brevísimo ensayo se esbozan algunas reflexiones sobre el liderazgo, desde el punto de vista de la oratoria. Y lejos de querer promover controversias o incurrir en reduccionismos ingenuos, con este título solo se pretende estimular en el lector el talante crítico que merece la cuestión planteada, especialmente ahora, cuando buena parte de la sociedad empieza a mirar con interés a nuestros profesionales en el contexto de los conflictos bélicos que asolan el continente europeo.

## ANTECEDENTES

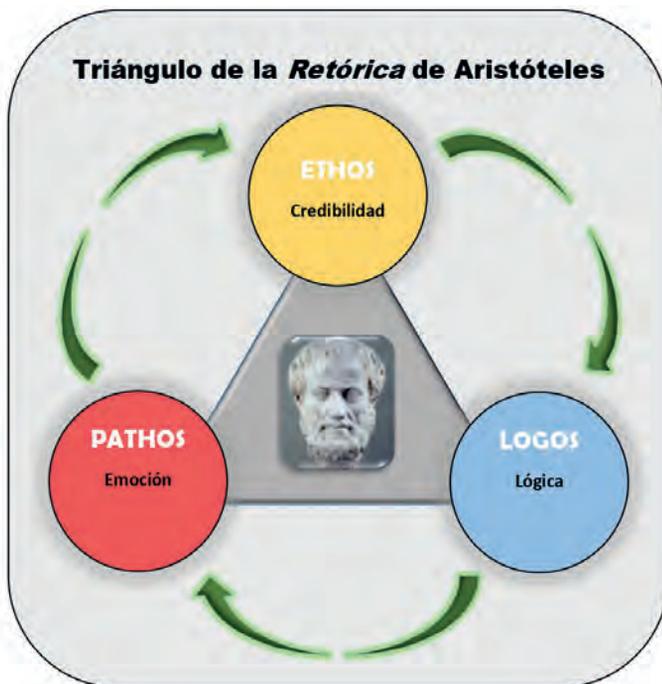
Abordar el asunto con esa predisposición intelectual fue la necesidad que percibí durante mi formación en el curso de Estado Mayor que tuve el inmenso privilegio de realizar en Francia a lo largo del periplo académico 2017-2018.

Entre las diferentes asignaturas y propuestas formativas que estructuraban el plan de estudios, resultaba muy llamativa la notable importancia que se asignaba a la elocuencia, a la habilidad para persuadir y convencer y a la manera en que todo ello puede configurar la capacidad de liderazgo. A este respecto, el mencionado centro consagraba una semana monográfica a cargo de la escuela de oratoria más prestigiosa de París (École de l'Art Oratoire).

Finalizada esta inmersión, y siempre de forma extracurricular se facilitaba, a quienes estuvieran especialmente interesados, que pudieran continuar progresando con clases maestras y actividades complementarias de la más diversa índole: retórica improvisada, debates y torneos de elocuencia, entre otras. En las semanas previas a la clausura, y según las destrezas acreditadas por el alumno, se seleccionaba a un restringido grupo de conferenciantes que culminara y pusiera el broche final al curso académico.

Han pasado algunos años y sobre los posos de tales experiencias, he creído oportuno sintetizar en estas breves líneas una reflexión muy personal con la que mostrar un camino, posiblemente uno de los menos transitados, que contribuya a esclarecer la neblinosa dicotomía conceptual existente entre un jefe y un líder.

Y el hecho de que mi enfoque quede incardinado precisamente en el correcto uso de la palabra y vaya dirigido a nuestros profesionales atiende a dos premisas fundamentales, *alma máter* de lo que desarrollaré posteriormente. La primera: no es posible liderar sin persuasión, para lo cual la oratoria puede llegar a ser una gran herramienta. La segunda: aun cuando la disciplina y profesionalidad de los integrantes de nuestras Fuerzas Armadas no admite discusión, la magnitud de los sacrificios implícitos en muchas de nuestras órdenes resulta incompatible con la mera imposición, vulnerabilidad que podría comprometer la misión en circunstancias extremas.



Triángulo de la Retórica de Aristóteles. (Imagen: Archivo de imágenes personales del autor)

### ALGUNOS FUNDAMENTOS

Como muchos de los lectores sabrán, a la hora de hilvanar una buena intervención es interesante armonizarla según los tres pilares de la Retórica de Aristóteles: *logos*, *ethos* y *pathos*. Que nuestro mensaje llegue adecuadamente al receptor dependerá en gran medida de lo anterior.

Luego, no se trataría solo de construir un discurso robusto en argumentos y datos, con sólidos razonamientos y en constante apelación al intelecto (*logos*), sino que se requerirá también que el contenido sea presentado de manera confiable, y que el orador goce, o se haga merecedor, de la credibilidad necesaria (*ethos*). Y todo lo anterior, sin olvidar el compromiso permanente por evocar emociones y sentimientos en la audiencia (*pathos*).

El problema está en que este práctico recetario no constituye más que el punto de partida, pues a menos que nuestra genialidad en escena sea comparable a la de Pericles, Demóstenes o Barack Obama (entre otros), resultaría muy pretencioso pensar que la rigurosa aplicación de los evocados principios garantizará *per se* la excelencia y el éxito de nuestra exposición.



Marco Tullio Cicerón. La fuerza de la razón. (Imagen: <https://hdnh.es/marco-tulio-cicero-la-fuerza-de-la-razon/>)

### NUESTRA AUDIENCIA

Estamos demasiado acostumbrados a presenciar el aciago ritual del ponente tradicional que accede a la sala, se instala en el atril y lanza su perorata sin dispensar antes una atenta y generosa mirada a sus oyentes. Y no me refiero a ojear de soslayo medio segundo, mientras concede un saludo rácano y fugaz. Me refiero a interesarse de verdad por esas personas que tiene delante, desde el principio y a lo largo de toda la charla.



Día D. General Dwight Eisenhower. (Imagen: wikipedia)



Admito que mi visión pueda estar algo idealizada, pero me parecería insólito que Alejandro Magno o el general Eisenhower tuvieran por costumbre arregar inclinados hacia el suelo, sacando chepa (¡en vez de pecho!), cuando deberían estar mirando a los ojos de quienes se disponen a cambiar el curso de la historia al precio de un último sacrificio.

Es evidente que el orador medio no suele hallarse ante tan épicas coyunturas ni asumiendo el reto de liderar contiendas legendarias, aun así, siempre me ha parecido prudente recelar de quienes nos hablan desviando persistentemente la mirada.

Y a pesar de referirnos a «nuestra» audiencia, la verdad es que no nos pertenece. Pues, aunque las divisas nos concedan cierto poder corporativo para exigir su presencia, no somos ni de lejos dueños de su voluntad para que asimilen e interioricen nuestras palabras.

### LA EXPOSICIÓN DEL LÍDER

Es un hecho que cualquier discurso fluye, con mayor o menor gracia y armonía, sobre tres líneas maestras: verbal, tonal y rítmica. Si bien, la mayoría de nosotros nos conformamos con gestionar únicamente la línea verbal, descuidando por costumbre las restantes. Gestión que, además, suele quedar enturbiada por una torpe búsqueda de las palabras en una libreta, en la imagen proyectada, en el suelo o en el techo de la sala, para lanzarlas con premura cuando al fin las encontramos, esperando que quienes nos escuchan las interioricen como querríamos.

Si se actúa de esta manera nos privamos de la retroalimentación procedente de la audiencia. Y al no hacerlo, nos condenamos a que nuestra exposición no resulte más que una mera imposición de nuestro mensaje.

Conste la advertencia de que todo lo expuesto en el epígrafe no es aplicable a los tradicionales formatos de alocución dirigidos a formaciones militares en las que el sonido suele discurrir a través de varios altavoces, y donde la lejanía entre el atril y los oyentes, el fulgor del, a veces, inclemente sol de mediodía, o el necesario resguardo que proporcionan las viseras de las gorras, apenas nos permiten discernir si nos dirigimos a personas o a maniquís. En estos contextos no hay cabida para retroalimentaciones de ningún tipo, como el agudo lector ya habrá deducido.

Cabría decir que un buen orador suele tener claro lo que quiere transmitir y, además, es lo suficientemente humilde y perspicaz como para permitir que sea la audiencia quien seleccione en él el esquema más adaptado y conveniente para encaminar sus palabras. Si bien, para ello debe estar dispuesto a salir de la ortodoxia del guión o de la rigidez del texto aprendido de memoria. Y esto no es cómodo.

Sabemos bien que nuestro cerebro es capaz de procesar cantidades ingentes de información en tiempo real durante su interacción con otros semejantes. La mirada de los oyentes, sus gestos o su actitud aportan al orador datos de extraordinaria riqueza, explotables de manera inconsciente y que modularán, calibrarán y adaptarán la línea de su discurso, para acabar convirtiendo a su público en coautores de su propio discurso final.

Si me permiten un símil gastronómico, les diría que en el contexto de la buena oratoria no habría que aspirar únicamente a llegar y exponer un discurso precocinado, al que se le da un leve

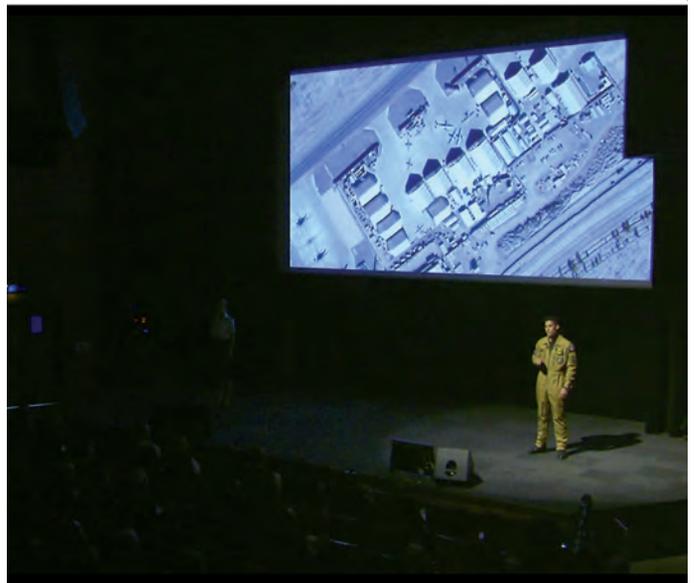
calentón antes de servirlo. Será sin duda durante la preparación cuando haremos acopio de toda la materia prima y nos preocuparemos de su calidad, y por supuesto, de ella dependerá gran parte del éxito. Pero para la fase de ejecución no será suficiente con llegar a escena como un servicio de catering, sino que será necesario tener el valor de cocinar el asunto en directo, apoyándonos tanto en aquellos que nos sigan con manifiesto entusiasmo, como en los que inicialmente nos ignoren.

Soy muy consciente del recelo que pueda suscitar esta inusual manera de entender la oratoria. De igual forma, es comprensible el desasosiego que puede generar saber que uno tiene que dirigirse a una multitudinaria audiencia sin guión, sin un texto memorizado, sin apuntes ni diapositivas.

Lo que debe quedar patente es que no estoy abogando por la improvisación. Aun siendo esta una herramienta de entrenamiento muy valiosa para desarrollar la elocuencia, no constituye ni el método ni el fondo de lo que aquí se defiende. La preparación debe ser siempre absolutamente exquisita, rigurosa, prolija y asegurarse uno bien de que se llega con el asunto desgranado en profundidad, sin cabos sueltos y las ideas muy claras. Tampoco habría que confundir el concepto de exponerse al público con el de interactuar con él en el sentido clásico del término, es decir, insertando en la charla una serie de preguntas y respuestas. Nada más lejos.



Conferencia de Barack Obama (Perú, 2016). (Imagen: [https://www.dw.com/es/obama-defender%C3%A1-sus-valores-en-el-gobierno-de-trump/a-36462158\\_](https://www.dw.com/es/obama-defender%C3%A1-sus-valores-en-el-gobierno-de-trump/a-36462158_))



Clausura curso Estado Mayor (Francia, 2018). (Imagen: Archivo de imágenes personales del autor)

Expresándolo con otras palabras diría que la buena preparación nos permite tener el coraje de salir a escena y exponernos al público, a una audiencia concreta, para captar todo lo que tiene que ofrecernos (sin mediar palabra). Y para ello, habrá que azuzar la valentía y desprenderse de los parapetos habituales, para estar en disposición de procesar la información recibida y ofrecer la respuesta idónea al particular grupo de personas a las que nos dirigamos.

De esta sutil manera, el líder, en su faceta de orador, consigue representar la palabra de la colectividad, el mensaje transmitido de la forma adaptada a ella y aceptada por la misma, exponiendo así «lo que el grupo ha generado». Y será poco probable que ese mismo grupo no suscriba un texto que en última instancia también le pertenece.

### UNA ANALOGÍA

El templo y lugar paradigmático del liderazgo ejercido a través de la oratoria es y ha sido siempre el teatro.

Quienes acuden a la obra lo hacen por su propia voluntad. Y cuando se acerca el momento esperado, las conversaciones y los murmullos se van disipando poco a poco, sin ninguna orden, a medida que la sala del auditorio se oscurece y la escena, una vez iluminada, comienza a acaparar todo el protagonismo.



Grandes líderes de nuestra Historia. (Imagen: <https://ichi.pro>)

En ese instante, los allí presentes ya no son más que una suerte de grey dócil y expectante, ávidos de conocer lo que el desarrollo de la obra tenga a bien ofrecerles. Y al abrirse el telón, el público ha tenido tiempo suficiente para estar listo y receptivo. El teatro, por su propio ritmo y arquitectura de eventos, propicia y pone en marcha esta sintonía, este peculiar encuentro.

Huelga decir que en nuestra realidad cotidiana no solemos contar con los aludidos preliminares, y, aun así, deberemos conseguir que los presentes adquieran cuanto antes la predisposición intelectual y la actitud que les lleve a interiorizar lo que queremos transmitirles. Y lograr esto constituye, en síntesis, uno de los retos de la oratoria y el liderazgo. En esta línea comparativa habría que reconocer también que el actor, desde su primera palabra, logra que su voz sea apropiada, adaptada y con el

nivel de musicalidad que exige su papel. No hay que olvidar que la voz es el elemento que aporta los matices armónicos y completa el sentido del pensamiento humano, y por ello, reclama un instrumento de transmisión a la altura de su complejidad. Y es ella, muy por encima de los gestos o el lenguaje corporal (que influyen en menor grado), la que consigue culminar ese proyecto artístico que supone hablar en público.

Sin embargo, en nuestro particular contexto somos mayoría quienes nos empeñamos en invertir el proceso. Primero ponemos la sesera a maquinar con afán la disertación, y luego forzamos, sin conciencia ni reparos, que las tres bases de todo orador (posición corporal, mirada y voz) corran detrás desesperadas.

Como ya dijo Cicerón con gran lucidez: «el arte de la oratoria no es más que poner el cuerpo y la voz a la altura de la dignidad de la causa».



### EL LÍDER Y EL PERSONAJE

Ahondando en el paralelismo anterior, cabría añadir que el personaje es la forma pura que se ofrece en las obras maestras de la ópera y el teatro, y que sirve de espejo en el que el público puede reconocerse. Desde este punto de vista, lo que hacen los grandes genios es diseñar personajes a modo de espejos para la humanidad, con el objetivo de que al final de una obra los espectadores sean más conscientes de los matices y las profundidades que esconde su propia naturaleza humana.

No sorprende, por tanto, que el cuerpo y la voz sean elementos esenciales. Y si un papel está bien representado, resultará imposible identificar a la verdadera persona que subyace detrás del personaje, y solo veremos en escena la visión que tenía el genio que lo concibió.

### CONCLUSIONES

Ahora bien, y permítame el lector que le traslade las siguientes reflexiones: ¿realmente un gran líder puede llegar a serlo sin trascender a

su propia persona y sin elevarse a «la altura de la dignidad de la causa»? ¿Es posible que un ser humano, en su versión más básica, inmerso en todas sus contradicciones, circunstancias y tribulaciones habituales, pueda llegar a ser lo suficientemente inspirador como para que alguien esté dispuesto a seguirle hasta las últimas consecuencias? ¿Resulta relevante o necesario conocer en profundidad a la persona que subyace detrás de un líder para que lo consideremos como tal? ¿Es factible la analogía líder-personaje? ¿Acaso mostrar optimismo cuando estamos desesperados o transmitir seguridad cuando estamos aterrados, es sinónimo de falta de autenticidad o de pérdida de nuestra esencia? ¿No forma parte de nuestras vidas interpretar roles y modular nuestras formas, bajo pena de repulsa social o institucional? ¿No está un líder representando un papel cuando asume sus más altos cometidos?

Es probable que, si tomamos como ejemplo el arquetipo de jefe militar, constatemos su idoneidad para liderar una misión en condiciones complejas, cuidar de su equipo con sabiduría e inspirarlos convenientemente para sacar lo mejor de cada uno de ellos, alcanzando así los objetivos encomendados.

Concluyendo, y en respuesta a las cuestiones planteadas, me inclinaría por sostener que ese jefe ejemplar, en total coherencia con lo que su cometido demanda, ha sido capaz de encarnar a un personaje que está por encima de sus flaquezas y de sus más íntimas aflicciones como persona, rebasando la figura de jefe y elevándose a la de líder. Consiguiendo que aquellos a quienes corresponda seguirle hagan suyo el mensaje que aquél encarna, mediante la admiración por lo que representa y el respeto por convicción, no por coacción. ■



Clausura curso Estado Mayor (Francia, 2018). (Imagen: Archivo de imágenes personales del autor)

# El arma de caza de la Fuerza Aeroespacial rusa. La nueva generación

**JAVIER SÁNCHEZ-HORNEROS PÉREZ**  
*Ingeniero en el programa FCAS*

El creciente ritmo de rearme ruso iniciado en la década anterior es palpable en al menos dos vertientes: la primera, mediante programas de modernización de mayor o menor alcance y la segunda, clave para entender su dirección, potenciando su industria militar mediante la entrada en servicio de nuevos activos que incorporan (o cuya intención es incorporar) nuevas características que proporcionen a la VKS capacidades operacionales similares a las del bloque occidental.

*Su-57 en el MAKS 2013. (Imagen pública VKS)*



## EL SU-57 FELON

Recién entrado en servicio el Su-27 Flanker B a principios de los años 1980, se comenzaron a realizar estudios sobre su potencial sustituto. El enorme hermetismo de la Unión Soviética impidió obtener indicios hasta mediados de la década de 1980, comenzando a tener constancia de programas de investigación y desarrollo en tecnología de baja observabilidad aplicada en aviación y misiles crucero. Sería Rusia la que viera los resultados en la década de 1990, en forma de dos demostradores tecnológicos: el MiG 1.44 MFI (Mnogo-Funktsionniy Istrebitel o caza multifunción) y el S-32/S-37 Berkut (águila dorada, redesignado en 2002 como Su-47). A pesar de ser tremendamente interesantes desde un punto de vista aerodinámico y de actuaciones, ninguno pasó de la fase de demostrador tecnológico.

A estos dos, se les añadió un tercero, más convencional pero igualmente importante, el Su-37 Super Flanker, llevando la plataforma T-10 del Flanker original hasta el límite: utilización de materiales compuestos, toberas de empuje vectorial, *fly by wire* cuádruple, cabina de cristal con palanca de control de vuelo sensitiva lateral (similar a la del F-16) y empleo de aviónica avanzada. El conjunto proporcionaba en la prác-



Imagen del T-50 (avión de ensayos 1). En esta imagen puede verse gran parte de las superficies aerodinámicas, como los timones de cola y la ausencia de estabilizador vertical, y los LEVCONs. (Imagen: Sukhoi)

tica una capacidad de maniobra superior, introduciendo el concepto de «maniobrabilidad extrema», definida como un balance armónico entre control y la propia capacidad.

Sukhoi sintetizó y aplicó la experiencia obtenida en el Su-37 y en el Su-47 en versiones avanzadas del Su-30 y en la creación del Su-35, pero muy especialmente en el T-50 PAK-FA, avión de desarrollo del prototipo del actual Su-57 Felon.

El diseño presenta similitudes con otros de baja observabilidad actuales, especialmente en las secciones frontales y laterales, sumándole características de la familia Flanker en

la forma y disposición de los vanos de los reactores y en el túnel intermedio o *centroplane*, más profundo –de mayor espesor en este caso–, con el objeto de servir como bodega de armamento interna, alojando un total estimado de seis a ocho misiles R-77M. A este conjunto, se añade tren de aterrizaje reforzado para la operación en pistas poco preparadas o en condiciones meteorológicas adversas.

El avión consta de un total de 14 superficies aerodinámicas, diez de ellas tradicionales (elevadores, flaperones, alerones y *slats* así como timones de cola de tipo



De izquierda a derecha, MiG 1.44 y Su-47. (Imágenes: hornet driver y Dmitry Pichugin respectivamente)

completo -sin estabilizador-) y dos de ellas novedosas: los Povorotnaya Chast'Naplyva (PChN), llamados LE-VCONs (Leading Edge Vortex Controllers, similar a los LERX (Leading Edge Root Extensions) pero con capacidad de movimiento. Finalmente, las otras dos son las referentes a los TVC (Thrust Vectoring Control). A bajas velocidades, el control en el alabeo se ejerce a través de los alerones, usando los flaperones para generar sustentación. Las superficies son gobernadas por un sistema de control de tipo integrado (Integrated Flight Control System, el *fly by wire* de Sukhoi), con cuádruple redundancia y con funciones básicas y avanzadas, incluyendo la aplicación del concepto agilidad/maniobrabilidad extrema y el desarrollo límite de la envolvente de vuelo del avión que se ha venido demostrando en

diversas exhibiciones, realizando maniobras que por el momento no son posibles de ejecutar en otras configuraciones actuales.

La estimación de la RCS del avión ha sido objeto de estudio de analistas de defensa, siendo uno de los más completos el publicado por el analista y profesor universitario australiano Carlo Koop en noviembre de 2012, utilizando un *software* de análisis de RCS sobre un modelo empírico construido en base a la información pública conocida del T-50 a fecha del año 2010, que tomaba una serie de licencias clave:

- Haber sido modelizado en base a imágenes fotográficas.
- Considerar opacidad total de las antenas y protuberancias a las ondas radar.
- Considerar los conductos de las toberas de admisión y la tobera de

escape como absorbedores eléctricos perfectos (PEA) y la cúpula de la cabina como un conductor eléctrico perfecto (con película de oro o similar).

El resultado fue que la RCS estimada del T-50 presentaba valores similares a las estimadas del F-35 en la sección frontal, incrementándose principalmente en la sección posterior. La realidad, una vez que el Su-57 ha entrado en servicio, ha mostrado unas características de baja observabilidad ciertamente diferentes:

- Ajustes entre elementos no tan estrictos como en sus homólogos occidentales, aumentando protuberancias físicas (antenas entre otros) y aristas susceptibles a incrementar su detección.
- Capacidades indeterminadas de materiales RAM (Radar Absorbent Materials) que ayuden a paliar los defectos constructivos expuestos

Pareja de Su-57. (Imagen: Sukhoi/VVKs)



anteriormente y/o que puedan aplicarse a zonas clave del fuselaje.

- Baja capacidad de dispersión de la señal infrarroja en la atmósfera, dado el diseño de las nozzles de las toberas de escape, visibles a sistemas EO/IR (Electro Optical/Infra-Red) con capacidadesIRST (Infrared Search and Tracking).

La motorización consiste en sensores AL-41F1 (117), versión avanzada del modelo que actualmente monta el Su-35S, contando con sistemas FADEC (Full Authority Digital Engine Control). Las capacidades de empuje varían según la fuente consultada, situando los datos de partida en aproximadamente 33 000 libras.

Las imágenes que han trascendido hasta el momento del cockpit muestran semejanzas con el Su-35S, así como el empleo de los conceptos IDACS o Integrated Digital Aircraft Control System (integración funcional de la información disponible en



Panza del Su-57. Pueden observarse las compuertas de la bahía de armamento interno. (Imagen: VKS)

los displays) y Dark Cockpit (eliminación del número de alertas innecesarias por malfuncionamiento de algún sistema). El piloto contará con el HMD (Helmet Mounted Display) Geofizika-NV ZSh-10, que empleará «realidad aumentada» e interactuará con la aviónica, permitiendo presentar tanto datos del vuelo (velocidad, altura...) como elementos de interés situados en los puntos ciegos del avión para el piloto. Se espera la integración de funcionalidades completas a partir del Block 2 (2025).

En lo que respecta a los sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos, se mantienen con respecto de los que se manejaban durante su prototipo.

Haciendo gala de un cierto nivel de Sensor Fusion, el sistema se engloba dentro de la suite N036UVS, constando de dos grandes bloques: el primero, el Sh121 MIREs (Multifunctional Integrated Radio Electronic System), desarrollado por el NIIP y compuesto por la suite N036 Byelka y el sistema de guerra

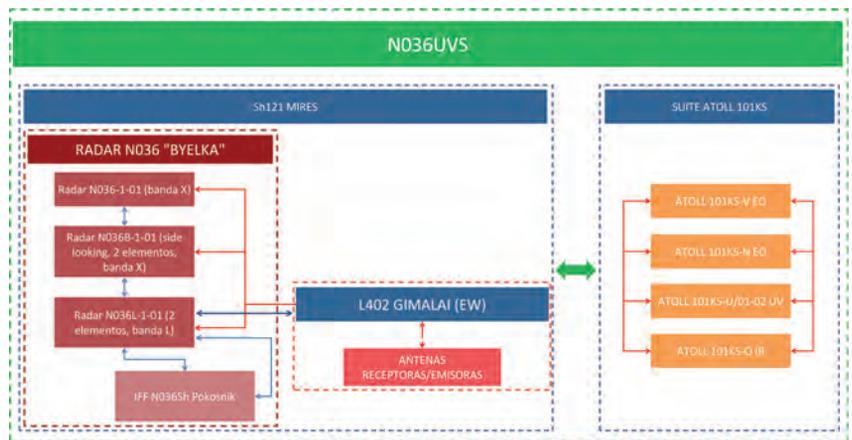


Diagrama simplificado del N036UVS indicando el flujo de información según información disponible. (Imagen: autor)

electrónica L402 Gimalai. El segundo, el sistema electro-óptico integrado 101KS O-E IOS Atoll.

El N036 Byelka está formado por:

- Radar AESA N036-1-01 (banda X) con 1552 módulos de recepción/transmisión (T/R) con un *tilt* o cabeceo positivo de 15.°, FOV (Field Of Vision) de +/-60.° gracias a la tecnología de polarización vertical, basado en tecnología de nano-heteroestructura GaAs (permite una enorme concentración de electrones en la banda prohibida).

- Dos radares AESA N036B-1-01 (banda X) con funciones *side looking*, de 358 módulos T/R distribuidos en 36 filas verticales, disponiendo de espacio para la instalación de 40 módulos adicionales. Pueden seguir objetivos aéreos y terrestres, aumentando el FOV a +/-135.° complementando al N036-1-01.

- Dos radares N036L-1-01 (banda L) integrados en los bordes de ataque. Empleados tanto para el sistema IFF como para guerra electrónica (EW). Su operación les permite detectar aviones con características de baja observabilidad en la banda X.

- Finalmente, el cuarto componente es el sistema IFF N036Sh Pokosnik,

que opera a través de los radares de banda L, N036L-1-01.

La *suite* completa, que además proporciona y recibe datos por datalink, es capaz de detectar y clasificar aviones hostiles a una distancia de 400 kilómetros. Se estima que es capaz de seguir a 60, atacando simultáneamente a 16, y compaginar funciones aire-aire y aire-suelo. Por su parte, el sistema de guerra electrónica L402 Gimalai o Himalaya cuenta con sus propios módulos de transmisión/recepción dispuestos en zonas claves del fuselaje, e interactúa con los del radar Byelka cuando es necesario operar en las mismas frecuencias de radar de este.

El sistema electro-óptico integrado 101KS O-E IOS Atoll (Optiko-Elektronnyya Interirovannaya Sistema) comprende los siguientes elementos:

- 101KS-V EO (OLS-50M): subsistema destinado a la búsqueda y seguimiento de objetivos aéreos, con alcances de detección máximos estimados de unas 50 millas en actitud *rear* y de aproximadamente unas 25-30 millas si la detección es *face to face*. Instalado frente al *cockpit*, en configuración similar a los EOS de la familia Flanker.



Su-57 con un pod externo (sin identificar). (Imagen: Copyright Vadim Savitsky/Airforce.ru)

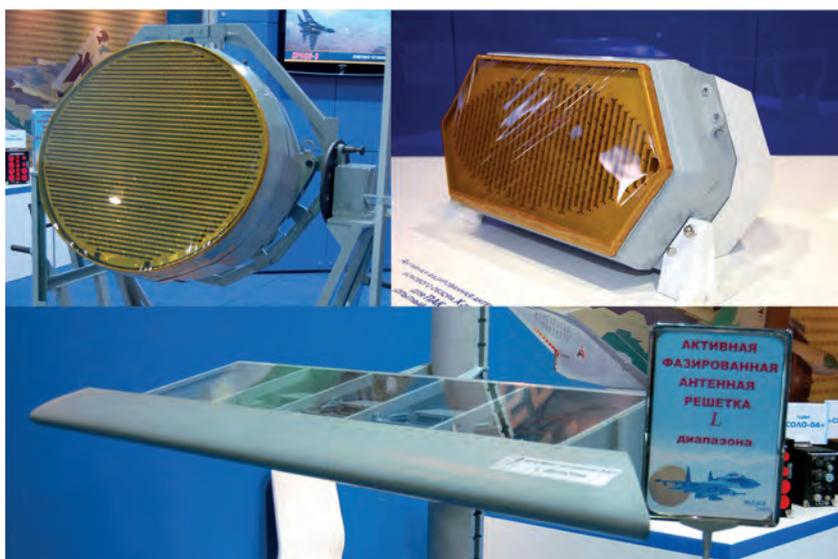
- 101KS-N EO (Nazemnyl - ground-): navegación y designación de objetivos terrestres. Se espera que la tecnología empleada en el mismo sea similar a la utilizada en el subsistema 101KS-V.

- 101KS-U/01 (ó 02) UV (ultraviolet): subsistema MAWS (Missile Alert Warning System). Instalado a ambos lados de la cabina, y otros dos en las partes superior e inferior del fuselaje.

- DIRCM (Direct InfraRed Countermeasures) 101KS-O IR.

El Su-57 fue desplegado en el teatro de operaciones sirio, en el transcurso de 10 misiones de combate reales en febrero de 2018 y un número indeterminado en 2019, según declaraciones a la agencia TASS por parte del jefe de Estado Mayor ruso, Valeri Guerásimov.

El programa vivió tiempos difíciles en 2018, con la cancelación de la mayoría de los pedidos inicialmente



De izquierda a derecha y de arriba a abajo. N036-1-01 (imagen de Allocer), N036B-1-01 AESA (imagen de Vitaly V. Kuzmin) y N036L-1-01 AESA radar (Imagen: Allocer)



propuestos reduciendo la cuantía a únicamente dos adicionales a los que ya estaban en servicio, recibiendo recientemente un nuevo impulso en la forma de un Block 2 mejorado que empezaría a recibirse a partir de 2025. Así, entre Block 1 y Block 2 Rusia dispondría de cerca de 100 efectivos de este avión. Si bien en lo que respecta a la *suite* de sensores no parece haber cambios significativos que hayan trascendido a la luz, sí toman fuerza la integración de los siguientes elementos:

- Potenciales mejoras respecto a características de baja observabilidad.
- Potenciales controles mediante DVI (Direct Voice Input).
- Nueva motorización (Izdeliye 30), planificada desde las fases iniciales del programa, proporcionando un empuje de entre 37 000-40 000 libras. Este nuevo motor traería consigo una nueva configuración de las *nozzles*, incrementando las características de baja observabilidad especialmente en el espectro infrarrojo.

- Pods adicionales: 101KS-N de navegación y puntería, complementando los sistemas integrados en el propio avión, y el 101KS-P destinado a funciones Low Level Flight y de ayudas a la toma final.

- Integración de nuevo armamento, como el misil R-37M VLR (Very Long Range) o el K-77M / ME equivalente al METEOR europeo.

Además del Block 2 se están planeando tanto una versión biplaza,



*Su-57 en configuración mixta, ensayando el Izdeliye 30 integrado en la bahía izquierda contando como back-up con un AL-41F como motor derecho (imagen VKS). Detalle de las toberas de escape 3D del Izdeliye. (Imagen pública, Corporación Estatal Rostec)*

destinándose o bien a exportación o bien para el empleo conjunto futuro con elUCAV (Unmanned Air Combat Vehicle) Su-70 Okhotnik-B, como una versión de exportación, denominada «E» por los medios, que tendría como objetivo algunos países de oriente medio entre otros.

### UN FUTURO UCAV. EL SU-70 OKHOTNIK-B

Empleando las lecciones aprendidas del Programa Skat de Mikoyan Gurevich, el Su-70, prototipo desvelado al público durante el MAKS de 2019, ha emergido como una potencial respuesta creciente flota de drones de combate y *surveillance* de occidente. En el caso concreto del Su-70, inicialmente fue enfocado a este último bloque, perfilando cada vez más una funcionalidad multirol.

Un primer vistazo a las imágenes del prototipo, de 20 metros de envergadura que integra como planta de empuje un Saturn AL-31F sin

capacidades de postcombustión, muestra una configuración aerodinámica basada en el concepto *blended wing* (fuselaje integrado), ala en flecha muy pronunciada, y carencia de timón/estabilizador vertical, así como rasgos muy similares al RQ-170 Sentinel operado por la USAF, con una geometría claramente enfocada a la obtención de características de baja observabilidad, con una serie de posibles carencias que impedirían obtenerla:

- Calidad y tolerancias de ajuste entre elementos sin determinar, previsiblemente al nivel que se ha estimado para el Su-57.
- Gran número de protuberancias en forma de antenas y sondas en la aeroestructura. Dado que algunas de ellas estarán actualmente instaladas para la fase de ensayos en vuelo, puede que el número se vea reducido.
- Tomas de admisión de aire cuya configuración no camuflaría la sección del compresor, especialmente la primaria, siempre según imágenes.

• Tobera de escape del AL-31F totalmente expuesta frente a la detección por radar/sensores infrarrojos.

• Efectividad de sus sensores y sistemas, factor de muy difícil evaluación.

Desde 2019 se ha venido realizando sobre este primer prototipo una campaña de ensayos en vuelo, completando diversos hitos entre otros, el vuelo en formación con un Su-57 en 2019, así como empleo de armamento aire-suelo.

A raíz de la serie de carencias enumeradas, emergió un segundo prototipo en diciembre de 2021. En un análisis nuevamente basado en imágenes y declaraciones públicas distribuidas por Rostec, se han producido cambios en el conducto de admisión que adopta una forma achatada en su sección superior, eliminando un cierto número de antenas y protuberancias externas del fuselaje (aunque puede que no estuvieran instaladas en el momento



Mikoyan Gurevich Skat. (Imagen: Nikolay Novichkov/TASS)



Primer prototipo del Su-70. (Imagen: reportaje público emitido por la cadena Zvezda)

de tomar la imagen), dejando un par de sondas a ambos lados del borde de ataque posiblemente destinadas a la medición de datos aire para el análisis de la *performance* y la correlación entre datos anemométricos. Asimismo, este nuevo prototipo será controlado mediante una nueva Ground Station. A destacar también las declaraciones de Alexei Krivoruchko, viceministro de Defensa de la Federación rusa, indicando que el dron es «altamente inteligente» y «capaz de resolver una amplia gama de tareas individualmente, en grupo y junto con aviones tripulados».

### SUKHOI CHECKMATE

El Checkmate (designación T-75), presentado como maqueta estática en el MAKS de 2021, es la nueva propuesta de avión táctico ligero de Rostec. El objetivo inicial de este nuevo programa, cuyo primer vuelo está planificado para 2023, es convertirse en la respuesta de la industria rusa al Shenyang FC-31 chino, fuertemente basado en el F-35 estadounidense, mediante una agresiva política de bajo coste de adquisición del avión, tasado entre 25-30 millones de dólares.

Las imágenes que han trascendido revelan ciertas semejanzas con el programa X-32 de Boeing, es-

pecialmente en la configuración y localización de la admisión, basada en apariencia en el concepto DSI (Divertless Supersonic Inlet), camuflando la sección del compresor. Dispone de una cola en V combinando funciones elevador y timón, (*ruddervator* según nomenclatura actual). El conjunto proporcionaría ciertas características de baja observabilidad en la sección frontal (desconociendo materiales del revestimiento y tolerancias de fabricación –ajustes entre ellos–, así como la efectividad lograda en el diseño según el criterio *planform alignment*). La configuración de la sección posterior revelaría ciertos potenciales *hándicaps* en este sentido:

- La mayor superficie del fuselaje posterior debido a la configuración en «V», para la prevención del *sneaking*.

- La tobera de escape del motor, que parece ser el Izdeliye 30, con el perfil dentado característico de sus *nozzles* vistos anteriormente, desconociendo su efectividad final.

Los datos que han trascendido sobre sus equipos y sistemas se enumeran a continuación:

- Diseñado bajo el principio de arquitectura abierta, siendo relativamente fácil la incorporación de nuevos elementos de diversa índole.

- La aviónica estará diseñada bajo los criterios de modularidad y potencial de crecimiento, monitorizada por un sistema logístico automatizado integrado llamado Matryoshka.



Segundo prototipo del Su-70. (Imagen: prensa Rostec)



El Checkmate acompañado del Su-57. (Imagen: pública VKS)



Vista aérea del Checkmate y el Su-57. (Imagen: pública VKS)

- Sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos probablemente basados en una adaptación de la *suite* N036 Byelka del Su-57 contando únicamente con el radar AESA N036-01-1 prescindiendo de los demás elementos. Contaría con unIRST para el seguimiento pasivo.

La carga de pago máxima está estimada en 7.5 toneladas. Dispone de bodega interna con capacidad para cinco misiles aire-aire. Se descartaría la integración de un cañón interno en favor de un *pod* externo incorporándolo.

### MIKOYAN PAK DP (CÓDIGO DE PROYECTO IZD.41)

El proyecto más futurista y conceptual es sin duda el del MiG PAK DP, un desarrollo bautizado por la prensa como MiG-41 dado su código de proyecto (los aviones rusos no toman designación oficial hasta que no está próxima su entrada en servicio), enfocado a la sustitución del MiG-31, aprovechando proyectos que se iniciaron en la década de 1990. Las primeras informaciones y rumores, que salieron a la luz hace

aproximadamente cinco años, eran más conceptuales y abstractas que reales, hasta que en el año 2018, el director general de Mikoyan, Ilya Tarasenko hizo mención pública al mismo, indicando que había entrado «en fase de diseño experimental», dentro de un ciclo cuyo resultado se materializaría en diez años.

El diseño conceptual finalizaría un año después. Actualmente está en fase de pruebas en túnel de viento, dando unas ligeras trazas sobre sus capacidades operacionales:

- Baja observabilidad.
- Altitud operacional similar o superior a la del MiG-31.
- Capacidad ampliamente supersónica, con velocidades máximas alcanzables del orden de mach 4.0 y velocidades de crucero cercanas al mach 3.0, empleando una variante futura del Izdeliye 30.
- Sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos desconocido. Cabe la posibilidad de un desarrollo AESA futuro basado en la arquitectura de la actual *suite* N036, destinada al guiado de los nuevos misiles R-37M de muy largo alcance y que actualmente pueden integrarse en el MiG-31BM.
- Capacidad de interceptación de misiles hipersónicos mediante armamento capaz de realizar dicha función.

En este momento, únicamente circulan imágenes conceptuales del avión firmadas por diversos diseñadores gráficos (algunas de ellas muy impresionantes), por lo que no es posible determinar una forma siquiera aproximada en el momento actual.

### AVIONES DE ATAQUE Y BOMBARDEROS

Si bien fuera del alcance de esta serie de artículos, hay que destacar las dos vertientes restantes del arma aérea ofensiva rusa, los aviones de ataque y bombarderos.



Tu-160. (Imagen: pública Mil.ru)

Dentro del primer grupo tendríamos a los Su-24M Fencer y del Su-25SM Frogfoot. Si bien el primero fue desplegado en el teatro de operaciones sirio, demostrando su capacidad de lanzamiento de armamento no guiado gracias al sistema de bombardeo ciego SVP-24 y a la coordinación entre los dos tripulantes. El caso del Su-25M es más específico: siendo el equivalente al A-10 estadounidense, centrándose más en misiones CAS

(Closed Air Support) e interdicción, modernizado con respecto a versiones anteriores del avión. No obstante, dada tanto la alta carga del trabajo que representa operarlos, como la reducida conciencia situacional y reacción ante amenazas aéreas occidentales, así como la cada vez más reducidas opciones de supervivencia frente a estos, su destino es ser paulatinamente sustituidos por el Su-34, especialmente en el caso del Fencer.

Respecto a los bombarderos, Rusia cuenta con una larga flota de activos, destacando los Tupolev Tu-95MS Bear-H, los Tu-22M3 Backfire y los Tu-60M Blackjack. Los primeros datan de los primeros años de la guerra fría, mientras que los segundos son de tipo supersónico. La misión principal del Backfire es la de ataque a los grupos de portaviones, empleando misiles antibuque, aunque también fueron desplegados en el teatro de operaciones sirios realizando misiones de bombardeo convencionales. Respecto al Tu-160M, se han comenzado en 2022 a entregar una serie de aviones modernizados, designados como Tu-160M2, que incorporan nuevas motorizaciones, cabina de cristal en el *cockpit* y mejoras en los equipos de aviónica, destacando una nueva *suite* de contramedidas, comunicaciones y armamento.

Un nuevo tipo de bombardero, análogo en su concepción al B-2/B-21 estadounidense basado en características de baja observabilidad, estaría siendo desarrollado en la actualidad, el llamado PAK DA. Según filtraciones no confirmadas, el



Su-24M. (Imagen: Alexander Mishin)

prototipo volaría hacia 2025 por lo que, en el momento actual, no deja de ser un proyecto a horizonte futuro hasta que pueda ser posible un mayor encuadre de capacidades.

### CONCLUSIONES FINALES

Toman especialmente relevancia los nuevos desarrollos descritos en esta última entrega de la serie. El esfuerzo más palpable es sin duda el binomio comprendido por el Su-57 y el Su-70, que revela por su naturaleza una aproximación a lo que es actualmente la corriente de desarrollo de futuros programas de sexta generación occidentales. Un análisis del Su-57 basado en parámetros e imágenes públicas revela un desarrollo no maduro en lo que respecta a características de baja observabilidad, si bien son ampliamente superiores a las de la familia Flanker actual, potenciando aún más la maniobrabilidad característica de esta. La falta

de madurez podría, siempre a corto plazo, trasladarse a los nuevos desarrollos. No obstante, es necesario reseñar el esfuerzo de la industria rusa en términos de mejora continua, paliando paulatinamente los defectos encontrados en cada nueva iteración.

En términos generales, y considerando la actual carencia en tecnología de baja observabilidad, el enfoque ruso priorizaría la integración, en sus activos aéreos, de sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos de mayor alcance, capacidad y resolución que no solo acorten el *gap* existente actual con la tecnología occidental, sino que permita la detección y supresión de sus activos de baja/muy baja observabilidad, aplicando este mismo principio al desarrollo de armamento que se está desarrollando estos últimos años. Por tanto, el papel de defensa aérea recaería en un mayor

peso (pero no principalmente) a una altamente desarrollada IADS en continua mejora. Asimismo, habría que considerar la actual carencia de horas de vuelo anuales para unidades no desplegadas, una media de unas 120 horas por parte del 116 UTsBPr, el escuadrón de *aggressors* ruso, que superan las del resto de unidades operacionales por un amplio margen.

Así, considerando el conjunto actual, puede concluirse que la progresiva incorporación de nuevos activos con iteraciones de mejora constantes y el paulatino rearme, junto con una posible colaboración tecnológica con China, redundará en una aceleración de las capacidades operativas militares en el arma aérea de la Federación rusa a medio plazo, debiendo por tanto considerar preparar a los programas de sexta generación actuales para un posible escenario de este tipo. ■



Concepto PAK DA. (Imagen: prensa Ministerio de Defensa de la Federación rusa)



# El psicólogo SERE

**JUAN J. ARBOLÍ NEVOT**  
*Teniente coronel  
del Ejército del Aire*

**IGNACIO LASERNA HERRÁIZ**  
*Teniente reservista  
del Ejército del Aire*

Adelantábamos en el artículo «La vuelta a la normalidad» publicado en la RAA nº 913 del mes de junio, el papel del psicólogo SERE y su necesaria formación para eventos relacionados con la recuperación de personal (PR). En este vamos a desarrollar las tareas de la figura del psicólogo para comprender mejor la necesidad de su verdadera especialización.

## EL PAPEL DEL PSICÓLOGO SERE EN LA PREPARACIÓN DE LA FUERZA

Algunos aspectos relacionados con la psicología SERE (supervivencia, evasión, resistencia y extracción) deben formar parte de la formación básica de todo el personal de las Fuerzas Armadas, con la finalidad de convertirse en más resiliente ante situaciones de aislamiento o captura. Esta formación debería ser impartida, o al menos dirigida, por un psicólogo SERE y estar enfocada hacia dos aspectos que son clave para intentar mitigar los efectos psicológicos que puede sufrir el ISOP (Isolated Personnel):

- Por un lado y con respecto al ISOP, se podría aprovechar la formación SERE para prepararse frente a las presiones psicológicas y de estrés a las que deberá hacer frente durante su aislamiento o captura. Aquí tienen cabida sencillas técnicas de respiración, relajación, autohipnosis, mentalización, *mindfulness* etc. puesto que son técnicas psicológicas que van a permitir aumentar las posibilidades de supervivencia y que nos van a facilitar el trabajo para una mejor reintegración una vez el ISOP sea recuperado. Existe una máxima que dice que: «Para morir bastan tres semanas sin comer, tres días sin beber, tres minutos sin respirar y tres segundos si se toma una mala decisión». El tomar una decisión, u otra, ante un mismo acontecimien-

to puede estar condicionada por el entrenamiento, no solo técnico, sino también psicológico, que previamente hayamos tenido y por la situación emocional que va a mediar nuestra percepción de la realidad. Aquí entran en juego también unas buenas capacidades de inteligencia emocional que también pueden ser reforzadas con entrenamiento.

- Por otro lado, estarían las fuerzas de recuperación y otro personal que pueda tener contacto con el ISOP una vez recuperado. Aquí el énfasis debe ponerse en que este personal posea conocimientos básicos en primeros auxilios psicológicos<sup>1</sup>. El apoyo psicológico está basado en evidencias científicas y ha sido creado con el fin de:



Adiestramiento SERE en EZAPAC



Adiestramiento de PJ del EZAPAC

- Aliviar el sufrimiento.
- Mejorar la actuación de la víctima a corto plazo.
- Reducir los efectos negativos a largo plazo.

Los primeros auxilios psicológicos, al igual que los físicos, pueden ser aplicados por cualquier persona que haya recibido la formación necesaria. Está plenamente justificado su conocimiento y utilización por parte del personal operativo encargado de la recuperación, como las fuerzas de extracción del EZAPAC, por ser los primeros en entablar comunicación con el ISOP antes de que pueda intervenir el psicólogo SERE.

Además de colaborar en la formación en primeros auxilios y otros aspectos psicológicos en los distintos cursos SERE, un aspecto muy importante es que el psicólogo SERE sea reconocido como un elemento que va a contribuir de forma

decisiva en la reintegración o vuelta a la normalidad en situaciones de aislamiento que hayan podido tener consecuencias psicológicas. De esta forma, si alguno de los militares que haya recibido la formación previa de un determinado psicólogo SERE, en el caso de que alguna vez tenga que ser recuperado y reintegrado, el conocimiento personal de ese psicólogo que le va a ayudar en la reintegración va a ser de gran ayuda en ese proceso. Además, este psicólogo SERE debe ser el que esté en contacto con sus familiares, puesto que ellos también pueden necesitar ayuda, y seguro que de ese modo les podrá brindar una atención psicológica más personalizada. Finalmente, se puede convertir en un asesor válido para determinar qué información se le debe, y puede, dar o no a estos familiares.

## EL PSICÓLOGO SERE EN LA REINTEGRACIÓN DEL PERSONAL RECUPERADO

Una vez rescatado el ISOP y llevado a un lugar seguro, comienza su reintegración o vuelta a la normalidad. Cada proceso será totalmente distinto, dependiendo de factores tales como: si el personal rescatado es civil o militar, si ha tenido formación previa, si ha estado aislado o ha sido capturado, si ha sido interrogado o ha sufrido tortura, si iba solo o en grupo, si estaba herido, si han muerto compañeros o si él mismo ha matado a algún adversario, si tiene sentimiento de culpa por haber cometido alguna negligencia, etc. Todas estas variables van a influir enormemente en la valoración e intervención psicológica que se pueda hacer de la persona o grupo de personas rescatadas. Por tanto, el psicólogo SERE tendrá que evaluar y adaptar su intervención a cada circunstancia particular que se le presente, ya que todas van a ser distintas. Igualmente, su actuación será diferente en caso de tener que comunicar a los familiares la liberación y el proceso de reintegración que tienen por delante, o por el contrario lo que debe es comunicar la muerte o la desaparición de su familiar.

La transición desde una situación de peligro vital, cautiverio o aislamiento hacia la vida familiar y social anterior, para que se haga de una forma saludable psicológicamente hablando, puede requerir las siguientes etapas:



Curso SERE C en la Escuela Militar de Paracaidismo. (Imágenes: Escuela Militar de Paracaidismo)



Alas para volar, motivos para regresar. (Imagen: María Luisa Martínez León)

- Ayudar al personal recuperado a tener la capacidad de predecir lo que le va a suceder en el futuro inmediato.

- Calmar la activación producida por elementos emocionalmente intensos sufridos durante el aislamiento o cautiverio mediante la facilitación de la narración y escucha activa por parte del psicólogo SERE en entrevistas individualizadas o mediante *debriefing*.

- Normalizar las respuestas emocionales y físicas que puede estar sufriendo como consecuencia de la vivencia traumática.

- Ayudarle a adquirir sensación de control y responsabilidad de

sus próximos actos. Hacerle consciente de que ya está en libertad y seguridad.

- Ayudarle a encontrar un sentido a la experiencia que ha tenido que vivir. Aquí es muy importante hacerle entender que la información que aporta a la inteligencia y las lecciones aprendidas ayudarán a próximas misiones y a facilitar que se puedan salvar otras vidas.

Durante la fase de reintegración, las prioridades principales son la seguridad del personal recuperado, también de los equipos de recuperación, y la estabilización médica, en caso necesario. También es impor-

tante dar información de forma que el personal recuperado pueda predecir lo que va a suceder durante el transcurso de la operación de rescate y después de esta.

Inicialmente, el personal recuperado deberá estar aislado de cualquier persona que no tenga un papel en su reintegración. Será el psicólogo SERE el que se encargue de dar la información pertinente sobre lo que ha ocurrido y lo que va a suceder en el futuro próximo, así como de servir de enlace entre el personal reintegrado y el mundo exterior, familiar y social. Durante esta etapa, el psicólogo SERE evaluará y planificará la actuación que deberá realizar con el personal recuperado y su familia para ayudar a una recuperación lo más sana y expedita posible.

Posteriormente, habrá que ir dando al personal recuperado cierto control, e irle permitiendo la toma de decisiones de lo que va a acontecer con pequeñas acciones como, por ejemplo, elegir qué va a cenar entre dos alternativas. Poco a poco, hay que ir dejándole recuperar las riendas de su vida.

El psicólogo SERE debe conocer las habilidades sociales de la persona reintegrada antes de que se produjera el aislamiento o cautiverio, de tal forma que pueda potenciar sus fortalezas. Así mismo, debe estudiar sus relaciones familiares y sociales, ya que estas van a formar su grupo de apoyo en la vuelta a la normalidad. Del mismo modo es importante conocer cual era su rol dentro de la organización militar y si puede volver



Imagen: Personnel Recovery Training & Education Centre)

a desempeñar el mismo papel o va a necesitar un cambio de destino temporal o definitivo.

Lo ideal en todo este proceso de reintegración sería que la persona consiguiera convertirlo en un crecimiento personal e incorporara en su vida los aprendizajes positivos que se pueden extraer de toda crisis o situaciones vitales extremas. Para eso es necesario que se integre la experiencia vivida de forma sana en su historia personal.

### FASES EN LA RECUPERACIÓN DE PERSONAL Y PARTICIPACIÓN DEL PSICÓLOGO SERE EN CADA UNA DE ELLAS

Podríamos marcar cuatros etapas en el proceso de reintegración del personal rescatado y asignar el papel del psicólogo SERE en cada una de esas fases: fase I, recuperación; fase II, sitio seguro y, en su caso, vuelta al servicio y/o pase a fase III; fase III, reintegración en su entorno social, y fase IV, seguimiento de la reintegración

- Fase I. Recuperación. En esta fase, en la que se produce la extracción del ISOP, lo principal es garantizar la seguridad del equipo de recuperación y del personal que vaya a ser recuperado. El psicólogo SERE no estará presente durante el rescate, pero, si es posible, se reunirá con el equipo de fuerzas de extracción con anterioridad a la operación y con el personal encargado de escoltar a la persona o personas recuperadas durante y tras la operación de rescate. Como pautas generales, el psicólogo SERE colaborará con el equipo de rescate para garantizar las siguientes actuaciones en el momento de la recuperación:

- Que uno de los miembros del equipo de fuerzas de extracción esté designado como responsable del personal rescatado.
- Ser capaz de manejar la situación para poner a salvo al personal recuperado, considerando incluso



*PJ EZAPAC identifican y acompañan al ISOP*

restringirle la movilidad ya que, en ocasiones, el ISOP no es capaz de pensar y de actuar racionalmente debido al estrés de ese momento. De hecho, incluso puede negarse a ser rescatado en un primer momento.

Actuaciones:

- Que se le recuerde repetidamente al ISOP que son miembros de la fuerza de recuperación, y que ya está a salvo y bajo el control de las Fuerzas Armadas amigas. Es conveniente mostrar cercanía, llamándole por su nombre y diciéndole los nuestros.

- Formularle preguntas tácticas que puedan ayudar al desarrollo de una misión posterior, si se observa que cognitivamente tiene contacto con la realidad.

- Que se le informe de lo que está sucediendo y de lo que va a ocurrir a continuación: cómo se van a trasladar a zona segura, quién estará esperando y qué pasará entonces, cómo debe ser su comportamiento durante el traslado y, sin llegar a saturarlo ni agobiarlo, cualquier otra información que se considere conveniente para el éxito de la misión.

- Trasladarle al psicólogo SERE toda información que pueda ser de interés; por ejemplo, si ha cooperado, si es capaz de seguir instrucciones sencillas, si tiene un pensamiento racional y si tiene un comportamiento adecuado a la situación. Igualmente será fundamental que se informe sobre las condiciones de vida o la situación de cautiverio, si ya se dispone en ese momento.

- Fase II. Una vez el ISOP haya sido conducido a una zona segura, debe haber una transferencia, cara a cara, entre el personal asignado como responsable del ISOP y el psicólogo SERE, de forma que se transfiera toda la información que sea de interés para el proceso de reintegración. En este momento es cuando puede realizarse el interrogatorio táctico, reconocimiento médico y la entrevista con el psicólogo SERE.



Tras las primeras intervenciones psicológicas, puede ser el momento de comunicar a los familiares la situación en que se encuentra la persona rescatada y anticipar lo que va a ocurrir en las próximas horas o días, así como comenzar a preparar el reencuentro. En muchas ocasiones, no será el personal rescatado quien se dirija en un primer momento a sus familiares, sino el propio psicólogo SERE.

En esta fase también es conveniente evaluar si es posible la inmediata vuelta al servicio. Si de esta evaluación médica y psicológica se determina que no es posible, habrá que preparar su paso a la fase III. Por el contrario, si su vuelta al servicio es posible, se hará un seguimiento del caso y la reintegración puede ser

dada por finalizada, de momento. Sería conveniente una preparación previa al momento en que tenga que pasar a la fase III, por si hubiera que hacer alguna intervención puntual.

- Fase III. Para pasar a la fase III habrá que tener en consideración la situación médica y psicológica del personal recuperado y quién necesita viajar junto a ellos hasta el lugar donde deba realizarse dicha fase. Puede ser personal médico, psicólogo, alguien designado expresamente... dependiendo del estado en que se encuentre. Durante el transporte al lugar de la fase III, el personal recuperado estará aislado de cualquier otro personal que no tenga ningún papel en su reintegración. Si el psicólogo SERE no estuviera presente durante el traslado, deberá estar en comuni-



cación directa con la persona responsable del personal recuperado.

Una vez llegado al lugar de la fase III, normalmente en territorio nacional, hay que concretar cómo se va a hacer el reencuentro con sus familiares. Previamente ya se habrá planificado y se habrá dado psicoeducación sobre situaciones que pueden darse en el reencuentro y en los primeros momentos de convivencia y como manejarlos de forma adecuada<sup>2</sup>. También se estará en contacto con el psicólogo SERE para que pueda aconsejar o intervenir en caso necesario.

Si el caso ha llegado a ser mediático, en esta fase hay que proteger al personal recuperado de la prensa, curiosos, o visitas que puedan ser estresantes en ese momento. Junto a la familia más próxima, hay que planifi-

car como puede darse información a la prensa, en caso de que lo deseen, y como dar información a los amigos y otros familiares de forma que no se estrese a la persona recuperada.

- Fase IV. Una vez se haya normalizado la nueva situación social y familiar, hay que hacer un seguimiento a medio plazo del caso, para detectar posibles alteraciones psicológicas a consecuencia del trauma vivido. Hay que estar atentos a la posible aparición de trastornos de ansiedad generalizada, depresión o trastorno de estrés postraumático. A partir de aquí, según sea el personal militar o civil, si es necesario habrá que derivar a un psicólogo especialista con el que el psicólogo SERE trabajará de forma colaborativa prestándole la información y el apoyo necesario.

## CONCLUSIONES

Dada la especificidad de estas intervenciones psicológicas principalmente centradas en el personal recuperado, pero también con sus familiares y con quienes constituyen los equipos operativos y los elementos de mando y control, resulta fundamental disponer de psicólogos formados específicamente en técnicas y procedimientos de psicología SERE. Y, en este sentido, la posibilidad de contar con reservistas verdaderamente especialistas en catástrofes y emergencias no debe ser minusvalorada.

En este orden de cosas son dos líneas de actuación las que deben tenerse en cuenta: Por un lado, elaborar un protocolo de intervención específico tras situaciones de aislamiento o captura donde se incluya:

- Entrenamiento psicológico previo a la misión o despliegue
- La intervención inmediata tras la recuperación
- El seguimiento a medio y largo plazo
- La intervención con la familia y víctimas secundarias
- La intervención con el equipo que participa en la recuperación, ya sean operativos, médicos o de mando y control.

Para la elaboración de este protocolo, sería aconsejable coordinar con el Ministerio de Asuntos Exteriores para, eventualmente, disponer del mismo para el personal civil (ajeno a las FAS) que pudiera ser víctima de situaciones semejantes en el extranjero.

Por otro lado, y relacionado con la enseñanza y el adiestramiento, deberían considerarse:

- La formación psicológica específica que potencie la resiliencia ante las situaciones traumáticas a las que puede verse expuesto cualquier combatiente, proporcionándole herramientas para aplicar unos primeros auxilios psicológicos en caso necesario. Ésta



complementaría la formación técnica que se recibe cuando se adquieren los niveles SERE A, B y C.

- La formación de los equipos de fuerzas de extracción como primeros que interactúan con el ISOP ya que el Ejército del Aire y del Espacio cuenta con verdaderos especialistas para este tipo de intervenciones en el EZAPAC (los denominados PJ o Pararescue Jumpers).

- La formación especializada de los psicólogos que vayan a atender los eventos de PR y a impartir la formación presencial en los cursos SERE C, precisamente para aquellos más expuestos a situaciones

de riesgo de aislamiento o explotación por parte del adversario y a esos PJ.

En definitiva, la mejor manera de poder afrontar, con garantías, estas situaciones cuando se produzcan será contar siempre con adecuada preparación y detallado planeamiento. Además ello servirá para acrecentar la confianza de militares y familiares en nuestras FF.AA. ■

#### BIBLIOGRAFÍA

- Cruz Roja Española, Manual de apoyo psicológico. La guía definitiva en catástrofes. PEARSON.
- Daniel Donoso Rodríguez (coord.), Psicología en las Fuerzas Armadas. Ministerio de Defensa.

- Diana María Agudelo V, El horror de lo incierto. Intervención psicológica con víctimas de secuestro. Universidad de Antioquía.
- Dr. Gary Percival, CDR (Dr) Raymond Nairn, COL (Dr.) Barbara Traenkner, Reintegration theory for DoD personnel. Joint Personnel Recovery Agency.
- EEAS(2017) 1287 REV7 EU Military Concept for Personnel Recovery (07/18).
- Francisco de Ascanio, MEDEVAC: Operaciones militares de aeroevacuación médica. Aspectos tácticos y fisiológicos.
- José Ignacio Roble y Patricia Acinas, Intervención en Emergencias y Catástrofes. UNED.
- Juan J. Arbolí, Armando Munayco y Francisco de Ascanio. Aspectos sanitarios en misiones de PR. Revista de Aeronáutica y Astronáutica.
- Juan M Fernández Millán. Apoyo psicológico en situaciones de emergencia. Psicología Pirámide.
- NATO AJP 3.7 Allied Joint Doctrine for Recovery of Personnel in a Hostile Environment (02/16).
- NATO ACO Directive 080-101 Personnel Recovery in NATO Operations (04/15).
- NATO STANAG 7225 Ed.1 - APRP-3.3.7.2 Standardization of Reintegration (10/17).
- Martínez Sanchez, JA, Aspectos psicológicos de la supervivencia en operaciones militares. Sanidad Militar.
- Pau Pérez Sales, Trauma, culpa y duelo. Hacia una psicoterapia integradora. DES-CLÉE.
- Personnel Recovery Information Paper: Phase I: reintegration immediate release handling procedures. Joint Personnel Recovery Agency.
- US Department of Defense Instruction 3002.03 DoD Personnel Recovery - Reintegration of Recovered Personnel (04/16)
- US Joint Publication 3-50 Personnel Recovery (10/15).
- US MTTP for PR Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for Personnel Recovery (06/18).

#### NOTAS

<sup>1</sup>Según el manual de apoyo psicológico de Cruz Roja española «el apoyo psicológico ayuda a aliviar el sufrimiento emocional de las personas, de manera que puedan volver a estar en condiciones de confiar en sus propios recursos para afrontar con más éxito las dificultades que encuentren durante la recuperación, y vuelvan a tener la sensación de controlar sus vidas. El apoyo psicológico abarca, así, toda actividad que mejore la capacidad de las personas para funcionar bajo el extraordinario nivel de tensión psíquica que se observa en el contexto de un acontecimiento crítico u evento traumático».

<sup>2</sup>Estas actuaciones son particularmente importantes en los casos en los que haya existido retención o captura.

# Munición merodeadora y supresión de defensas aéreas enemigas

**JOSÉ ALBERTO MARÍN DELGADO**  
*Capitán del Ejército del Aire*

*Desde 1939 ningún país ha ganado una guerra frente a la superioridad aérea del enemigo, ninguna gran ofensiva ha tenido éxito contra un oponente que controlaba el aire, y ninguna defensa se ha sostenido contra un enemigo que tenía superioridad aérea*

**CORONEL JOHN A. WARDEN III**  
United State Air Force

En el verano del año 1995 dio comienzo la operación Deliberate Force de la OTAN en la antigua Yugoslavia como continuación de la operación Deny Flight, tras una masacre perpetrada por los serbios en el mercado de Sarajevo. El Ejército del Aire (EA) encuadrado en el destacamento Ícaro, participó en aquel conflicto, que vio las primeras acciones ofensivas de la Alianza Atlántica en sus 46 años de historia<sup>1</sup>.



Entre las distintas misiones asignadas a los cazabombarderos F-18 españoles destacó la de supresión de defensas aéreas enemigas (SEAD)<sup>2</sup>. Así el 7 de septiembre de 1995 se produjeron los dos primeros lanzamiento de misiles antirradiación AGM-88B HARM<sup>3</sup> por parte de pilotos del otrora Grupo 15 (actual Ala 15) contra un sistema de defensa antiaérea SA-6 Gainful, únicos ejecutados desde aeronaves del Ejército del Aire en misiones reales hasta la actualidad<sup>4</sup>.

Desde aquella operación de la OTAN sobre los Balcanes se han sucedido numerosos conflictos armados, en muchos de los cuales se han desarrollado operaciones de SEAD. Escenarios como Líbano, Iraq, Siria o Libia son ejemplo de ello, siendo uno de los referentes más importantes de los últimos años el conflicto entre Armenia y Azerbaiyán por el enclave de Nagorno Karabaj, no por la magnitud de las misiones realizadas, sino por el tipo de armamento y la doctrina empleada para la supresión de las defensas antiaéreas.

### EVOLUCIÓN DE LA DEFENSA ANTIAÉREA. HACIA UN A2/AD

La evolución de la defensa antiaérea se ha desarrollado en paralelo a la propia evolución de los conflictos y de la tecnología. Numerosos expertos consideran la Primera Guerra del Golfo y las acciones norteamericanas sobre las defensas antiaéreas iraquíes, de origen soviético, como un punto de inflexión que marcó los subsiguientes desarrollos de este tipo de sistemas de armas. Factores como el uso extensivo de municiones de precisión, el empleo de aeronaves de tecnología furtiva o las avanzadas plataformas ISR<sup>5</sup>, permitieron al ejército norteamericano sobrepasar a las fuerzas de defensa de Iraq sin apenas bajas entre sus filas. Rusia tomó buena nota de la superioridad americana, siendo las lecciones aprendidas de este conflicto

claves en los posteriores desarrollos de armamento antiaéreo ruso, no solo desde el punto de vista tecnológico, sino también doctrinal<sup>6</sup>.

**Factores como el uso extensivo de municiones de precisión, el empleo de aeronaves de tecnología furtiva o las avanzadas plataformas ISR<sup>5</sup>, permitieron al ejército norteamericano sobrepasar a las fuerzas de defensa de Iraq sin apenas bajas entre sus filas**

Dentro de la defensa antiaérea, podrían considerarse como el elemento esencial los sistemas de misiles aire-superficie, también denominados SAM<sup>7</sup>. Los nuevos desarrollos de estos sistemas de armas son altamente móviles, capaces de abrir fuego en escasos segundos y muchos de ellos con alcance superior a los 400 kilómetros. Por norma general, estos sistemas están apoyados por otros sistemas de armas como la artillería antiaérea, por elementos de guerra electrónica e incluso por medidas de decepción como pueden ser los señuelos.

La disposición de los elementos anteriores de una manera integrada se denomina Integrated Air Defense System (IADS). La IADS no es un concepto nuevo, pero en la actualidad los medios que la componen son mucho más capaces que los de generaciones anteriores. Se podría decir que la IADS está formada por una estructura, equipamiento, personal y procedimientos usados para contrarrestar la penetración de medios aéreos enemigos en el propio territorio. Esta misión se realiza por medio de tres funciones principales como son la vigilancia aérea, la gestión de la batalla y el control de las armas, cada una de las cuales se lleva a cabo en sub-fases, con el fin último de neutralizar las amenazas aéreas de la forma más eficiente posible. Todo ello apoyado por un complejo sistema de mando y control, comunicaciones, computadoras e inteligencia (C4I). En términos generales la IADS es un sistema de sistemas<sup>8</sup>.

En los últimos años ha nacido un término denominado Anti Access/Area Denial (A2/AD)<sup>9</sup> para definir las nuevas estrategias emprendidas principalmente por Rusia y China y para prevenir a un potencial adversario alcanzar un determinado objetivo operacional militar<sup>10</sup>. El establecimiento de una



Representación del Harop atacando artillería antiaérea. (Imagen: <https://www.iai.co.il/p/harop>)



Munición merodeadora Harop en vuelo. (Imagen: <https://www.iai.co.il/p/harop>)

zona A2/AD se realiza, en primer lugar, para impedir a un atacante posicionar sus fuerzas en una zona en disputa, para a continuación evitar que opere con libertad y maximice su poder de combate. Es decir, es una fortificación de la defensa nacional para maximizar el nivel de atrición del enemigo<sup>11</sup>.

Es un concepto más amplio que IADS, ya que no solo implica el control del dominio aéreo, sino el del resto de dominios como el terrestre, marítimo o ciber.

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos tiene numerosos programas encaminados a contrarrestar la IADS como pueden ser<sup>12</sup>:

- Aeronaves de tecnología furtiva: F-35, B-2, o nuevos desarrollos como el B-21.

- Aeronaves de ataque electrónico o perturbación: EA-18 Growler.

- Armamento de largo alcance: misiles de crucero como el AGM-158 JASSM.

- Armamento antirradiación: AGM-88 E.

Asimismo definió nuevas capacidades para hacer frente a zonas A2/AD<sup>13</sup>:

- Armamento con alcance superior a las 500 millas náuticas.

- Armamento de tipología super/hipersónica.

- Desarrollo de misiles balísticos convencionales de largo alcance.

- Nuevos sistemas de ataque electrónico o perturbación más capaces.

Como se puede comprobar la SEAD es un tipo de misión que requiere del empleo de un variado grupo de sistemas de armas de última tecnología, no solo de tipo cinéticos sino también no cinético. La evolución de las defensas antiaéreas y el desarrollo de las zonas A2/AD hacen que este tipo de misiones sean de alta complejidad y riesgo.

## CAPACIDAD SEAD

Como ya se ha avanzado a lo largo del artículo, antes de analizar las capacidades SEAD es preciso señalar que hay una gran variedad de sistemas de armas que pueden utilizarse para llevar a cabo este tipo de misiones, como las bombas guiadas láser/GPS o los misiles de crucero. La SEAD puede implicar al mismo tiempo el empleo de un gran número de medios, entre ellos aeronaves furtivas para evitar la detección por parte de las defensas antiaéreas, o aeronaves con capacidad de ataque electromagnético (Electronic Attack o EA) para denegar el funcionamiento de los emisores enemigos.

Pero uno de los principales sistemas de armas específico para este rol es el denominado misil antirradiación. Dentro de esta familia de efectores uno de los modelos más extendidos es el misil AGM-88 HARM. El HARM, acrónimo de High-speed Anti-Radiation Missile, es un misil táctico aire-superficie que en conjunción con la aviónica de la aeronave lanzadora detecta, identifica, localiza y destruye emisores radar enemigos, muestra información de la amenaza y computa los parámetros electromagnéticos



Lanzamiento de LM Harpy. (Imagen: <https://www.iai.co.il/p/harpy>)



LM Harpy en fase de ataque. (Imagen: <httpswww.iai.co.ilpharpy>)

del blanco. Realiza un guiado proporcional mediante un sistema de navegación que emplea una antena fija instalada en el morro del misil y que actúa de forma pasiva. Su cabeza de guerra dispone de un elevado número de fragmentos junto con la carga explosiva que es detonada mediante una espoleta de proximidad. Los misiles antirradiación como el HARM se han diseñado especialmente contra los emisores de los sistemas de defensa aérea para proceder a su destrucción o neutralización. La precisión del misil depende de la capacidad de detección de la plataforma lanzadora y de la programación que se realice de sus librerías<sup>14</sup>.

La primera versión del AGM-88 obtuvo la IOC<sup>15</sup> en el año 1983. Con posterioridad le seguiría la versión B, ampliamente extendida, cuya versión B Block III obtuvo la IOC en 1991, siendo finalmente la versión B Block IIIA declarada operativa el año 1999. La evolución no se detuvo, pues se continuaron aplicando mejoras con nuevas versiones como la C, hasta llegar al modelo más reciente, el AGM-88E AARGM. Esta versión presenta capacidades mejo-

radas en aspectos como su letalidad, posibilidad de empleo en ambiente de control de emisiones (EMCON<sup>16</sup>), mejora de la conciencia situacional, nuevos sensores digitales, navegación GPS/Inercial, guía terminal activa o enlace de datos<sup>17</sup>. Existe una versión en desarrollo, el AGM-88G AARGM-ER que se estima que dobla el alcance y velocidad de su predecesor. Su IOC está prevista para el año 2023<sup>18</sup>.

Varias Fuerzas Aéreas como la alemana e italiana, con versiones antiguas del misil como el AGM-88B, han llevado a cabo programas de actualización al estándar AGM-88 E AARGM. Estas mejoras incluyeron la modernización de la aviónica del misil y del Comand Launch Computer (CLC)<sup>19</sup> de la aeronave, es decir el cerebro del sistema, en sus flotas de cazas con misión SEAD<sup>20</sup>.

### MUNICIONES MERODEADORAS EN MISIONES DE SEAD

Uno de los principales antecedentes en el uso de municiones merodeadoras para la supresión de defensa antiaéreas es la operación Mole Cricket 19, ejecutada por la Fuerza Aérea de Israel (IAF) sobre objetivos sirios en junio de 1982, en la denominada Guerra del Líbano. Tras las elevadísimas pérdidas sufridas por los israelitas en la anterior Guerra del Yom Kippur (1973), debido principalmente a la dificultad para localizar a los sistemas móviles de las defensas antiaéreas árabes, Israel desarrolló una doctrina revolucionaria que fue aplicada en las operaciones de SEAD en el valle de la Becá en el verano de 1982. Así empleó de forma coordinada sistemas aéreos no tripulados



Supuesta destrucción con munición merodeadora de sistema Pantsir S1 sirio por fuerzas israelitas. (Imagen: <https://southfront.org/>)



Lanzamiento de LM Harop desde superficie. (Imagen: <https://defence-blog.com/>)

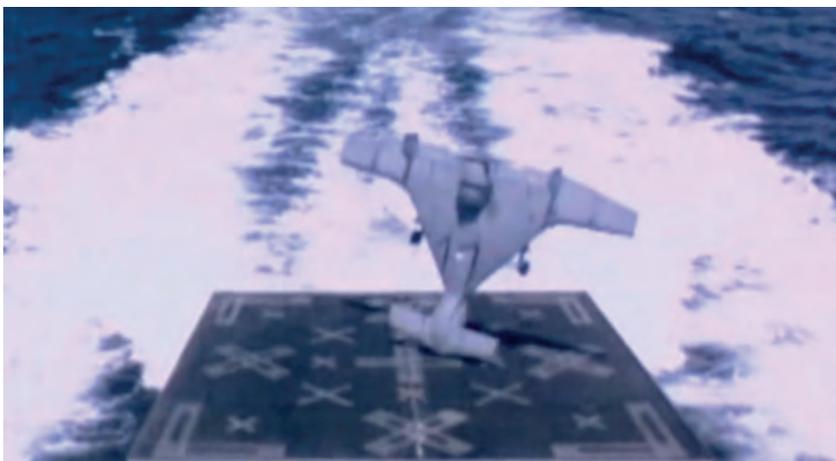
de tipo *decoy*<sup>21</sup> y de reconocimiento para la detección, identificación y localización de las baterías antiaéreas sirias para posteriormente proceder a la neutralización con el empleo de misiles antirradiación, artillería y una versión de munición merodeadora específica SEAD, precursora del sistema de armas Harpy. En esta operación la IAF destruyó 20 sistemas SAM con cero bajas entre sus filas<sup>22</sup>.

Las denominadas municiones merodeadoras o loitering munition (LM), son sistemas de armas que se encuadran entre los misiles de crucero y los drones de combate. Difieren de los misiles de crucero en que pueden orbitar sobre la zona de objetivo durante un tiempo elevado; y de los drones de combate en que las LM disponen también de una cabeza de guerra, por lo que son efectores *per se*. Se conocen comúnmente como drones suicidas o drones kamikaze.

**La Fuerza Aérea israelí empleó de forma coordinada sistemas aéreos no tripulados de tipo decoy<sup>21</sup> y de reconocimiento para la detección, identificación y localización de las baterías antiaéreas sirias para posteriormente proceder a la neutralización con el empleo de misiles antirradiación, artillería y una versión de munición merodeadora específica SEAD**

Existen numerosos modelos para su uso en diversos tipos de misiones, siendo la SEAD una más de ellas. Este tipo de sistemas de armas se suelen emplear desde plataformas de lanzamiento en superficie, procediendo después en un perfil de vuelo determinado hacia la zona asignada de objetivo y orbitando sobre la misma en busca de emisores enemigos. Una vez detecta, identifica y localiza al emisor hostil ejecuta el ataque de supresión, bien de forma autónoma o bajo control humano.

En los últimos años se ha producido un gran avance en este tipo de municiones, gracias a los desarrollos tecnológicos que han permitido que estos sistemas de armas sean altamente sensibles a los emisores y a su vez precisos y letales en su acción. Entre las ventajas que presentan las LM con respecto a los misiles antirradiación destacan las siguientes:



Drone kamikaze Harop impactando sobre una plataforma en movimiento. (Imagen: <https://defencesecurityasia.com>)

• Precio: el precio de adquisición de un misil antirradiación AGM-88 oscila entre los 200 000 y 300 000 dólares<sup>23</sup>. Para las municiones merodeadoras su precio dependerá del tipo a adquirir, teniendo un modelo de LM como el Switchblade un valor estimado de 70 000 dólares<sup>24</sup>, frente a sistemas más capaces como el Harop israelí, con un precio aproximado de un millón de dólares por unidad<sup>25</sup>.

Por otra parte, el empleo hoy en día de aeronaves convencionales en misiones SEAD se presume de elevado riesgo y su derribo conllevaría un elevadísimo coste material y humano. A esto se debe añadir la reducida autonomía de los misiles HARM, la necesidad de emplearlos en cantidades elevadas y el necesario entrenamiento en tácticas específicas para ejercer misiones de SEAD. Estas se realizan normalmente embebidas con otras plataformas con funciones

ofensivas o de escolta, aumentando en su conjunto el coste de las operaciones de supresión de las defensas enemigas.

• Nivel de atrición: una de las principales ventajas de las municiones merodeadoras respecto a los misiles anti radiación es que las LM son lanzadas desde plataformas en superficie y son sistemas de armas autónomos y/o tripulados remotamente. El nivel de atrición que puede asumir el comandante de misión con este tipo de municiones es mucho mayor que el que podría resultar del empleo de misiles antirradiación, que son lanzados desde plataformas tripuladas, próximas o dentro de la envolvente del armamento a neutralizar.

• Daño colateral y riesgo de fratricidio: el daño colateral y el riesgo de fratricidio son dos de los mayores condicionantes a la hora de emplear armamento cinético. El AGM-88

HARM es un misil de tipo dispara y olvida, que se dirige contra la emisión electromagnética de una amenaza sin tener *feed back* continuo durante la fase de vuelo desde el avión lanzador<sup>26</sup>. En cambio, municiones merodeadoras como el sistema Mini Harpy portan, además de los sensores electromagnéticos para la detección del emisor, sistemas electroópticos (EO) con los cuales el operador puede visualizar toda la fase de vuelo hasta el objetivo. De esta forma se puede abortar la maniobra, recuperando la munición, en caso de poder producirse daños colaterales o existir riesgo de fratricidio por encima del estimado inicialmente o de los límites autorizados, todo ello en tiempo real<sup>27</sup>.

• *Targeting* múltiple: otras de las ventajas de las municiones merodeadoras es que al portar sensores EO, el operador puede seleccionar en tiempo real objetivos con mayor grado de prioridad (PG). Por ejem-



Municiones merodeadoras iraníes destruyendo varios objetivos en el ejercicio Great Prophet 15. (Imagen: <https://t-intell.com>)

COMPARATIVA AGM-88 HARM, HARPY Y MINI HARPY\*

	AGM-88 HARM	HARPY	MINI HARPY
ALCANCE	120 km	>200 km	100 km
VELOCIDAD	>2 mach	225 knots	200 knots
AUTONOMÍA	minutos	nueve horas	dos horas
SENSOR	anti radiación (AR)	anti radiación (AR)	dual (EO/AR)
DETECTABILIDAD	baja	baja	baja
CAPACIDAD DE ORBITAR	no	si	si
ABORTAR ATAQUE	no	si	si
TIPO DE LANZAMIENTO	aéreo	superficie	superficie

\*(Imagen elaborada por el autor. Fuentes varias)



Munición merodeadora Samad-3 empleada por los Huzíes. (Imagen: <https://posting.cc>)

plo, si en un despliegue de un sistema GBAD<sup>28</sup> donde existen varios emisores se detecta el radar de alerta temprana (EW) y se identifica por medio de los sensores EO un emisor no activo más prioritario, como un radar de control de fuego (FC), el operador podría seleccionar el nuevo objetivo y guiarlo por medios EO. A su vez es una opción muy útil cuando los operadores enemigos emplean técnicas EMCON.

- Amenaza *low, slow y small* (LSS): La gran mayoría de las LM están encuadradas en la categoría de amenazas LSS. Los artefactos aéreos LSS operan a bajas velocidades, vuelan muy próximos al terreno y son de pequeño tamaño. Es por ello por lo que son muy difíciles de detectar y de neutralizar por parte de las defensas antiaéreas<sup>29</sup>.

- Librerías de guerra electrónica: tanto los misiles antirradiación como las LM necesitan de librerías de guerra electrónica para la detección e identificación de emisores radar. Estas están basadas en la parametrización de los datos de emisores que previamente han sido captados

por diversos medios. El misil HARM es totalmente dependiente para su operación de esta parametría, en cambio la capacidad de los sensores EO de algunas LM, les permiten operar sin disponer de estos datos en su librería.

- Ataque en enjambres: una de las principales ventajas de las LM es su capacidad de actuar en enjambres bajo el control de un solo operador, con la

posibilidad de saturar las defensas antiaéreas y realizar ataques desde diferentes ángulos y direcciones<sup>30</sup>.

- Ataques cooperativos: debido a la flexibilidad de configuración de ciertos modelos de LM se pueden realizar ataques cooperativos. Así se pueden configurar LM como señuelos, otras como sensores y otras como kamikazes de tal manera que los señuelos activan las defensas, las



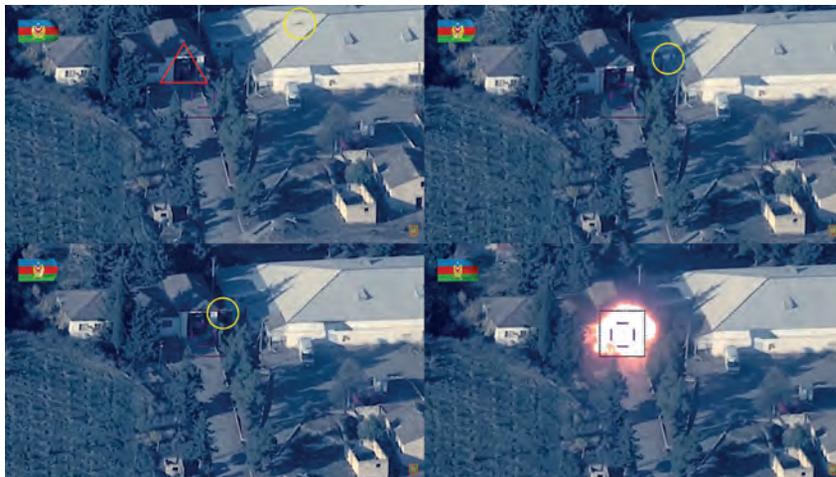
Munición merodeadora Qasef-2k empleada por los Huzíes. (Imagen: <https://postimg.cc>)

LM con sensores detectan, identifican y localizan la amenaza y los elementos kamikaze las neutralizan<sup>31</sup>.

- Sistema recuperable: como se comentó con anterioridad, los misiles antirradiación son de tipo dispara y olvida, no recuperables. En cambio, modelos de municiones merodeadoras como el Harop son recuperables<sup>32</sup>.

- Autonomía: las municiones merodeadoras tienen gran autonomía, llegando hasta las nueve horas para modelos como el Harpy. Así las LM pueden orbitar sobre un objetivo durante horas esperando la activación de los emisores enemigos, pudiendo producir solo con su presencia la supresión de los sistemas de defensa antiaérea, lo que se denomina *soft kill*<sup>33</sup>.

Por el contrario, los misiles antirradiación tienen un número limitado de segundos de combustión de su motor cohete, viéndose su auto-



Secuencia de ataque de LM de Azerbaiyán a un sistema Tor-M2KM refugiado en un almacén. Elaborada por el autor. (Imagen: <https://www.youtube.com>)

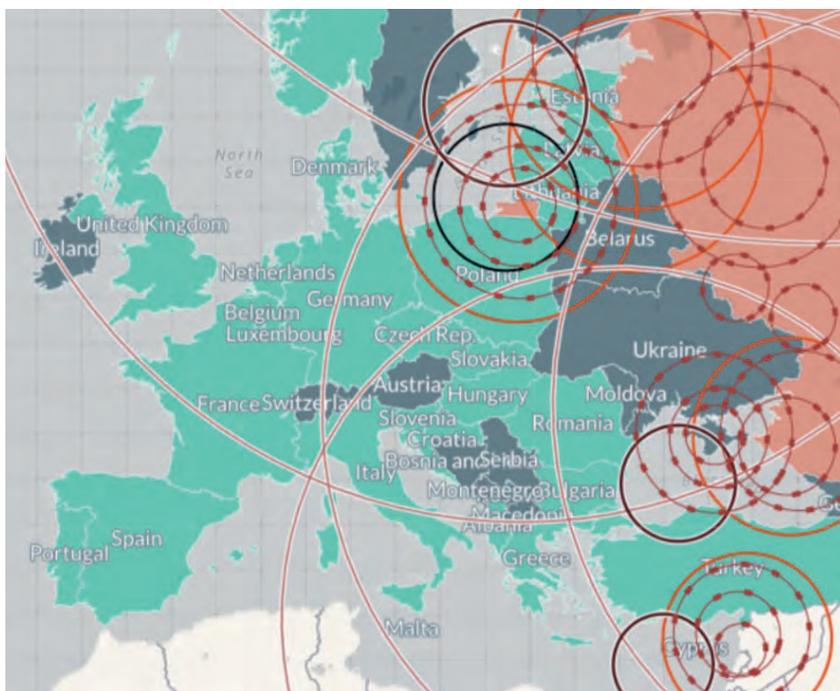
mía limitada a su vez por la duración de la batería del misil, que es del orden de minutos.

- Alcance: el alcance de los misiles antirradiación dependerá de la condición de energía (velocidad y altura) de la aeronave lanzadora;

en el caso del AGM-88 su alcance máximo estimado es de aproximadamente 120 kilómetros<sup>34</sup>. Para las LM el alcance dependerá del modo de operación, automático o MITL<sup>35</sup>. Por ejemplo, el dron kamikaze Harop tiene un alcance con enlace de



Despliegue de sistema S-400 en la base de Hmeimin en Siria. (Imagen: <https://www.thedrive.com>)



A2/AD de la Federación de Rusia.  
(Imagen: <https://missilethreat.csis.org>)

datos de 200 kilómetros mientras que el Mini Harpy puede alcanzar hasta los 100 kilómetros<sup>38</sup>.

Desventajas de las LM frente a los misiles antirradiación:

- Velocidad: los drones kamikaze suelen ser sistemas de armas lentos en comparación con los sistemas antirradiación, por lo que pueden ser más vulnerables a las defensas

**Los misiles antirradiación tiene un amplio historial de éxito en multitud de operaciones como Siria o Iraq, incluida su utilización en los Balcanes por el Ejército del Aire.**



Lanzadores del sistema antiaéreo HQ-9 en un desfile en Pekin.  
(Imagen: <https://www.thedrive.com>)

antiaéreas<sup>37</sup>. La velocidad de un HARM es superior a mach 2, frente a las 200 millas por hora de un LM Mini Harpy<sup>38</sup>.

- Perturbación: las LM dependen generalmente de sistemas de posicionamiento global (GNSS) y de enlaces de datos para operar, por lo que son susceptibles a la perturbación electromagnética<sup>39</sup>. Los misiles antirradiación de última generación utilizan sistemas de posicionamiento, pero disponen también de sistemas inerciales para la navegación autónoma; además, siendo de tipo dispar y olvida son menos sensibles a las posibles perturbaciones enemigas.

- Capacidad expedicionaria: los misiles antirradiación al ser portados por plataformas aéreas pueden ser desplegados fácilmente al teatro de operaciones. Las municiones merodeadoras están compuestas por la estación de control y por los lanzadores, que por norma general se emplean desde superficie, bien sobre vehículos terrestres o sobre navíos<sup>40</sup>. Su despliegue es algo más complejo que el de los misiles antirradiación.

Además de los datos expuestos con anterioridad es necesario señalar que ambos sistemas de armas son totalmente compatibles y pueden ser usados en paralelo frente a las amenazas superficie-aire, por lo que su uso combinado potencia la efectividad de las misiones.

Los misiles antirradiación tiene un amplio historial de éxito en multitud de operaciones como Siria o Iraq, incluida su utilización en los Balcanes por el Ejército del Aire. Las municiones merodeadoras, siendo una tecnología más actual han sido utilizados en conflictos más recientes, teniendo uno de los antecedentes más reseñables el conflicto entre Armenia y Azerbaiyán en 2021. Azerbaiyán neutralizó gran parte de las defensas antiaéreas de Armenia sin el empleo de aeronaves de caza ni misiles antirradiación.

Para lograr este hito se sirvió del empleo combinado de LM como el Harop o el Orbiter 1k, drones de ataque, señuelos aéreos y el apoyo de la artillería. Así consiguió desactivar las defensas antiaéreas armenias, destruyendo sistemas como el SA-8 Gecko, SA-13 Gopher, SA-15 Gauntlet o el S-300<sup>41</sup>.

## CONCLUSIONES

Los conflictos actuales están demostrando que es primordial para la defensa contar con capacidad para la supresión o destrucción de defensas antiaéreas que permita el control efectivo del dominio aéreo. Cada vez más naciones del entorno estratégico de la OTAN están adquiriendo sistemas de defensa antiaérea avanzados. Mantener la capacidad de SEAD es esencial para el cumplimiento de las operaciones aéreas ofensivas (OCA) en todo su espectro.

Se han analizado a lo largo del artículo las municiones merodeadoras son sistemas de armas con numerosas ventajas frente a los misiles antirradiación. Aspectos como su gran alcance, elevada autonomía y permanencia en vuelo, su doble capacidad de identificación electrónica y EO o su operación de manera remota, son claves para este tipo de misiones. Desde el punto de vista legal aportan nuevas capacidades como el aumento de la conciencia situacional que permite una mejor gestión del daño colateral y del riesgo de fratricidio. A su vez siendo sistemas de armas de tipo kamikaze se pueden emplear en entornos de alto riesgo sin peligro para las tripulaciones, pudiendo asumir por otro lado altos niveles de atrición por parte del comandante de la misión.

Las municiones merodeadoras son sistemas de armas probados en combate, que han evolucionado junto con el avance de las amenazas y de las nuevas doctrinas de empleo. Desde su empleo exitoso en la ope-

ración Mole Cricket 19 en el valle de La Becá hasta recientemente en la Guerra de Nagorno Karabaj, han demostrado su valía como sistemas de armas para la supresión de todo tipo de sistemas de defensa antiaérea.

Por todo ello, este tipo de municiones se están convirtiendo en un activo esencial para las misiones de supresión de defensas antiaéreas, ya que puede complementar a otros medios como los misiles antirradiación e incluso cubrir vacíos operacionales en caso de carecer de estos. ■

## NOTAS

<sup>1</sup>Fuente: <https://www.defensa.gob.es/Galerias/gabinete/red/2019/12/p-14-17-red-367-icaro.pdf>

<sup>2</sup>Acrónimo del inglés Suppression of Enemy Air Defenses.

<sup>3</sup>Acrónimo del inglés High-speed Anti-Radiation Missile, es decir misil antirradiación de alta velocidad.

<sup>4</sup>Fuente: <http://www.aama.es/aama/elf-18m/>

<sup>5</sup>Acrónimo del inglés Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance. Es decir, inteligencia, vigilancia y reconocimiento.

<sup>6</sup>Brown, D. (2019). Destroying Mobile Surface-to-Air Missile Systems with Lethal Autonomous Aircraft. Air Command and Staff College. United States.

<sup>7</sup>Del inglés Surface-to-air Missile.

<sup>8</sup>Mattes, P.W. (2019). What is a Modern Integrated Air Defense System.

<sup>9</sup>Podría traducirse como antiacceso/denegación de área.

<sup>10</sup>Schmidt, A. Countering Anti-Access/Area Denial. Future Capability Requirements in NATO. Joint Air Power Competence Centre. <https://www.japcc.org/countering-anti-access-area-denial-future-capability-requirements-nato/>

<sup>11</sup>Analistas reputados como Guillem Colom consideran que Argelia podría estar desarrollando una zona A2/AD. <https://global-strategy.org/estrategia-podcast-02-argelia-un-a2-ad-en-el-mediterraneo-occidental/>

<sup>12</sup>Hoehn, J.R. & Herrera, J. (2020). Integrated Air Defense Systems (IADS)



and Military Ranges. Congressional Research Service (CRS).

<sup>13</sup>Air Superiority 2030 Flight Plan (2016). Enterprise Capability Collaboration Team.

<sup>14</sup>Fuente: Ejército del Aire. <https://ejercitodelaire.es/aeronaves/armamento/#/>

<sup>15</sup>Acrónimo de Initial Operational Capability, es decir, capacidad inicial operacional.

<sup>16</sup>EMCON (Emission Control), situación en la que las fuerzas reducen o anulan completamente sus emisiones ante la posibilidad de ser detectadas por medios electrónicos del enemigo.

<sup>17</sup>Larratt, D. (2009). Advanced Anti-Radiation Guided Missile (AARGM). NDIA Guns & Missiles Conference

<sup>18</sup>Fuente: [www.navair.navy.mil/news/Navys-AARGM-ER-enter-production/wed-08252021-1544](http://www.navair.navy.mil/news/Navys-AARGM-ER-enter-production/wed-08252021-1544)

<sup>19</sup>Para más información: <https://designation-systems.net/dusrm/m-88.html>

<sup>20</sup>El coste del programa alemán para 91 misiles y ocho unidades de entre-

namiento ascendió a 122,86 millones de dólares. [www.defenseworld.net/news/25047/Germany\\_to\\_buy\\_US\\_made\\_Advance\\_Anti\\_Radiation\\_guided\\_Missiles\\_for\\_122M](http://www.defenseworld.net/news/25047/Germany_to_buy_US_made_Advance_Anti_Radiation_guided_Missiles_for_122M)

<sup>21</sup>Las tácticas *decoy* se emplean con el objetivo de activar las defensas antiaéreas con sistemas de tipo señuelo, para posteriormente localizar la posición de estas con otros medios.

<sup>22</sup>Rodman, D. (2010). Unmanned aerial vehicles in the service of the israel air force: *They will soar on wings like eagles*. Middle East Review of International Affairs, Vol. 14, No. 3.

<sup>23</sup>Fuente: U.S. Air Force. <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104574/agm-88-harm/> y <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/agm-88-specs.htm>

<sup>24</sup><https://dronecenter.bard.edu/files/2017/02/CSD-Loitering-Munitions.pdf>

<sup>25</sup><https://www.oryxspioenkop.com/2022/01/replicating-success-turkmenistans.html>

<sup>26</sup>El AGM-88E dispone de un radar de ondas milimétricas para el guiado terminal y la detección del objetivo. Es capaz de transmitir los datos de guía terminal vía satélite con anterioridad al impacto a través de ISB-R. A partir de la versión E, el HARM puede ser guiado a coordenadas, aun cuando el emisor ha dejado de emitir y a su vez puede ser configurado para evitar el sobrevuelo de zonas sensibles. Fuente: AGM-88E Advanced Anti-Radiation Guided Missile (AGM-88E AARGM). Selected Acquisition Report (SAR). Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR).

<sup>27</sup>Fuente: <https://www.iai.co.il/p/mini-harpy>

<sup>28</sup>Acrónimo del inglés Ground Based Air Defense.

<sup>29</sup>Fuente: ATP 3-01.81. [https://armypubs.army.mil/epubs/DR\\_pubs/DR\\_a/pdf/web/ARN3099\\_ATP%203-01x81%20FINAL%20WEB.pdf](https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/ARN3099_ATP%203-01x81%20FINAL%20WEB.pdf)

<sup>30</sup>Fuente: <https://www.iai.co.il/p/harop>

<sup>31</sup>Ibid.

<sup>32</sup>Ibid.

<sup>33</sup>Fuente: <https://www.iai.co.il/p/harpy>

<sup>34</sup>El modelo AGM-88G podría tener un alcance de hasta 300 kilómetros. Feature: Doing HARM. ADBR. <https://adbr.com.au/feature-doing-harm/>

<sup>35</sup>Acrónimo de Man in the loop. Es un modo de operación bajo control humano por medio de enlace de datos.

<sup>36</sup>Fuente: Israel Aerospace Industries. <https://www.iai.co.il>

<sup>37</sup>Algunos sistemas de defensa antiaérea tienen problemas para neutralizar objetivos que vuelan a baja velocidad, por limitaciones de sus emisores o de los efectores, por lo que puede ser una ventaja.

<sup>38</sup>El modelo AGM-88G podría tener una velocidad de mach 4. Feature: Doing HARM. ADBR. <https://adbr.com.au/feature-doing-harm/>

<sup>39</sup>Algunas fuentes afirman que municiones merodeadoras de fabricación israelí podrían haber destruido sistemas de guerra electrónica Krasukha-4, de supresión y denegación de señales GNSS en Siria, así como sistemas de guerra electrónica específicos contra drones Repelent. <https://www.globaldefensecorp.com/2020/12/07/israeli-kamikaze-harop-drones-capable-of-destroying-russian-krasukha-4-ew-systems/>

<sup>40</sup>Excluyendo las LM de tipo táctico que pueden ser portadas por un combatiente.

<sup>41</sup>Para más información: MARÍN DELGADO, José Alberto. Guerra de drones en el Cáucaso Sur: lecciones aprendidas de Nagorno-Karabaj. Documento de Opinión IEEE 21/2021. [http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_opinion/2021/DIEEEO21\\_2021\\_JOSMAR\\_DronesCaucaso.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2021/DIEEEO21_2021_JOSMAR_DronesCaucaso.pdf)

Lanzamiento de misiles del sistema antiaéreo S-300 en una competición internacional del Ejército ruso. (Imagen: <https://www.arctictoday.com>)



# Introducción a la guerra no cinética

**JAVIER VEA REMACHO**  
*Comandante del Ejército del Aire*

En 2013, el jefe del Estado Mayor General de Rusia, general Valery Gerasimov, publicaba un artículo<sup>1</sup> en el que plasmaba su percepción predictiva sobre las futuras operaciones de combate. Ocho años después, algunas de las características que incluía en dicha perspectiva podrían servir perfectamente como preámbulo a este texto, cuyo objetivo no es otro que ofrecer una perspectiva general de la guerra no cinética, también conocida por sus siglas en inglés: NKW<sup>2</sup>.

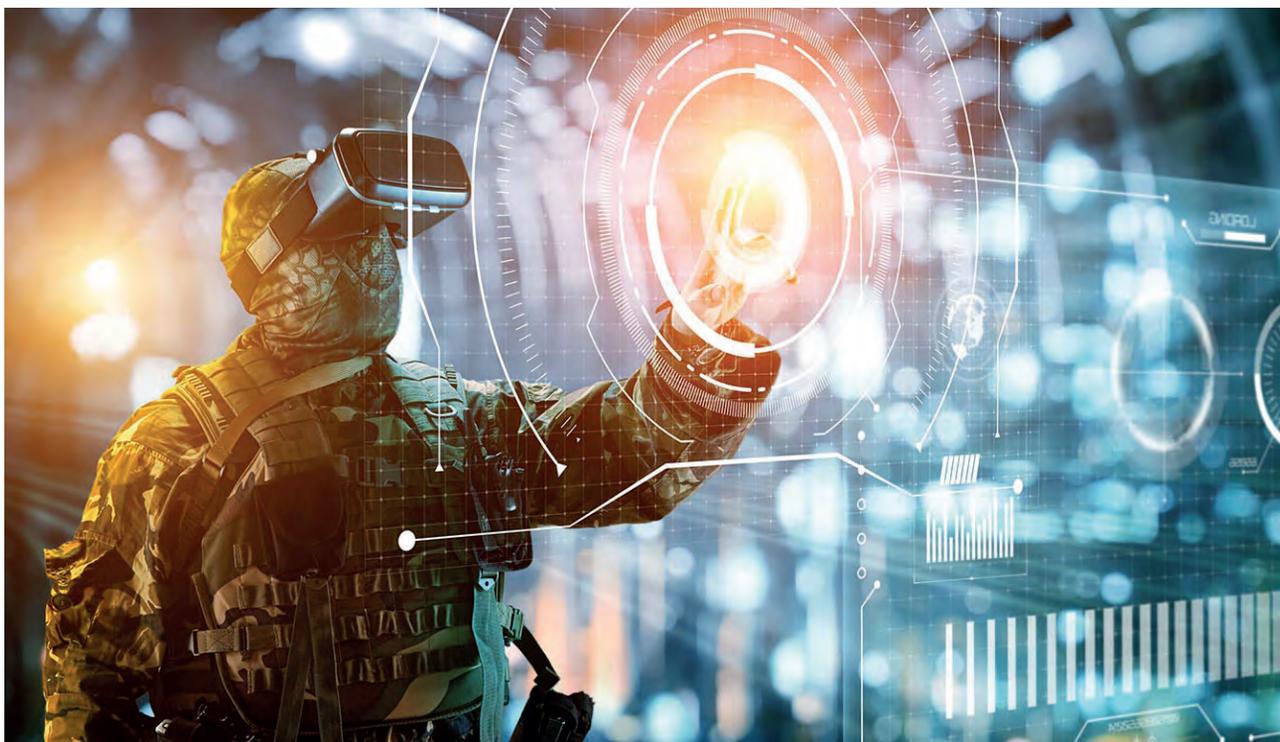
Gerasimov pronosticaba que las guerras del futuro ya no se declararían y que una vez iniciadas, su evolución proseguiría un patrón desconocido. Que veríamos un amplio uso de herramientas cinéticas y no cinéticas en estrecha coordinación. Que la distinción entre los dominios militares y civiles se volvería aún más borrosa. Y que además del espacio físico, las batallas tendrían lugar en el espacio de la información.

Un abanico descriptivo que nos presentaba una Guerra Híbrida en la que cabía cualquier acción diseñada intencionadamente para debilitar al oponente, incluidas las políticas, económicas y culturales.

La hibridación en la contienda es comparable a un «botón del caos» que actúa como un ecualizador, combinando operaciones cinéticas y no cinéticas para maximizar el efecto deseado.

Puede graduar la intensidad, seleccionando la letalidad del arsenal disponible (desde interferencias radio hasta armas de destrucción masiva) y también el equilibrio (su capacidad más sutil), precisando la línea de acción más eficiente mediante la combinación de acciones cinéticas y no cinéticas.

La eliminación selectiva de emisoras de radio unida a una sólida campaña informativa por las redes sociales puede ser un ejemplo de cómo modificar la opinión del adversario, abocándolo a los intereses propios.



## HALLANDO UN LUGAR ENTRE LA TAXONOMÍA Y LA SEMÁNTICA

El término «no cinético» no lo inventó un general ruso. Lleva usándose más de una década en el entorno militar, pero la constante evolución en el estudio del espectro electromagnético<sup>3</sup>, así como la incorporación del entorno digital y el espacial a las operaciones militares, han dado lugar a cambios constantes en su definición, causando cierta confusión.

*Non-kinetic* se usa en el entorno militar para referirse a operaciones bajo el paraguas de la guerra electrónica<sup>4</sup>, la guerra ciberespacial<sup>5</sup>, la guerra de la información<sup>6</sup> y la guerra espacial<sup>7</sup>, la última y más moderna incorporación a la lista. Una variedad disciplinar cuya acción combinada ofrece resultados acordes a la amenaza actual, sobre todo en las fases iniciales de conflictos de baja intensidad, en los que la mediación precisa el uso del bisturí en lugar del sable.

A falta de una definición ampliamente consensuada, la guerra no cinética podría definirse como «el uso de herramientas informativas, psicológicas, diplomáticas, económicas, sociales y tecnológicas del Estado para lograr intereses y objetivos nacionales, ya sea aceptando o perjudicando la voluntad nacional del adversario»<sup>8</sup>.

## LA ADAPTACIÓN A LA AMENAZA HÍBRIDA EN EL ENTORNO NO CINÉTICO

La expansión y difusión de la tecnología avanzada hacen que el acceso al entorno de la NKW resulte cada vez más asequible. Es sencillo adquirir capacidades que den acceso al ciberespacio y a la información más competitiva que antes solo estaban al alcance de los países más desarrollados, lo cual erosiona su ventaja tecnológica. Esto favorece el veloz crecimiento de la amenaza híbrida, especialmente la que proviene de actores no estatales haciendo uso indiscriminado e ilegal de acciones no cinéticas.



*La actividad ilegal en la red es lucrativa y prolífica, engrosando la amenaza con actores no estatales, pero no por ello menos peligrosos o capaces que los estatales*

La actividad ilegal en el entorno no cinético es lucrativa y disputada, agravando la amenaza y llegando a plantear un auténtico desafío al Derecho Internacional, que requiere un enfoque adecuado para actuar. Algo parecido a unas gafas bifocales con

las que obtener una visión nítida del cuerpo normativo de cada nación en particular y del entorno multinacional en general. Solo así podríamos adaptarnos a la amenaza y diseñar una respuesta acorde, proporcionada<sup>9</sup>, ética, y sobre todo legal.



*El RC135 Rivet Joint es una de las plataformas usadas por los EE.UU. en operaciones de guerra electrónica, dotada de una excelente capacidad SIGINT (inteligencia de señales)*



La adaptación al entorno no cinético por parte del Ejército del Aire es un hecho. La operatividad del RQ9 del Ala 23 y la creación del Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE) son dos de los hitos destacables más recientes

El aporte de la amenaza híbrida a la guerra moderna está íntimamente relacionado con la tecnología. Tanto que la Red, en el amplio sentido de la expresión, y el Espectro Electromagnético constituyen su entorno. Un espacio de maniobra concreto y altamente disputado, donde la energía se propaga por cable o por el espacio, de manera transversal a los tradicionales dominios físicos terrestre, marítimo, aéreo o espacial. De ahí que la cuádruple respuesta no cinética (EW, IW, CW y SW) forme un conjunto basado en redes.

La USAF<sup>10</sup> lleva más de catorce años trabajando en la adaptación: «Las acciones cinéticas son llevadas a cabo con medios físicos y materiales como bombas, balas, cohetes y otras municiones. Las acciones no cinéticas son lógicas, electromagnéticas o conductuales, como un ciberrataque a un sistema enemigo o una operación psicológica dirigida a tropas adversarias. Si bien las acciones no cinéticas tienen un componente físico, los efectos que provocan son principalmente indirectos: funcionales, sistémicos, psicológicos o conductuales<sup>11</sup>».

## NKO<sup>12</sup>: LAS OPERACIONES NO CINÉTICAS

Una operación (o una acción) no cinética sirve de facilitador para con-

seguir algo. Ya sea atravesar un sistema integrado de defensa aérea<sup>13</sup>, localizar un objetivo de alto valor<sup>14</sup>, explotar medios de comunicación del adversario, o proteger la propia infraestructura de red. Esa operación generará un efecto, generalmente no cinético, y acabará provocando un estado final deseado. Ejemplo: «Interrumpir de manera selectiva una línea telefónica (acción) comunicará temporalmente el terminal de un HVT (efecto). Privarle de este medio le forzará a optar por otro que resulte más vulnerable a nuestros propósitos (estado final deseado)».

Las NKO no se perciben dando un paseo por la calle. Sus efectos son difíciles de atribuir a un autor, y suele ser el usuario de la tecnología el primero en advertir que algo está pasando. Estas operaciones no suelen dejar un agujero humeante en el suelo, no producen sonidos violentos, y no ocasionan derramamiento de sangre civil colateral. Son operaciones precisas, discretas y esquivas, pero con una contundente capacidad de influencia que no debe subestimarse.

Infravalorar el poder de la guerra no cinética es no entender las operaciones integradas. La sincronización de operaciones de EW, IW, CW y SW, entre ellas o combinadas con otras de tipo cinético, pondrá en un serio

aprieto a unas fuerzas armadas que no estén adaptadas para combatir en esta arena. De ahí surge la necesidad de un cambio de paradigma en el moderno tratamiento de asuntos militares y la constante preparación y adaptación al entorno no cinético de los ejércitos modernos.

**Las NKO no suelen dejar un agujero humeante en el suelo, ni tampoco producen sonidos violentos, ni derramamiento de sangre civil colateral. Son operaciones precisas, discretas y esquivas, pero con una contundente capacidad de influencia que no debe subestimarse**

## EL PLANEAMIENTO DE LAS NKO

Durante la preparación previa a una operación militar, el elemento de planeamiento debe definir parámetros como la plataforma física apropiada para llevar a cabo una determinada misión. Pero ¿qué le lleva a optar en primer lugar por una capacidad cinética? Una primera respuesta podría ser por su familiaridad con determinados sistemas de armas, pero una reflexión más profunda podría mostrar que por desconocimiento de las opciones no cinéticas. Más allá de la elección de un tipo de aeronave, un misil o una táctica, queda patente que el elemento de planeamiento NK no solo requiere un buen conocimiento de las capacidades del componente que representa: aeroespacial, marítimo, terrestre o conjunto, sino una conciencia situacional<sup>15</sup> de los elementos esenciales en NKO: el espectro electromagnético y la red.



*La integración del elemento no cinético debe ser una máxima en el planeamiento y ejecución de operaciones militares. Tan importante es la selección de la plataforma y el armamento convencional, como su combinación con los facilitadores que provienen del espectro electromagnético y la red*

Conociendo las posibilidades del entorno no cinético y adaptándolas a la preparación de inteligencia del entorno operativo<sup>16</sup>, aparecen nuevas opciones militares, favoreciendo la inserción y sincronización de acciones cinéticas y no cinéticas. Las NKO requieren plena integración con el elemento de inteligencia, cuyos planificadores ISR<sup>17</sup> deben estar adaptados al nuevo entorno, para ajustarse a los requerimientos priorizados de inteligencia<sup>18</sup> con nuevas opciones que aseguren un flujo bidireccional de inteligencia durante la ejecución.

***Al principio de la guerra en Afganistán, las fuerzas de la coalición atacaron los nodos de comunicaciones del adversario que previamente habían sido fuentes de obtención para inteligencia. Tras la eliminación de estos nodos mediante acciones cinéticas no se pudo recopilar más información por dicho canal, causando un grave daño al dejar una brecha para la obtención de información muy valiosa***

No serviría de mucho tener la capacidad de influir en las comunicaciones telefónicas del adversario sin conocer perfectamente su red de telefonía. ¿Es terrestre, digital o por satélite? ¿Dónde están los nodos de comunicaciones? ¿Están controlados remotamente? ¿Tienen salida a Internet? La acción del elemento de inteligencia reduciría la incertidumbre, concretando nuestras opciones:

interferir la señal, denegar el servicio del teleoperador, limitar el acceso a las comunicaciones satélite o introducir un software malicioso en la red. En definitiva, acciones que causarían impedir, retrasar o corromper las comunicaciones del objetivo dejándolo en un estado final deseado, de manera poco o nada atribuible, y sin daños colaterales lamentables.

Otra «bondad» del planeamiento es que permite escalar la eficacia o el rendimiento de nuestra acción NK durante su ejecución, añadiendo acciones por capas. Volvamos al ejemplo: Queremos incomunicar un HVT (estado final deseado) y desde una aeronave operando en zona lanzamos un ataque que interfiere su línea de microondas (acción), privándole de ese medio (efecto). El adversario decide continuar operando mediante telefonía móvil. Advertimos que sus comunicaciones aún son efectivas y añadimos un ataque por denegación de servicio. El objetivo ha quedado aislado, viendo limitadas sus posibilidades de enviar/recibir órdenes.

### EL TARGETING EN LAS NKO

*Targeting* es un término usado en doctrina militar para describir el modo en que se utilizan los medios disponibles para influir en un objetivo con el fin de lograr los fines políticos y/o militares impuestos por el Mando, sincronizándolo con el resto de la operación<sup>19</sup>.

El *targeting* cinético se refiere a la aplicación específica de la fuerza militar basada en la liberación o concentración de energía cinética contra fuerzas u objetos del oponente con (principalmente) efectos letales en el dominio físico. El *targeting* no cinético describe la aplicación de capacidades (militares y no militares) contra objetivos para generar efectos no cinéticos (adicionales) en el dominio físico y no físico principalmente dirigidos a la telefonía, los ordenadores y las redes de objetivos dentro y fuera del campo de batalla tradicional<sup>20</sup>.



*El targeting es esencial para la selección de objetivos militares y los métodos para influir en ellos, ya sea por medio de la destrucción, la degradación o simplemente su anulación temporal. Las alternativas no cinéticas permiten alcanzar objetivos en el dominio no físico*

Debemos tener presente que lo que hace del *targeting* no cinético un elemento vital en las operaciones militares contemporáneas es precisamente su carácter complementario. Por sí mismo puede alcanzar algunas metas a nivel táctico, pero si queremos obtener resultados precisos y completos al nivel operacional o incluso estratégico, lo ideal es encontrar la combinación adecuada de *targeting* cinético y no cinético, complementándose unos a otros.

El aporte no cinético, propio del siglo XXI, permite involucrar actores adicionales (aliados, neutrales u oponentes), alcanzar efectos menos devastadores (incluso efectos constructivos) aportando medios adicionales para llevar a cabo las operaciones, haciendo hincapié en el papel crucial de elementos no cinéticos como la comunicación, la información, la percepción, la cohesión, la comprensión, y la voluntad<sup>21</sup>.

Entender el *targeting* no cinético puede resultar desconcertante. Somos herederos de un patrón de gue-

rra convencional que nos lleva a ver límites difusos entre lo cinético y lo no cinético cuando usamos métodos o herramientas que se salen del arsenal militar tradicional y que desencadenan efectos más allá del campo de batalla que ya conocíamos. Pero nadie dijo que la respuesta a una amenaza tan compleja vendría de la mano de una solución simple.

### NON-KINETIC FIRE (NKF): EJEMPLOS DE ATAQUE NO CINÉTICO

Tal como veíamos antes, los ataques no cinéticos son facilitadores. Generan un efecto que desencadena un estado final deseado, casi siempre haciendo uso del Espectro Electromagnético y la Red. Con ejemplos se ve más fácil:

Guerra Electrónica (EW): Interferir la frecuencia de radio (acción) que usa un objetivo puede degradar suficientemente sus comunicaciones (efecto), forzándole a optar por la vía telefónica móvil. La utilización del teléfono móvil revelaría su



*El Krasuja-4 es uno de los sistemas más avanzados utilizados en el ámbito de la guerra electrónica por Rusia. Su capacidad para interferir drones, aeronaves, misiles y satélites a cientos de kilómetros lo colocan en la vanguardia de las operaciones no cinéticas*

posición con cierta precisión, incrementando su vulnerabilidad (estado final deseado) ante un hipotético ataque aéreo.

Guerra de Información (IW): Insertar en redes sociales imágenes de altos cargos en actitud inadecuada (acción) podría influir en una audiencia objetivo, produciendo desconfianza en la cadena de mando (efecto). Eso fomentaría la degradación en el liderazgo y el deseo de no entablar combate obedeciendo a un mando incompetente (estado final deseado).

Ciberguerra (CW): Inocular *malware* en un sistema de emisión de imagen radar (acción) podría corromper la imagen difundida (efecto) a otras instalaciones y aeronaves con una apariencia deformada, aparentando un cielo limpio, saturado, o con falsos objetivos, provocando respuestas no adecuadas al oponente (estado final deseado) según nuestras necesidades.

Guerra Espacial (SW): Introducir modificaciones selectivas en la tecnología GPS (acción), provocaría el mal funcionamiento de sistemas dependientes de esa tecnología (efecto), sumiendo en

un caos tecnológico al oponente (estado final deseado), dañando su disponibilidad financiera, su armamento guiado, o su capacidad logística, por mencionar algunos efectos.



*Las operaciones espaciales son lo último en la panoplia no cinética. Una ventaja tecnológica vuelve a desequilibrar la balanza a favor de actores más desarrollados*

**Las operaciones espaciales con satélites están lejos del alcance de muchos usuarios. Cuentan con una variada y resolutiva gama de ataques cinéticos y no cinéticos: congelación de efectivos financieros para bloquear la compra de armamento; denegación de señal GPS para limitar la precisión de municiones guiadas; privación de comunicaciones vía satélite para forzar al uso de medios más vulnerables; radiación de energía directa para destruir térmicamente medios espaciales o aéreos... llevan implícito un mensaje suficientemente disuasorio**



*Rusia es muy activa en el ciberespacio. Ya a pesar de lo difícil que resulta atribuir su intervención en determinadas operaciones, ya nadie duda de su influencia en los ciberataques contra Georgia en 2008 o en la intromisión durante las últimas elecciones presidenciales de los EE.UU.*

#### LA HISTORIA RECIENTE Y LAS OPERACIONES NO CINÉTICAS

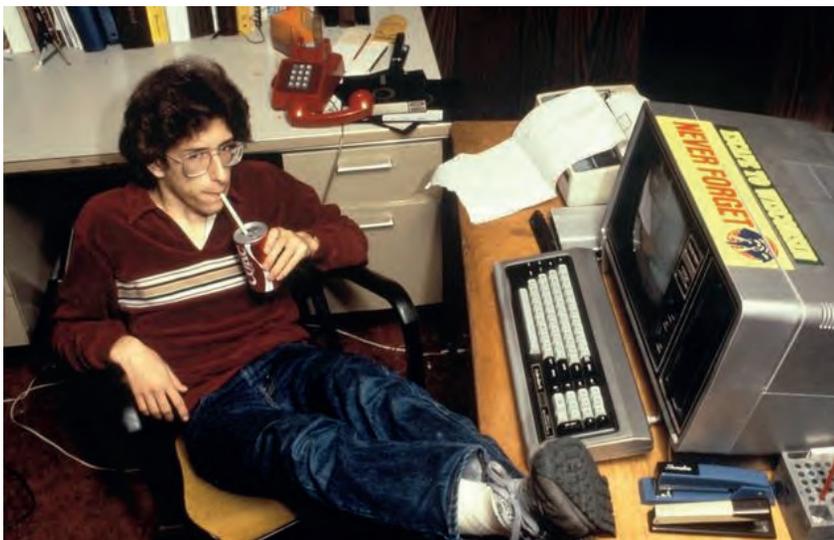
Las operaciones no cinéticas no son nuevas y la historia contemporánea contiene evidencias de su existencia. Hace poco más de una década, la Oficina Federal de Investigaciones<sup>22</sup> de los EE.UU. ya consideraba a los ciberataques como la tercera mayor amenaza para su seguridad nacional, detrás de la guerra nuclear y las armas de destrucción masiva<sup>23</sup>.

En el mundo del ciberespacio, la piratería informática quedó inmor-

talizada en 1988, con la infección de la red del Instituto Tecnológico de Massachusetts con el primer gusano de Internet, colocado allí por un estudiante<sup>24</sup>. Más de treinta años después, comprobamos que las operaciones espaciales y ciberespaciales han encontrado su hogar en el mundo de las operaciones militares, concretamente en el entorno no cinético.

Quizá el ejemplo más ilustrativo de ciberataque estratégico ocurrió el 27 de abril de 2007, cuando en cuestión de horas, los sitios web del gobierno de Estonia, los periódicos y los principales bancos habían caído. Las redes Estonias de Mando y Control militar se habían visto comprometidas. Un adversario había atacado cientos de objetivos en todo el país, pero no había carros de combate rugiendo, ni bombarderos haciendo pasadas, ni siquiera un disparo. Nada más y nada menos que una plaga zombi formada por ordenadores privados de todo el mundo<sup>25</sup> abriendo un frente en el ciberespacio.

Un año más tarde se repetía en Georgia un escenario casi idéntico, justo antes de que el ejército ruso les invadiera. Un ciberataque masivo inutilizó los sistemas en red de sus fuerzas armadas, afectando seriamente la operatividad de sus defensas aéreas y redes de Mando y Control en todo el país. Una operación



*El 2 de noviembre de 1988, Robert T. Morris (con 23 años en la imagen) liberó el primer gusano conocido en ARPANET (una precursora de internet) y tres días después se propagó a los ordenadores de todos los puntos vitales de los EE.UU.: la NASA, la RAND, el Pentágono, las principales universidades... fueron cayendo una tras otra*

no cinética que causó gran impacto en el ejército, el gobierno y el pueblo georgianos, antes de que se oyera silbar la primera bala<sup>26</sup>.

Las redes invisibles que sirven de soporte al ciberespacio parecen intangibles, pero cuando las operaciones no cinéticas son llevadas a cabo eficazmente causan resultados sustanciales. Tal fue el caso en septiembre de 2008, cuando sitios web propagandísticos de al-Qaeda fueron atacados por infiltrados cibernéticos desconocidos. La acción era difícilmente atribuible, pero la mayoría de los analistas consultados orientaron sus sospechas hacia la figura de «ciberoperadores» occidentales no identificados. Esos sitios web de Al-Qaeda recibieron un claro mensaje: «su presencia en la Red, aunque virtual, es conocida y por tanto vulnerable»<sup>27</sup>.

**Los eventos no cinéticos más significativos de la historia contemporánea pertenecen al ámbito de las operaciones en el ciberespacio, pero ponen de manifiesto la eficacia de las NKO. Especialmente si se combinan con operaciones cinéticas en un contexto temporal adecuado**

#### NKW: EL SOLAPE TECNOLÓGICO

De acuerdo con el acta de la 15.ª Reunión Internacional sobre Guerra Ciberespacial y Seguridad<sup>28</sup> de 2020, «La NKW es un concepto operativo que se aplica sobre un entorno solapado que integran espectro electromagnético, espacio de información y ciberespacio para facilitar el logro de la superio-

ridad en el entorno no cinético. El objetivo es crear un conocimiento compartido, acelerar el proceso de toma de decisiones y acciones, incrementar la eficacia de las misiones, mejorar la probabilidad de supervivencia en conjunto con fuerzas amigas, y elevar el nivel de sincronización en la ejecución de acciones»<sup>29</sup>.

#### Electronic Warfare (EW)

La EW usa el EMS para detectar, proteger y comunicar en beneficio propio, o negar su utilización al adversario. El EMS es un área de actividades amplia, caracterizada por fenómenos físicamente observables (luz visible, y láseres) e invisibles (microondas y energía electromagnética)<sup>30</sup>. Su utilización minimiza el



Lockheed Martin asegura que su modelo F-35 posee unas excepcionales capacidades para incrementar la alerta situacional del piloto, mejorar la identificación y uso de armamento, y compartir información con otras aeronaves y centros de mando y control, por no hablar de las de EW



Como aeronave de 5.ª generación, el Su-57 Felon es la contrapartida rusa al F-35 y al F-22. Existe una versión más moderna, el Su-75 Checkmate, de la cual se conocen pocos detalles, pero que señalan hacia un desarrollo electrónico como principal mejora en el ámbito de la EW

riesgo del combatiente limitando su exposición, reduce costes por ahorro de munición y ofrece a los líderes militares una gama de opciones cuyos efectos se antojan inalcanzables a través de medios cinéticos.

La doctrina militar define generalmente a la EW como una acción militar cuyo objetivo es el control del espectro electromagnético. Este objetivo se logra a través de acciones de ataque electrónico ofensivo<sup>31</sup>, protección electrónica defensiva<sup>32</sup>, recolección de inteligencia, y apoyo a la guerra electrónica por reconocimiento de amenazas<sup>33</sup>. Las capacidades de EW incluyen energía dirigida, señuelos e interferencias de radiofrecuencia<sup>34</sup> para negar, interrumpir o engañar la capacidad electromagnética de un adversario. Los medios propios de la guerra electrónica son el radar, las telecomunicaciones o la navegación.

Los sistemas de EW pueden dividirse en sistemas analógicos *front-end*, que detectan y reciben información, y sistemas de procesamiento de datos digitales *back-end*, cuya funcionalidad proviene del *software*. La unión de ambos sistemas proporciona capacidades modernas como el radar, las telecomunicaciones, la orientación de navegación de precisión PNT<sup>35</sup>, los emisores de interferencia (*jammers*) y los señuelos<sup>36</sup>.

#### Information Warfare (IW)

La guerra de información tiene un alcance cognitivo, cultural y social que incide sobre el conocimiento, la comprensión, la opinión, y en última instancia, las acciones del individuo en solitario, en un grupo o en una organización<sup>37</sup>, afectando al ciclo lógico de toma de decisiones conocido por las siglas OODAA (observar, orientar, decidir, actuar y asesorar). Su objetivo es reunir, proporcionar

y negar información para mejorar la propia toma de decisiones mientras daña la del enemigo a través de diversos medios de comunicación con campañas manipuladoras y operaciones psicológicas<sup>38</sup>.

El poder de la información y los medios de comunicación está anulando todas las demás políticas e instrumentos de poder en el mundo actual. El desarrollo, la conformación y la gestión de la percepción se han convertido en el principal medio para fomentar actitudes, comportamientos y decisiones por parte de las audiencias objetivo<sup>39</sup>. Inundando las mentes de dichas audiencias objetivo con un gran volumen de información se nubla su capacidad de discernir entre lo que es real y lo que no lo es. Si se cree, ignora o desconfía de la información dependerá de la capacidad intelectual del receptor, así como de la credibilidad del remitente.



*La capacidad del «quinto poder» nunca ha pasado desapercibida, pero su transición al mundo digital y posterior inmersión en la Red han supuesto un inquietante trampolín para la política actual. Las redes sociales, diseñadas originalmente para fines menos trascendentes, son el vehículo perfecto para ejercer influencia de manera global*

Las operaciones de información<sup>40</sup> buscan la superioridad de la información combinando sus capacidades propias con otras líneas de acción para influir, interrumpir, corromper o usurpar la toma de decisiones de adversarios y/o potenciales adversarios, al tiempo que protegen nuestra propia información, sus procesos y sus sistemas. Las INFO OPS no son nada nuevo, pero la falta de comprensión de su potencial como herramienta ofensiva y las vulnerabilidades inherentes a dicho conflicto presenta amenazas estratégicas potencialmente graves para los países con una alta dependencia de las economías basadas en la información y la red.

**Las INFO OPS, también conocidas como operaciones de influencia, aprovechan profusamente el ciberespacio como multiplicador de fuerza, usando la propaganda y la desinformación en redes sociales para afectar la percepción pública, influir en su opinión, y catalizar de manera inmediata sus efectos (manifestaciones, violencia...), algo que a los tradicionales movimientos populares les llevaba meses o incluso años**

#### Cyber Warfare (CW)

La CW transcurre por un entorno artificial, hecho por el hombre y, por ende, diferente a los dominios naturales de tierra, mar, aire y espacio. El ciberespacio es más que internet, es un dominio en toda la regla que in-

cluye no solo *hardware*, *software* y sistemas de información, sino también personas e interacción social dentro de estas redes.

La CW es el componente no cinético más reciente en conexión con EW e IW. Esta conexión es tan intensa, que las actividades en el ciberespacio inciden en la libertad de acción de los otros dominios, y las actividades en los otros dominios pueden crear efectos en, y a través, del ciberespacio<sup>41</sup>. La CW es ofensiva y defensiva: puede paralizar o destruir los sistemas basados en la tecnología ICT<sup>42</sup> del enemigo mientras mantiene los propios operativos<sup>43</sup>.

La «caja de herramientas» de la CW evoluciona a una velocidad vertiginosa. Su repertorio, entre otras, incluye capacidades como denegar al enemigo servicios provistos por la Red (electricidad, información, comunicaciones, finanzas, acceso remoto a instalaciones industriales), influir en sus consumidores (cam-



pañas de información, decepción, espionaje), o proteger los nuestros (garantizar la disponibilidad, fiabilidad e interoperabilidad de activos de información).

Lanzar un ciberataque en lugar de uno tradicional/cinético crea más ambigüedad en términos de efectos, fuentes y motivos. Por lo tanto, si los ciberataques funcionan –y esto es un tremendo sí– cambian el perfil de riesgo de las misiones, transformándolas en opciones más atractivas<sup>44</sup>. A diferencia de la conducción de la guerra pasada, otros



El amplio repertorio de la CW es «casi» tan grande como la lista de amenazas, pero permite librar batallas a gran distancia de manera eficiente y resolutiva. Los centros de operaciones como el de la foto son el presente en las instalaciones de mando y control

actores pueden librar una guerra cibernética desde lejanos confines del mundo de forma rápida, barata, anónima y devastadora.

### Space Warfare (SW)

El espacio es un lugar de uso público, gratuito y abierto a todo usuario. Un medio poco convencional y conocido, pero tan amplio que constituye en sí mismo una gran vulnerabilidad. Su uso ya fue regulado por la ONU en 1967 mediante el tratado sobre el espacio ultraterrestre, un marco facilitador para la intervención del derecho internacional. Su texto establece básicamente que está reservado solo para uso pacífico, que debe permanecer libre de armas de destrucción masiva, que nadie puede reclamar sus territorios y que cualquier objeto a él lanzado debe ser conocido por la ONU.

La sociedad moderna depende del Espacio, sin paliativos. Cada día cuesta más encontrar actividades que funcionen de manera independiente, sin ayuda que provenga de él. Del espacio depende la tecnología GPS, el pronóstico meteorológico terrestre y

espacial, el control financiero global, la radiodifusión, la navegación, el cultivo moderno, la aviación, las telecomunicaciones, la acción de sensores remotos, la Logística, la ciencia... Puede que la SW sea la última incorporación al equipo NKO, pero no cabe duda de la contundencia de sus capacidades. Así como decíamos de las NKO que actuaban de facilitador, el Espacio es un multiplicador.

Las operaciones militares espaciales nos mantienen alerta de las amenazas provenientes de la superficie terrestre y del espacio exterior, proporcionan comunicaciones vía satélite, posicionamiento y navegación, amplitud del entorno de detección, y por último y no menos importante, plataforma para medios ISR. No está mal como primer plato, si tenemos en cuenta la amenaza ligada al medio que abarca desde piratería, interferencias, encriptaciones de red, o ciberataques, hasta efectos climáticos espaciales y colisiones con basura espacial o meteoritos, sin dejarnos atrás los ataques con misiles, láser o pulsos electromagnéticos.

Consciente de su trascendencia, la OTAN considera el Espacio un dominio en sí mismo desde diciembre de 2019, y desde 2020 cuenta con su propio plan de implantación. La capacidad espacial precisa del EMS y la Red como el resto de las capacidades no cinéticas, pero por suerte es bastante más cara y exclusiva, lo cual la aleja del alcance de muchos actores, estatales y no estatales, poco deseables en la lista de potenciales adversarios.

**La USAF ya cuenta con una organización centrada en la guerra de la información llamada 16ª Fuerza Aérea que combina operaciones de EW, CW, IW e ISR**

### CONCLUSIONES Y ANÁLISIS

Las NKO constituyen un elemento esencial en la guerra híbrida que ha permitido que actores no estatales reduzcan distancia con los países más desarrollados en la disputa por sus intereses. Son especialmente resolutivas cuando se usan de manera combinada con operaciones cinéticas, como muestra la historia reciente, actuando a modo de facilitador para conseguir un efecto, generalmente no cinético, que propicie un estado final deseado.

Son operaciones precisas y, a veces, tan sutiles que no pueden ser atribuidas claramente a un autor. Pero podría decirse que su mayor virtud reside en el carácter constructivo: permiten alcanzar metas mediante efectos menos devastadores, y reducen el riesgo a las fuerzas propias en determinadas misiones; involucran actores adicionales y aportan nuevos medios para llevar a cabo las operaciones de manera exitosa, convirtiéndose en un elemento de vital importancia en las operaciones militares contemporáneas.



*El espacio es la última incorporación a la familia no cinética y constituye un dominio por sí mismo. En la foto se muestra una recreación de la capacidad DEW (Direct Energy Weapon) mediante láser*



La evolución del componente no cinético en la guerra moderna afectará al futuro de las operaciones militares. Puede que la próxima vez que tenga lugar un conflicto militar, lo primero en oírse no sea un disparo

EW, IW, CW y SW aprovechan el avance tecnológico y la dependencia cada vez mayor de sus elementos naturales, la Red y el Espectro Electromagnético, generando un cambio con nombre propio en las reglas del juego de la guerra moderna. Dicho cambio afectará no solo al cómo se resolverán las futuras operaciones militares, sino también al dónde tendrán lugar, y a quién encontraremos allí. ■

#### REFERENCIAS

- Mason Clark: *Russian Hybrid Warfare*. Institute for the study of war (USA), 2020. <https://www.scribd.com/document/490315726/Russian-Hybrid-Warfare-ISW-Report-2020-pdf>

- Martti Lehto, Gerhard Henselmann: *Non-Kinetic Warfare, the new game changer in the battle space*. 15th International Conference on Cyber Warfare and Security (USA), 2020. <https://www.researchgate.net/publication/339943524>

- George Popp: *Kinetic and Non-Kinetic Tactics of Competing Powers over the coming decade*. NSI Analytic Services (USA), 2019. [https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2019/09/Future-of-Global-Competition-and-Conflict-VITa-Q2-Report\\_final.pdf](https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2019/09/Future-of-Global-Competition-and-Conflict-VITa-Q2-Report_final.pdf)

- Flemming Splidsboel Hensen: *Russian Hybrid warfare, a study of disinformation*. Danish Institute for International Studies (DEN), 2017. [https://pure.diiis.dk/ws/files/950041/DIIS\\_RP\\_2017\\_6\\_web.pdf](https://pure.diiis.dk/ws/files/950041/DIIS_RP_2017_6_web.pdf)

- Paul Ducheine, Michael N. Schmitt: *Targeting: The Challenges of Modern Warfare*. Asser Press (NED), 2016. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-94-6265-072-5.pdf>

- Paul Ducheine: *Non-kinetic Capabilities: complementing the Kinetic Prevalence to Targeting*. Amsterdam Center for International Law, 2014. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2474091](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2474091)

- Major Jeffrey C. Crivellaro (USAF): *Combined arms in the Electromagnetic Spectrum: integrating non-kinetic operations*. School of Advanced Military Studies (USA), 2013. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA583814>

- General Valeriy Gerasimov: *The value of science is in the foresight: new challenges demand rethinking the forms and methods of carrying out combat operations*. Voyenno-Promyshlenny Kuryer (RUS), 2013. <http://vpk-news.ru/articles/14632>

- Colonel Erika R. Flanigan: *Integrated non-kinetic operations: the frontier of warfare in search of doctrine*. Faculty of the school of advanced air and space studies (USA), 2010. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1019178.pdf>

#### NOTAS

- <sup>1</sup>The value of science is in the foresight: new challenges demand rethinking the forms and methods of carrying out combat operations. Voyenno-Promyshlenny Kuryer (RUS), 2013.
- <sup>2</sup>Non-Kinetic Warfare (NKW).
- <sup>3</sup>Electro-Magnetic Spectrum (EMS).
- <sup>4</sup>Electronic Warfare (EW).
- <sup>5</sup>Cyber Warfare (CW).
- <sup>6</sup>Information Warfare (IW).
- <sup>7</sup>Space Warfare (SW).
- <sup>8</sup>Farooq, 2014.
- <sup>9</sup>La amenaza híbrida conlleva una respuesta híbrida que combina operaciones cinéticas y no cinéticas.
- <sup>10</sup>Fuerza Aérea de los EE.UU.
- <sup>11</sup>Air Force Doctrine Document 2, Q3ABR2007.
- <sup>12</sup>Non-Kinetic Operations.
- <sup>13</sup>Integrated Air Defence System (IADS).
- <sup>14</sup>High Value Target (HVT).
- <sup>15</sup>Situational Awareness (SA).
- <sup>16</sup>Intelligence Preparation of the Operational Environment (IPOE).
- <sup>17</sup>Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (ISR): Inteligencia, Vigilancia, Reconocimiento.
- <sup>18</sup>Prioritized Intelligence Request (PIR).
- <sup>19</sup>Paul Ducheine, 2017.
- <sup>20</sup>Paul Ducheine, 2017.
- <sup>21</sup>Paul Ducheine, 2017.
- <sup>22</sup>Federal Bureau of Investigations (FBI).
- <sup>23</sup>Rick C. Hodgin, 2009.
- <sup>24</sup>Robert T. Morris demostró así la vulnerabilidad de la red ARPANET, explotando vulnerabilidades que había descubierto y siendo el primer condenado por la Ley de Fraude y Abuso Computacional de EE.UU.
- <sup>25</sup>Shackelford: «Estonia Two-and-A-Half Years Later».
- <sup>26</sup>Shackelford: «Estonia Two-and-A-Half Years Later».
- <sup>27</sup>«Al-Qaeda Websites Hit by Western Cyber Attacks,» Daily Telegraph (22OCT2008).
- <sup>28</sup>International Conference on Cyber Warfare and Security (ICCSWS).
- <sup>29</sup>Martti Lehto, 2020.
- <sup>30</sup>Martti Lehto, 2020.
- <sup>31</sup>Electronic Attack (EA).
- <sup>32</sup>Defensive Electronic Protection (EP).
- <sup>33</sup>Electronic warfare Support (ES).
- <sup>34</sup>Radiofrequency Jamming (RFJ).
- <sup>35</sup>Precision-navigation-targeting (PNT).
- <sup>36</sup>Martti Lehto, 2020.
- <sup>37</sup>JP 3-0, 2018.
- <sup>38</sup>Psychological Operations (PSY OPS). También conocidas como Military Information Support Operations (MISO) cambiaron su nombre temporalmente para suavizar el carácter del término.
- <sup>39</sup>IWP, 2019.
- <sup>40</sup>Information Operations (INFO OPS).
- <sup>41</sup>Erika R. Flanigan, 2010.
- <sup>42</sup>Information and Communications Technology.
- <sup>43</sup>Wooding, 2019; Wardrop, 2018.
- <sup>44</sup>Libicki, 2011.

# Evolución de la identidad visual del Rokiski

**JOSÉ MANUEL OLMO LÓPEZ**  
Sargento 1.º del Ejército del Aire  
Profesor titular del CDM CECAF  
(Cuatro Vientos)

Durante los años de mi destino en la Oficina de Comunicación del Ejército del Aire del Gabinete del JEMA (2013-2019) surgió la necesidad de dar una nueva imagen al centenario emblema del Ejército del Aire. En todo este recorrido nos encontramos con la necesidad de crear una versión «responsive» y adaptativa que no solo funcionara bien en los diferentes escenarios visuales, sino que también mostrara variantes a nivel de composición del emblema, con una imagen más actual y, sobre todo, con el fin de obtener la unificación del Rokiski.

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

A lo largo de los años, se ha dado y se sigue dando uso a distintos emblemas del Ejército del Aire, sin que haya unificación en su representación gráfica.

Este diseño nace de la idea de ensalzar los valores propios del Ejército del Aire y unificarlos en una imagen moderna, más clara y coherente del Rokiski, dotándolo de una identidad visual propia de lo que representa.

En la actualidad, la mayoría de las empresas han optado por lo que se conoce como diseño «responsive» o adaptativo. El uso de diferentes dispositivos con tamaños de pantalla variable requiere diseñar logotipos que se adapten a todos los escenarios.

En los manuales de identidad corporativa, siempre ha existido un apartado donde aparecía la marca en sus diferentes versiones de reducción, incluso se representaban variantes donde se eliminan elementos prescindibles de la marca para que se pudiera utilizar en espacios reducidos. En la actualidad, con el auge de las redes sociales, esto ha tomado mayor importancia, ya que un logo tiene que poder mantener su identidad propia y personalidad adaptándose a tamaños muy diversos. Del mismo modo que las páginas web adaptan sus diseños y composición en base al ancho de las pantallas de los dispositivos.

Siguiendo esta línea, el Rokiski está formado por un diseño que contiene numerosos elementos y detalles que



Imagen: <https://ejercitodelaire.defensa.gob.es/EA/ejercitodelaire/es/>

dificultan la integración en esos espacios reducidos, y su identificación en ciertas aplicaciones, como puede ser un icono para un dispositivo móvil, una app, etc.

Tras esta necesidad nace la idea de ir simplificando o eliminando detalles hasta llegar a expresiones mínimas, pero igualmente identificativas del emblema del Ejército del Aire para su adaptación a los diferentes medios en que se presenta. Todo esto es posible gracias al uso de formatos vectoriales, que permiten visualizar las imágenes sin pérdida de calidad en cualquier tamaño (formato SVG).



Imagen: <https://www.brandesign.es>



### PROCESO DE CREACIÓN

Como en todo proceso creativo, comenzamos planteando una solución a una necesidad, que en este caso era la adaptación del emblema del Ejército del Aire a la nueva web para los premios Ejército del Aire del año 2019 y su aplicación en diferentes medios, creando una propia identidad corporativa apta para este evento.

Los Premios Ejército del Aire tienen por objeto contribuir al mutuo conocimiento entre nuestra institución y la sociedad española a la que servimos. Fomentar la cultura aeronáutica, la creación artística y los valores de nuestras Fuerzas Armadas, son algunos de los propósitos más destacados de los citados premios, que desde el año 1978 se convocan anualmente, constituyendo el acto cultural más importante del año para el Ejército del Aire (fuente: <https://ejercitodelaire.defensa.gob.es/EA/premiosea/>).

En base a estos objetivos, en los que se pretende dar difusión y alcance de la cultura aeronáutica a toda la sociedad, nace la idea de crear una nueva «marca» Ejército del Aire que contenga esos valores y llegue a todo tipo de público objetivo, sin dejar de lado la identidad propia.

### PROPUESTA

La nueva versión se integra en un rectángulo áureo, el cual posee una

proporcionalidad entre sus lados igual a la razón áurea, que es un número irracional que descubrieron los pensadores de la antigüedad al observar la relación existente entre dos segmentos pertenecientes a una misma recta y que está muy presente en nuestro día a día. Muchos de los diseños de objetos que utilizamos son rectángulos áureos como nuestro DNI, un paquete de tabaco, las tarjetas de crédito, etc.

### TIPOGRAFÍA

En cuanto a la elección de la familia tipográfica que acompaña al emblema, se optó por una fuente moderna y sencilla que refleje la nueva identidad del Ejército del Aire, como es la Helvetica Neue, una tipografía de palo seco, sin remates, con rasgos sencillos, que aportan legibilidad y claridad en la lectura. Las

palabras «Ejército» y «Aire» usan la variable *bold* y «del» la variable *light* de la Helvetica Neue.

A nivel de composición se optó por no separar las palabras y aumentar el *tracking*, que consiste en modificar el espacio natural que hay entre caracteres, lo que ayuda, junto con el uso de las diferentes familias *bold* y *light*, a percibir visualmente los espacios entre ellas.

### COMPOSICIÓN DE COLORES

La elección cromática para el Rokiski está basada en los colores corporativos del diseño primigenio, plata para las alas, un círculo dorado con fondo rojo y estos dos mismos colores aplicados en la Corona Real.

Detallamos la composición de la paleta de colores, tanto en RGB (*red, green and blue*) y hexadecimal para su aplicación en soportes digitales, y en CMYK (cian, magenta, amarillo y negro) para impresión.



En aquellas publicaciones donde se requiera el empleo único de un tono, utilizaremos las siguientes variables permitidas.





Ejemplo de usos con imágenes. Página web premios Ejército del Aire. (Fuente: <https://ejercitodelaire.defensa.gob.es>)



Ejemplo de usos con imágenes. Videos. Canal de YouTube del Ejército del Aire. (Fuente: <https://ejercitodelaire.defensa.gob.es>)



Ejemplo de usos con imágenes. Mascarillas

## ANTECEDENTES

Coloquialmente se conoce como Rokiski al emblema que portamos sobre nuestros uniformes aquellos que pertenecemos al Ejército del Aire, y dicho nombre procede de don Luis Rokiski, un grabador español de origen polaco que realizó los emblemas para los aviadores de la época (1939-1965).

«Este emblema ha perdurado a través de los años de existencia de la

Aviación en nuestra nación, con pequeñas variantes, ya que se substituyó la corona real por una mural durante la II República, para suprimirla poco más tarde; durante la guerra civil, en la zona gubernamental se le colocó –por poco tiempo– una estrella roja de cinco puntas, mientras que en la zona sublevada se puso una corona imperial y en el fondo del disco rojo el águila de San Juan en negro, hasta

que en la reinstauración monárquica volvió a situarse la corona real, tal como se mantiene en nuestros días.» (Del libro *Uniformidad de la Aeronáutica Española* del coronel Jaime Aguilar Hornos, 1993. Editado por el Museo del Aire)

En el apéndice número 3 del Reglamento del Servicio de Aeronáutica (aprobado por RO de 16 de abril de 1913), decía: «El personal del servicio aeronáutico llevará sobre el uniforme el emblema de Aeronáutica: dos alas de plata con un disco rojo en medio y una Corona Real encima. Este emblema será de metal para los soldados y clases de tropa, que lo llevarán en el brazo izquierdo; y bordado para los jefes y oficiales, que lo llevarán en el costado derecho a la altura del primer botón de la guerrera». «Los pilotos de dirigible añadirán al emblema una rueda de timón, y los de aeroplano una hélice de cuatro ramas.»



Emblema de aeronáutica. Del libro *Un siglo de distintivos aeronavales*. Enrique Guardia

## CONCLUSIÓN

Esta versión del emblema del Ejército del Aire no es un rediseño ni pretende suplantar al icónico Rokiski, simplemente es una interpretación actual y simplificada que sirve para su identificación visual tanto en medios digitales, como en medios impresos.

Gracias a su versatilidad y diseño sencillo, no solo es aplicable a medios digitales, sino que se adapta a todo tipo de materiales, camisetas, gorras, pines, incluso aparece en la mascarilla de protección individual que proporciona el Ejército del Aire como dotación a todo su personal. ■

# Deus ex machina

## Cuando el uso de la inteligencia artificial y la robótica puede cambiar el mundo

**CARLOS PÉREZ AMADOR**  
*Teniente coronel*  
*del Ejército del Aire*

«El hombre necesita la máquina y la organización, pero tiene que dominarlas y humanizarlas en vez de resignarse a ser mecanizado y deshumanizado por ellas. El verdadero peligro para el hombre no está en los riesgos que corre la seguridad material, sino en el oscurecimiento del hombre mismo en su propio mundo humano»

RABINDRANATH TAGORE

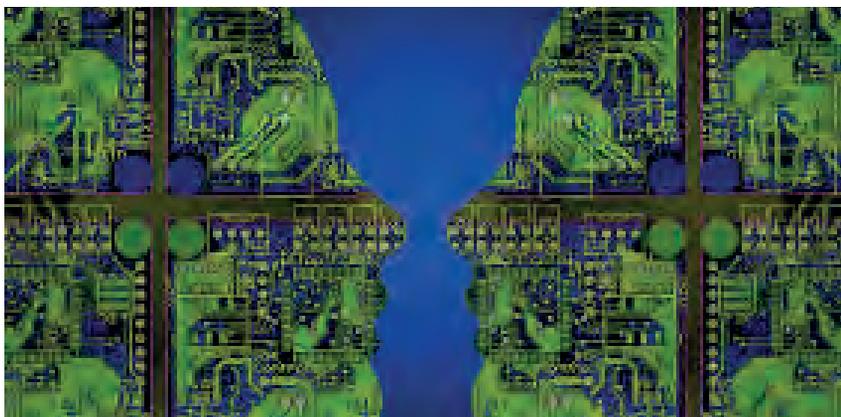
Cualquier tecnología disruptiva es susceptible de ser aplicada en el ámbito de la defensa, aunque su utilización puede desencadenar complejos dilemas éticos y problemas legales. Este fue en su día el paradigmático caso del armamento nuclear o el de los francotiradores, de la misma forma en que hoy en día ocurre con los sistemas de armas basados en la inteligencia artificial<sup>1</sup> (IA) y la robótica. Sucede en aplicaciones más conocidas y controvertidas como las armas letales autónomas (LAWS, por sus siglas en inglés), pero también en otros usos potencialmente perniciosos de la inteligencia artificial. La aplicación de estas tecnologías con fines militares es una realidad en el presente.

Su uso, lejos de reducirse, seguirá aumentando conforme futuros adelantos permitan una mayor autonomía, economía de medios, ventaja sobre el oponente o salvaguarda de vidas y bienes propios.

La lógica del conocimiento natural y el sentido común, así como los valores adquiridos a lo largo de la carrera miliar y las experiencias vitales nos sirven para realizar una primera aproximación a estos conflictos éticos y morales. Sin embargo, resulta pertinente tratar de abordar la problemática desde el enfoque diverso y bastante desconocido que nos puede proporcionar la filosofía: los sistemas filosóficos estimulan el pensamiento crítico que pueden orientar la respuesta a los desafíos éticos planteados a la comunidad internacional y a una nación como España, en la búsqueda de un entorno pacífico, seguro y justo. Este artículo trata de aportar alguna pista segura en esta encrucijada<sup>2</sup>.



Mapa conceptual orientativo. (Imagen: elaboración del autor)



¿El hombre vs la máquina?

### DILEMAS ÉTICOS DE LAS NUEVAS AMENAZAS Y RIESGOS

Como ya intuyera el hindú Rabin-dranath Tagore, Nobel de Literatura en 1913, uno de los principales peligros del desarrollo de la IA y la robótica es la propia deshumanización del hombre al dejar su destino en las manos de las máquinas.

Estos desarrollos tecnológicos, sin pretender caer en un alarmismo infundado, puede suponer un cambio de paradigma en las relaciones humanas, un giro de guión o un *deus ex machina* que puede producir resultados inesperados.

Aquí se origina uno de los principales peligros, del que numerosos autores alertan: la llamada superinteligencia artificial o singularidad tecnológica, que podría definirse de forma intuitiva como la capacidad de una máquina para realizar tareas propias de la inteligencia humana de forma más eficaz que una persona.

Así, el conocido astrofísico Stephen Hawking (1942-2018) afirmó en una entrevista en la BBC (2014): «El día que la inteligencia artificial se desarrolle por completo podría significar el fin de la raza humana. Funcionará por sí sola y se rediseñará cada vez más rápido. Los seres humanos, limitados por la lenta evolución biológica, no podrán competir con ella y serán superados».

Este fenómeno se podría denominar efecto caja de Pandora de la IA,

puesto que según Valls Estefanell (2018: 8) es probable que no tengamos una segunda oportunidad con esta tecnología y, consecuentemente, es imprescindible que sea desarrollada de tal forma que comparta nuestros objetivos.

Por otra parte, cuando a la inteligencia artificial se le añade la capacidad de realizar acciones letales, surgen nuevos dilemas éticos relacionados con su uso: el nivel de control humano sobre las máquinas, la ponderación entre sus ventajas frente a sus desventajas, la ausencia de honor al morir a manos de un LAWS, la dificultad de atribuir responsabilidad legal en el caso de que estas armas produzcan daños o su capacidad para cumplir con el DIH (Derecho Internacional Humanitario) en conflicto.

Los LAWS, denominados por algunos como robots asesinos, han despertado una fuerte polémica en el seno de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en alguna institución como Human Right Watch o, en el caso de la sociedad civil, en forma de la popular plataforma Stop Killer Robots, que aboga por su prohibición. Sin embargo, puede ser mucho más eficaz el empleo de la IA en el ámbito cognitivo, tal y como sostiene el coronel Gómez de Ágreda: «Los LAWS no son más peligrosos que otros sistemas de AI [...] el verdadero problema está en la capacidad para influir en percepciones y emociones, mucho más que en una forma más eficiente de matar. Hay que irse a lo cualitativo de la intrusión en el terreno de lo cognitivo más que a lo cuantitativo de cuántas personas puedes matar o a qué distancia».

### LA FILOSOFÍA A NUESTRO SERVICIO

Gracias al conocimiento natural y las conductas morales que determinan nuestro comportamiento, podemos realizar una primera aproximación que permita determinar la bondad o maldad de la realidad planteada. Sin embargo, un estudio riguroso de estos dilemas implica la necesidad de subirse a hombros de gigantes para vislumbrar los conceptos e ideas desde la lente de algunos sistemas filosóficos.



Activistas de la plataforma Stop Killer Robots en la puerta de Brandenburgo (Berlín)

Se considera que no es posible dar respuesta a todos los dilemas éticos que se plantean mediante la aplicación de un único sistema o corriente filosófica puesto que puede dar lugar a la simplificación de una realidad compleja despreciando los matices necesarios que la perfeccionan.

Uno de los enfoques más naturales y cercanos al sentido común es el que proporciona el utilitarismo. Este planteamiento permite estudiar desde una perspectiva global, despreciando aquellos detalles de escasa relevancia práctica frente a la visión del beneficio sobre el grupo (Wegeener, 2019: 57).

Así, una crítica que se le puede hacer a la valoración utilitarista es que analiza las ventajas que produciría el uso de estas tecnologías para un contendiente, despreciando los efectos negativos que pueda tener en el enemigo o, incluso, en los daños colaterales. Sería algo equivalente a la máxima de que el fin justifica los medios, a la manera en la que parece aconsejar Maquiavelo a su Príncipe, sin tener en cuenta que estos medios pudieran carecer de ética.

En cambio, se proponen dos sistemas filosóficos –que se aplicarán a distintos ejemplos para su mejor comprensión– para dar respuesta a los dilemas planteados:

- La primera corriente filosófica moderna que resulta interesante aplicar es la del imperativo categórico de Kant. Immanuel Kant (1785), en su obra *Fundamentación de la metafísica de las costumbres*, sostiene que la prueba a la que hay que someter una acción o comportamiento para verificar si es o no ética, es decir buena o mala, es plantearse que ocurriría si dicha acción o comportamiento fuera generalizada<sup>3</sup>. En este caso, habrá que estudiar el supuesto de que estas tecnologías se aplicasen de forma universal<sup>4</sup>. Así, por ejemplo, un mundo en el que todos dispusieran de la capacidad de utilizar la inteligencia artificial en el ámbito cognitivo para manipular voluntades o de LAWS, sería sumamente hostil y quizás, ni siquiera habitable para el ser humano.

Además, para Kant: «El imperativo categórico sería el que representase una acción por sí misma, sin referencia a ningún otro fin, como objetivamente necesaria.» (Kant, 1785: 29). Es decir, al contrario del utilitarismo, el fin no puede de ninguna manera justificar el empleo de estas tecnologías.

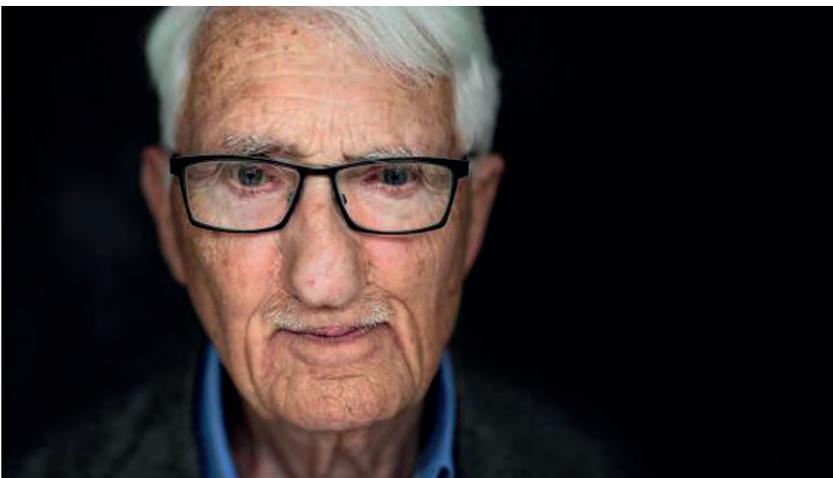
- Por otra parte, las corrientes filosóficas subjetivistas del siglo XX, neopositivismo lógico, el existencialismo o el posmodernismo (Espinoza, 2016) justifican que los debates

éticos y morales carecen de sentido puesto que no se pueden validar científicamente. En contraposición a estas, surge la escuela de Fráncfort, de la que Jürgen Habermas es defensor<sup>5</sup>. Habermas ofrece una interesante perspectiva para analizar los dilemas éticos en estudio: la ética discursiva.

Para Habermas, «El lenguaje distingue y conecta la dimensión de la verdad y la de la justicia. [...], si participamos seriamente, nos comportamos argumentando y dejando argumentar como si todos, incluidos los hombres de cualquier tiempo, tuvieran acceso al diálogo en el que nos encontramos. Y cuando la discusión desemboca en un consenso de los participantes, el enunciado en el que todos coinciden es verdadero [...]». (Gabás, 2000: 220)

A pesar de lo utópico de este razonamiento, podría servir para realizar una aproximación a la solución de los dilemas analizando las declaraciones de los estados participantes en las convenciones sobre ciertas armas convencionales (CCW)<sup>6</sup>, auspiciadas por la ONU. Desde el punto de vista de la ética discursiva de Habermas, se puede convenir que los resultados recogidos en la tabla que se ofrece a continuación se acercan a las condiciones ideales necesarias para alcanzar una respuesta verdadera o práctica, en el consenso que pudiera lograrse en el seno de dichos CCW. Así, un gran número de personas, representados por los ponentes que participan en estas convenciones, de manera autónoma para expresar libremente aquellos argumentos que representan sus intereses y simétrica en cuanto al valor de sus argumentaciones, podrían alcanzar la respuesta ideal –a través de esta suma sinérgica– a los dilemas que plantea el uso de la inteligencia artificial y la robótica con fines militares.

Analizando las opiniones de los Estados participantes, una amplia mayoría estima que existen serias



Jürgen Habermas. (Imagen: Gorka Lejarcegi)

**TABLA RESUMEN POSTURAS ESTADOS EN LOS ÚLTIMOS CCW\***

PROHIBICIÓN	SÍ	45
	NO	24
	N/C	28
ÉTICA	SÍ	83
	NO	4
	N/C	10
LIMITACIÓN	HOL	76
	NO	5
	N/C	16
DESARROLLO	SÍ	6
	NO	8
	N/C	83

\*[Conference on Certain Conventional Weapons]. Elaboración propia dentro del trabajo de fin del XXII CEMFAS: IA y robótica en el Entorno Operativo 2035.

implicaciones éticas y se debería retener un control significativo sobre las acciones que ejecutan dichos sistemas de armas basados en la IA y la robótica. Esto es, que un ser humano se mantenga supervisando la cadena de decisiones que llevan a la máquina a realizar una acción potencialmente letal (Human On the Loop, HOL),

El mayor conflicto que aparece desde ambas perspectivas es el relacionado con los LAWS, puesto que su utilización universal crearía un mundo hostil y peligroso para los humanos (imperativo categórico), por otra parte, aplicando el diálogo internacional en el seno de la ONU (CCW), asimilable a la ética discursiva, queda expuesto que la mayor parte de los estados participantes los consideran un problema ético, y muchos abogan por su prohibición o al menos su regulación.

Además, no es la primera vez en la historia en que surge un problema ético similar: como se citó anteriormente, a principios del siglo XX el uso de francotiradores en combate también fue controvertido. Aunque, como sabemos su uso terminó aceptándose, inicialmente se generó un vacío legal que pudo afrontarse según la referencia definida por la Cláusula Martens: «Hasta que un Código más completo de las Leyes de guerra se emita, las Altas Partes Contratantes juzgan oportuno declarar que, en los casos no incluidos

en las disposiciones reglamentarias adoptadas por ellas, las poblaciones y los beligerantes quedan bajo la protección y el imperio de los principios del derecho internacional, tal como resultan de los usos establecidos entre naciones civilizadas, de las leyes de la humanidad y las exigencias de la conciencia pública». Convención de la Haya II, 29 de julio del año 1899

Así, puede considerarse que los usos y costumbres de la guerra han terminado aceptando estas armas y tácticas como moralmente aceptables.

En el caso que nos ocupa, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la regulación internacional es la dificultad de alcanzar un consenso que le dé sentido a cualquier decisión y norma, y que facilite el compromiso de las partes. Como decíamos, no es la primera vez que esto ocurre, pero en esta ocasión se agrava por dos motivos fundamentales: por una parte, la rápida

evolución de la tecnología y las capacidades derivadas; y, por otra, debido a la dificultad de acordar las más básicas definiciones conceptuales relativas a la IA y la robótica.

Tomando como referencia las opiniones de los Estados y desde el enfoque que proporciona el razonamiento en la ética discursiva de Habermas, parece sensato pensar que la comunidad internacional debería regular o incluso prohibir el uso y desarrollo de los LAWS, y abrir el debate del uso de la IA en el ámbito cognitivo.

Sea como fuere, parece indudable que el devenir de los tiempos obliga a cualquier ejército moderno a prepararse para las amenazas presentes y futuras, por lo que se hace indispensable continuar avanzando en ambiciosos proyectos como el BAC-SI del Ejército del Aire (Base Aérea Conectada Sostenible e Inteligente), si se desea mantener la posición geopolítica actual.



Robot humanoide. (Imagen: Boston Dynamics)



Vehículos terrestres no tripulados cuadrúpedos.  
(Imagen: Ghost Robotics)

La inteligencia artificial y la robótica han venido para quedarse entre nosotros, y su imbricación dentro de la humanidad y por ende de las fuerzas armadas va a ser cada vez mayor. Será necesario por lo tanto adaptar su uso de manera racional, para evitar que las máquinas oscurezcan el alma de las personas y deshumanicen sus relaciones sociales; incluso en los conflictos bélicos. ■

#### PALABRAS CLAVE

Ética, derecho humanitario, inteligencia artificial, robótica, defensa.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BBC (2014) Stephen Hawking: *La inteligencia artificial augura el fin de la raza humana*. -BBC News Mundo. Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/ultimas\\_noticias/2014/12/141202\\_ultnot\\_hawking\\_inteligencia\\_artificial\\_riesgo\\_humanidad\\_egn](https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/12/141202_ultnot_hawking_inteligencia_artificial_riesgo_humanidad_egn) [Consulta: 23 de marzo de 2021].  
- Espinosa, J. (2016) *Didáctica de la Filosofía*. Disponible en: <https://rafaelrobles.com/filo/index.php?title=Habermas> [Consulta: 18 de febrero de 2021].  
- Gabás, R. (2000) *Escuela de Frankfurt*. Disponible en: [http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:Endoxa-1999C97C7A3E-](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:Endoxa-1999C97C7A3E-24A6-309C-84D2-CD52F39079E4/escuela_frankfurt.pdf)

24A6-309C-84D2-CD52F39079E4/escuela\_frankfurt.pdf [Consulta: 18 de febrero de 2021].

- Kant, I. (1785) *Fundamentación de la Metafísica de las Costumbres*. Disponible en: [http://pmrb.net/books/kantfund/fund\\_metaf\\_costumbres\\_vD.pdf](http://pmrb.net/books/kantfund/fund_metaf_costumbres_vD.pdf).

- ONU (n.d.). Disponible en: <https://www.un.org/disarmament/the-convention-on-certain-conventional-weapons/> [Consulta: 18 de febrero de 2021].

- Rouhiainen, L. (2018) *Inteligencia artificial*, p. 352. Disponible en: [https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros\\_contenido\\_extra/40/39307\\_Inteligencia\\_artificial.pdf](https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf).

- *The Convention on Certain Conventional Weapons* (sin fecha). Disponible en: <https://www.un.org/disarmament/the-convention-on-certain-conventional-weapons/> [Consulta: 18 de febrero de 2021].

- Valls Estefanell, M. (2018) *La inteligencia artificial y su encaje en las Estrategias de Seguridad Nacional*. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6959963&info=resumen&idioma=SPA> [Consulta: 30 de julio de 2020].

- Wegener, J. (2019) *Dilemas de la aplicación de la inteligencia artificial y la robótica en las fuerzas armadas*. Trabajo Final del Curso de Estado Mayor de las FAS, CESEDEN, Madrid.

#### NOTAS

<sup>1</sup>Según Rouhiainen (2018: 17): «Es la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren

inteligencia humana. Pero, para brindar una definición más detallada, podríamos decir que la IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano».

<sup>2</sup>Algunas de las ideas que se expondrán serán para algunos lugares comunes o temas recurrentes dentro de la literatura y los estudios relacionados con el uso de la IA y la robótica. No obstante, es necesario sacarlos a colación, aunque sea de forma superficial, para tratar de alcanzar ciertas conclusiones válidas dentro de la incertidumbre de los dilemas éticos que se suscitan.

<sup>3</sup>Kant entiende que la ética se puede entender con el análisis individual.

<sup>4</sup>«El imperativo categórico es, pues, único, y es como sigue: obra solo según una máxima tal que puedas querer al mismo tiempo que se torne ley universal.» (Kant, 1785: 35)

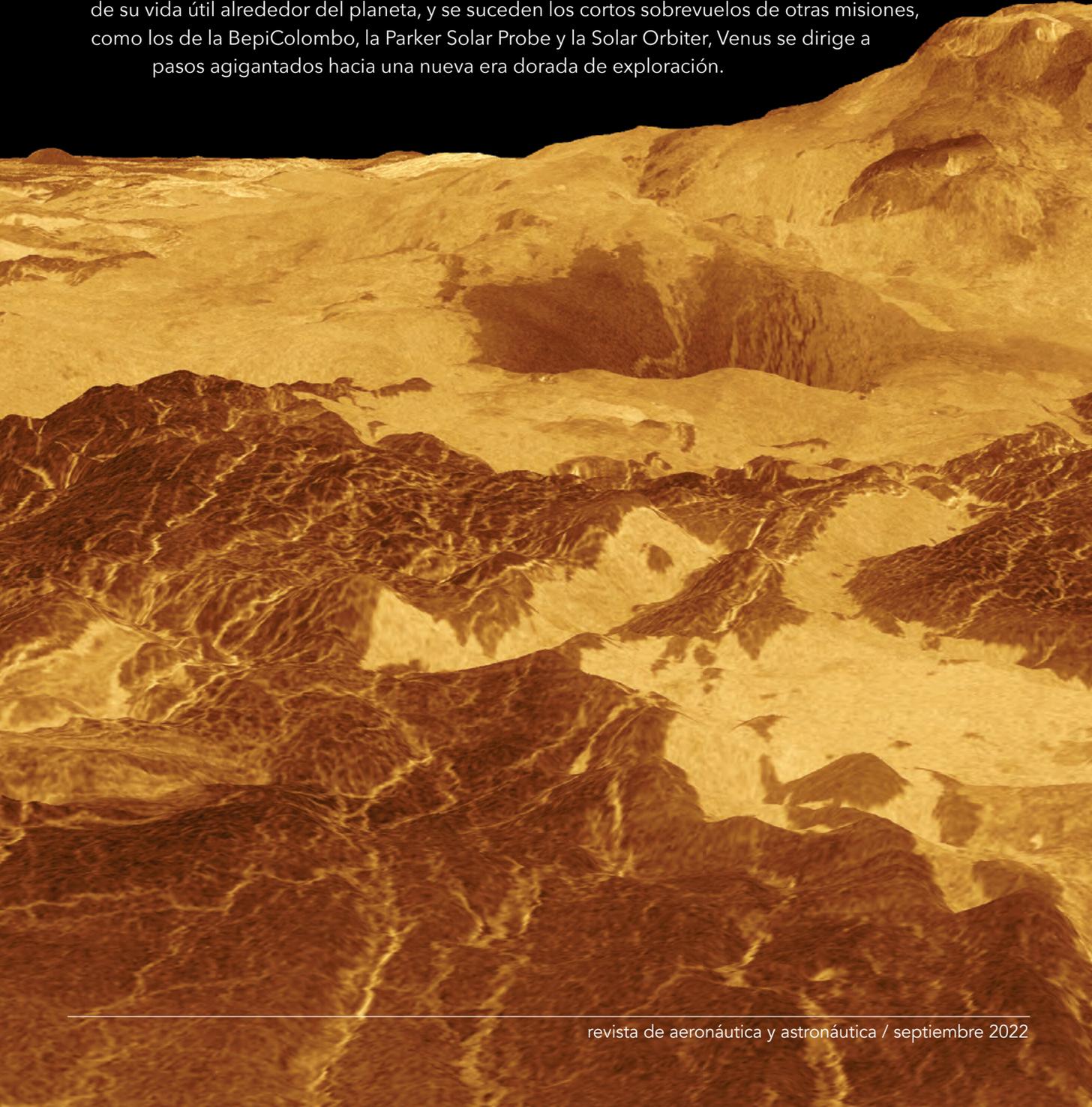
<sup>5</sup>Nacido en Düsseldorf (Alemania) en 1929, recibió el premio Príncipe de Asturias en 2003.

<sup>6</sup>«La Convención sobre Prohibiciones o Restricciones del Empleo de Ciertas Armas Convencionales que Puedan Considerarse Excesivamente Nocivas o de Efectos Indiscriminados, enmendada el 21 de diciembre de 2001, generalmente conocida como Convención sobre Ciertas Armas Convencionales o CAC, también se conoce como la Convención sobre Armas Inhumanas». (ONU, n.d.) (traducción del autor).

# Regreso a Venus

MANUEL MONTES PALACIO

La NASA y la Agencia Espacial Europea anunciaron recientemente el inicio del desarrollo de tres nuevas misiones a Venus. Se añaden así a las ya propuestas Venera-D, de Rusia, y Shukrayaan-1 de la India, cuyo lanzamiento aún no está del todo concretado. Mientras la japonesa Akatsuki se acerca al final de su vida útil alrededor del planeta, y se suceden los cortos sobrevuelos de otras misiones, como los de la BepiColombo, la Parker Solar Probe y la Solar Orbiter, Venus se dirige a pasos agigantados hacia una nueva era dorada de exploración.



VERITAS, DAVINCI+ y EnVision son los nombres de los tres nuevos programas aprobados por la NASA (los dos primeros) y la ESA. Todos ellos han sido ideados desde un principio para cooperar y solaparse en algún momento de sus misiones de observación, permitiendo así una investigación de Venus profunda, detallada y desde múltiples puntos de vista.

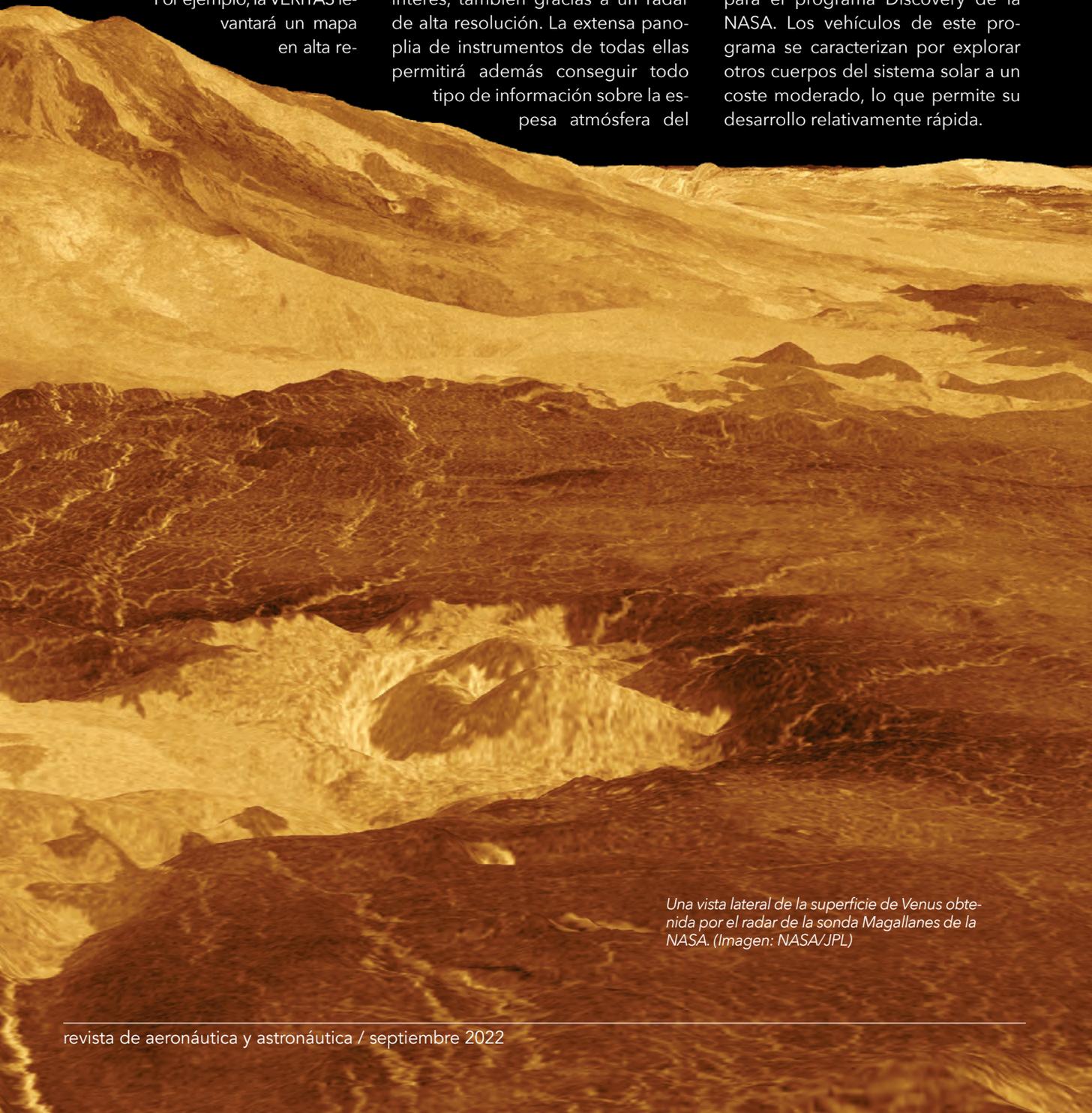
Por ejemplo, la VERITAS levantará un mapa en alta re-

solución de la superficie del planeta, usando para ello un potente radar de apertura sintética que renovará los datos enviados hace décadas por la sonda Magallanes, la cual terminó su misión en 1994. Por su parte, DAVINCI+ estudiará la atmósfera mediante una sonda de penetración atmosférica, y la europea EnVision se colocará alrededor de Venus para obtener imágenes de regiones de particular interés, también gracias a un radar de alta resolución. La extensa panoplia de instrumentos de todas ellas permitirá además conseguir todo tipo de información sobre la espesa atmósfera del

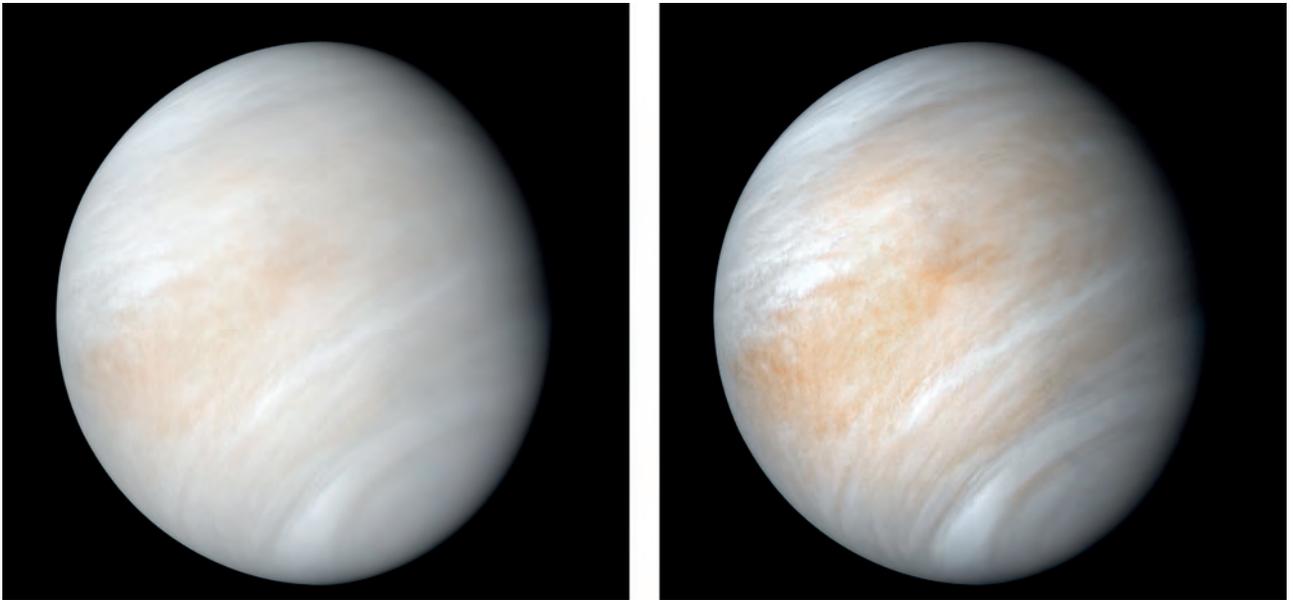
planeta y de su superficie, aumentando en gran medida nuestro conocimiento sobre el hermano infernal de la Tierra. Al término de las misiones de estos tres vehículos, nuestro retrato sobre él se habrá sin duda transformado por completo.

#### LA VERDAD DE VENUS

Tanto VERITAS como DAVINCI+ son dos misiones seleccionadas para el programa Discovery de la NASA. Los vehículos de este programa se caracterizan por explorar otros cuerpos del sistema solar a un coste moderado, lo que permite su desarrollo relativamente rápida.



*Una vista lateral de la superficie de Venus obtenida por el radar de la sonda Magallanes de la NASA. (Imagen: NASA/JPL)*



Venus, visto por la sonda Mariner-10. (Imagen: NASA/JPL-Caltech)

La selección de VERITAS fue la culminación de una larga carrera en competición con otras propuestas no menos interesantes. Fue presentada a la NASA en 2015, con el Jet Propulsion Laboratory como centro patrocinador de la misión. Su nombre completo, Venus Emissivity, Radio Science, InSAR, Topography, and Spectroscopy, ya anunciaba lo ambicioso

de su planteamiento: obtener un detallado mapa en alta resolución de la superficie de Venus, siempre oscurecida por su densa atmósfera, que evita que los telescopios ópticos puedan detectar rasgos topográficos concretos. Gracias a la Magallanes, sabemos que el planeta oculta enormes regiones con posibles volcanes activos, y que ello podría estar relacionado

con la historia de Venus, que pasó de ser un planeta con un clima parecido al de la Tierra a convertirse en otro inhabitable con presiones y temperaturas muy elevadas.

Para dar un verdadero paso adelante desde la Magallanes en nuestros conocimientos de la topografía venusiana, VERITAS tratará de responder a diversas preguntas, como por ejemplo de qué modo evolucionó Venus desde el punto de vista geológico, si aún dispone de agua y qué procesos geológicos mantiene en marcha, como el citado vulcanismo.

La importancia de este estudio fue rápidamente apreciada por la NASA, que seleccionó su proyecto junto a otros cuatro finalistas el 30 de septiembre de 2015 para una nueva ronda de valoraciones. Sin embargo, en 2017, fueron las misiones Lucy y Psyche las elegidas, así que los patrocinadores de VERITAS tendrían que esperar hasta la siguiente convocatoria, en 2019, para volver a presentar su idea. En esta ocasión, el 13 de febrero de 2020, su propuesta era aceptada para recibir financiación de Fase A, y completar así los estudios preli-



Ilustración de la misión VERITAS. (Imagen: NASA/JPL-Caltech)



VERITAS intentará localizar emisiones procedentes de volcanes. (Imagen: NASA/JPL-Caltech/Peter Rubin)

minares que llevarían a su definitiva selección el 2 de junio de 2021, como Discovery-16.

La NASA anunció que el orbitador VERITAS sería construido por la compañía Lockheed Martin por un importe no superior a los 500 millones de dólares, con un lanzamiento previsto para no antes de 2028. Su misión alrededor de Venus deberá durar al menos tres años.

Durante ese tiempo, la sonda llevará cabo trabajos topográficos, de espectroscopía en el infrarrojo cercano y de mapeo mediante radar. Sus instrumentos serán el Venus Emissivity Mapper (VEM), el Venus Interferometric Synthetic Aperture Radar (VISAR) y el Deep Space Atomic Clock-2 (DSAC-2).

El radar VISAR (un InSAR en banda X) permitirá trazar un mapa de elevación en alta resolución (de 15 a 30 metros) de la mayoría de accidentes geográficos. Con él podrán crearse reconstrucciones tridimensionales de la superficie e intentar detectar si existe vulcanismo o tectónica de placas activos en el planeta. Sus mapas de deformación del suelo tendrán una sensibilidad de 1,5 cm en vertical. En cuanto al

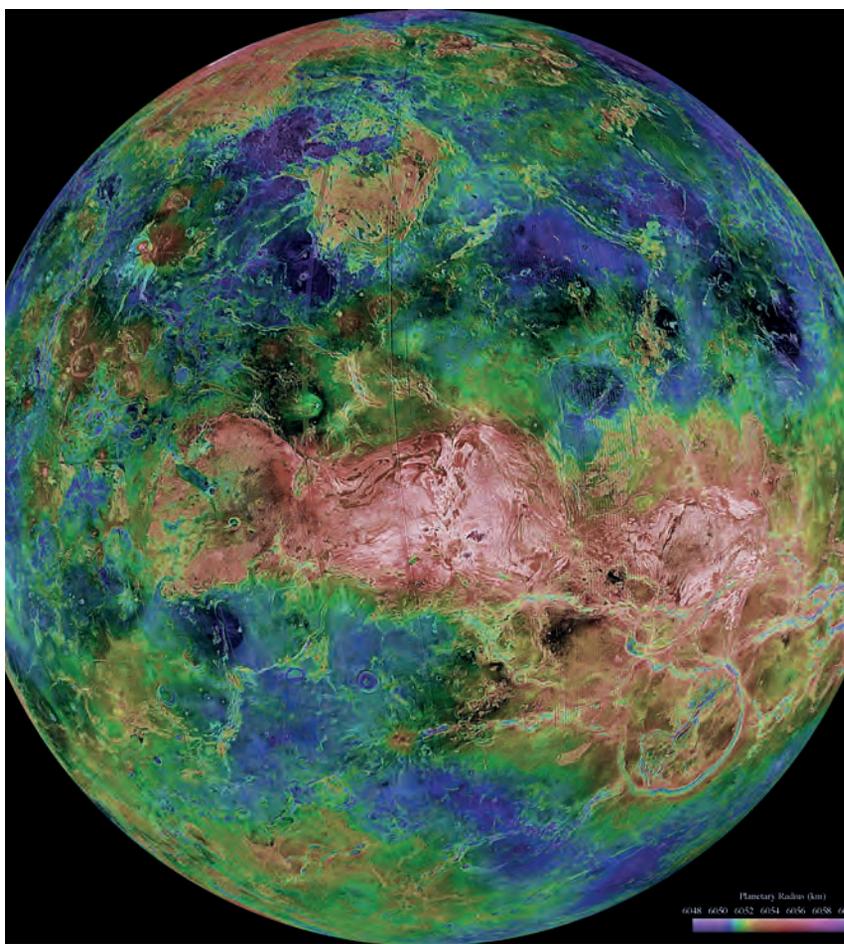
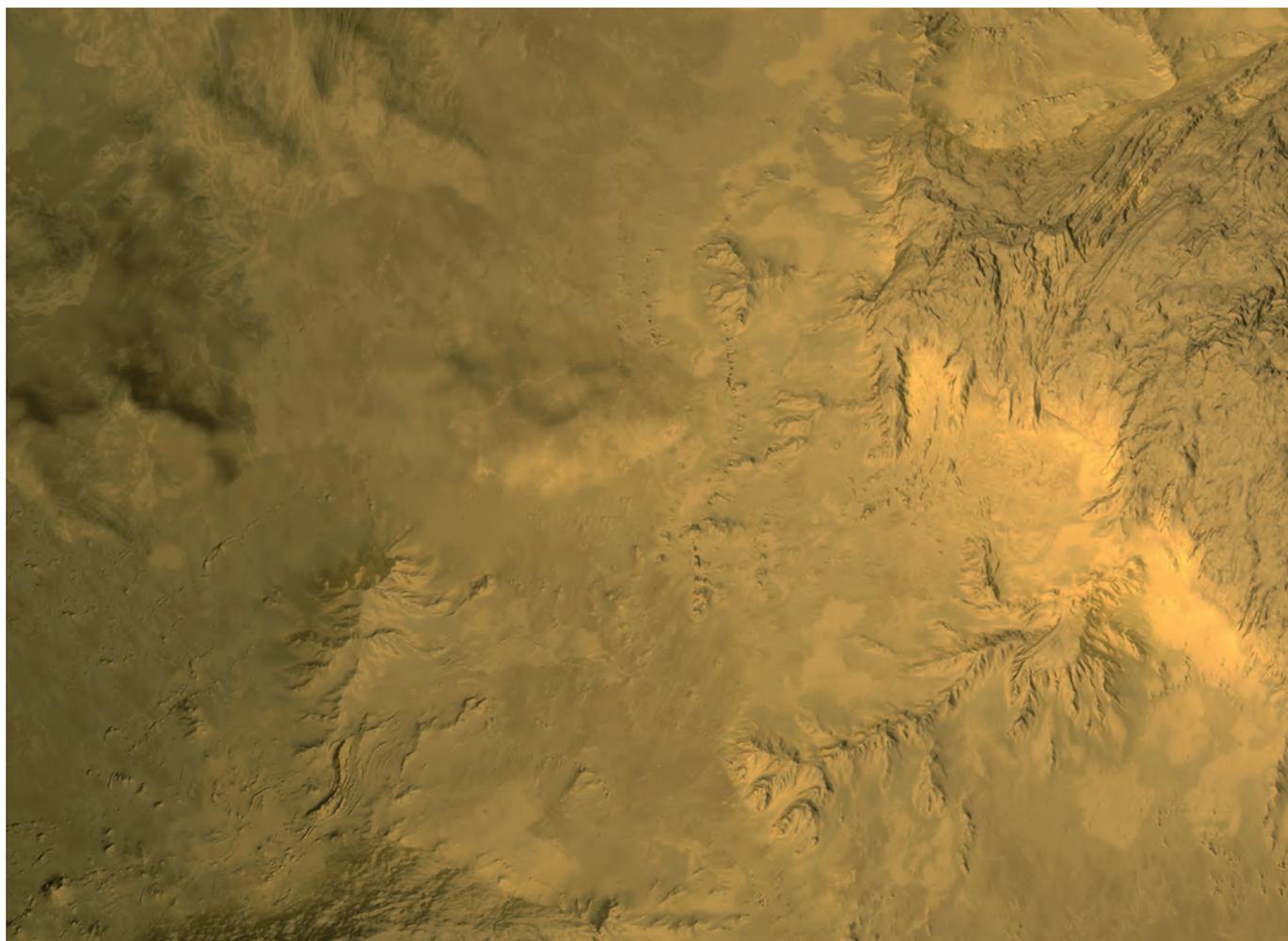


Imagen en colores falsos de la superficie de un hemisferio de Venus, obtenida por la sonda Magallanes. (Imagen: NASA/JPL/USGS)



Concepto del descenso de la sonda DAVINCI+. (Imagen: NASA GSFC/CI Labs Michael Lentz y colegas)



detector multiespectral VEM, de fabricación alemana, medirá las emisiones infrarrojas procedentes del suelo, lo que posibilitará saber qué tipos de rocas se hallan presentes en él, qué edades tienen, y si está presente vapor de agua en la atmósfera, quizá emitido por volcanes activos. Por último, el reloj atómico DSAC-2 es un instrumento acompañante que la NASA desea probar para aumentar la fiabilidad de las maniobras automáticas de las naves espaciales, que así dependerán menos de las órdenes procedentes de la Tierra. También ayudará en los experimentos de radiociencia, diseñados para medir posibles variaciones en el campo gravitatorio del plane-

ta, y con ello, obtener información de su interior, como las dimensiones de su núcleo.

En el programa participarán no solo la NASA, como principal contribuyente, sino también, además de Alemania, Italia y Francia.

La información que obtenga la sonda VERITAS será de mucha utilidad para preparar la llegada de su compañera, la DAVINCI+ (Discovery-15), que estará compuesta de un nuevo orbitador y de una cápsula de descenso.

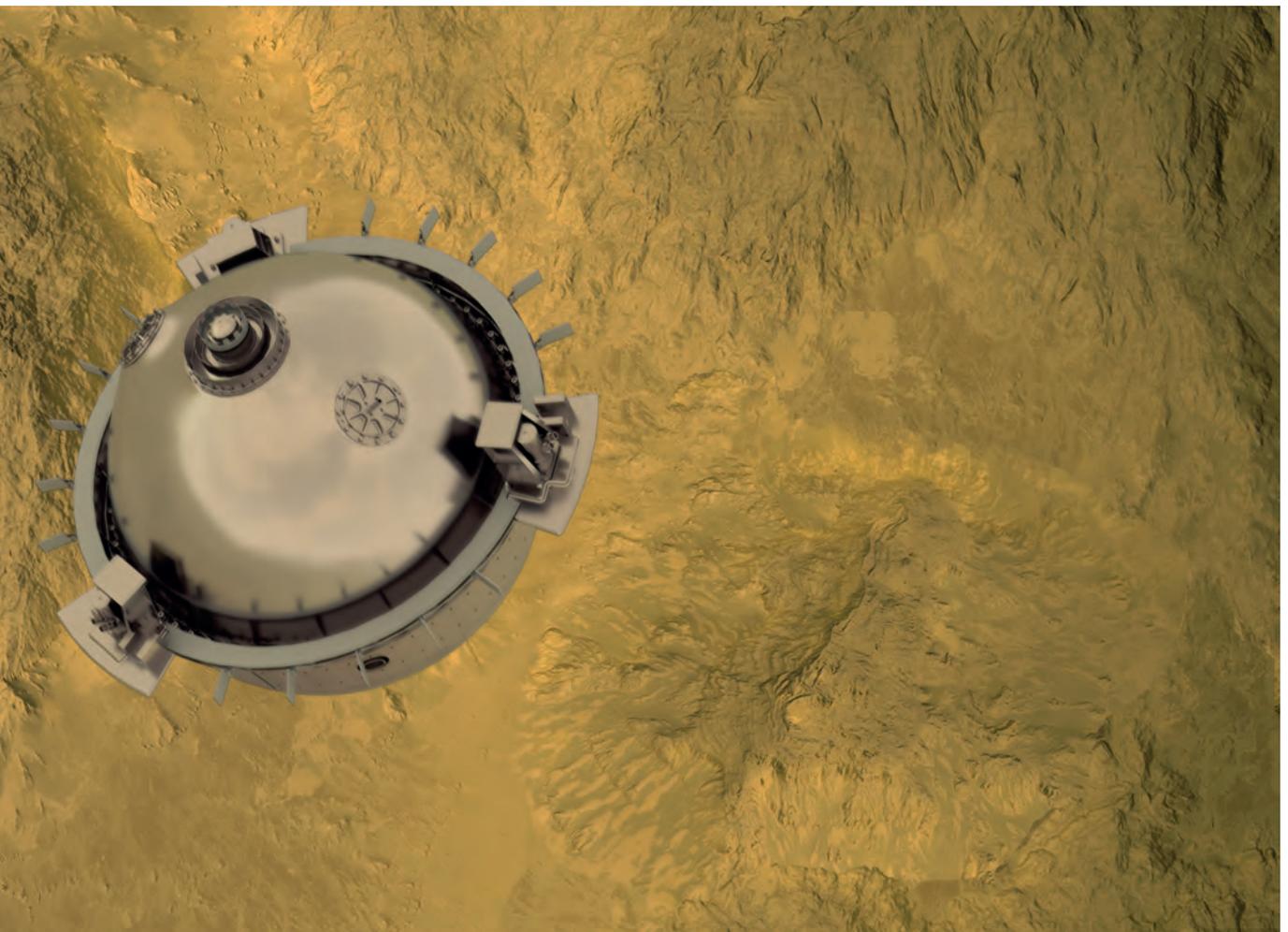
#### ATRAVESANDO LA ATMÓSFERA

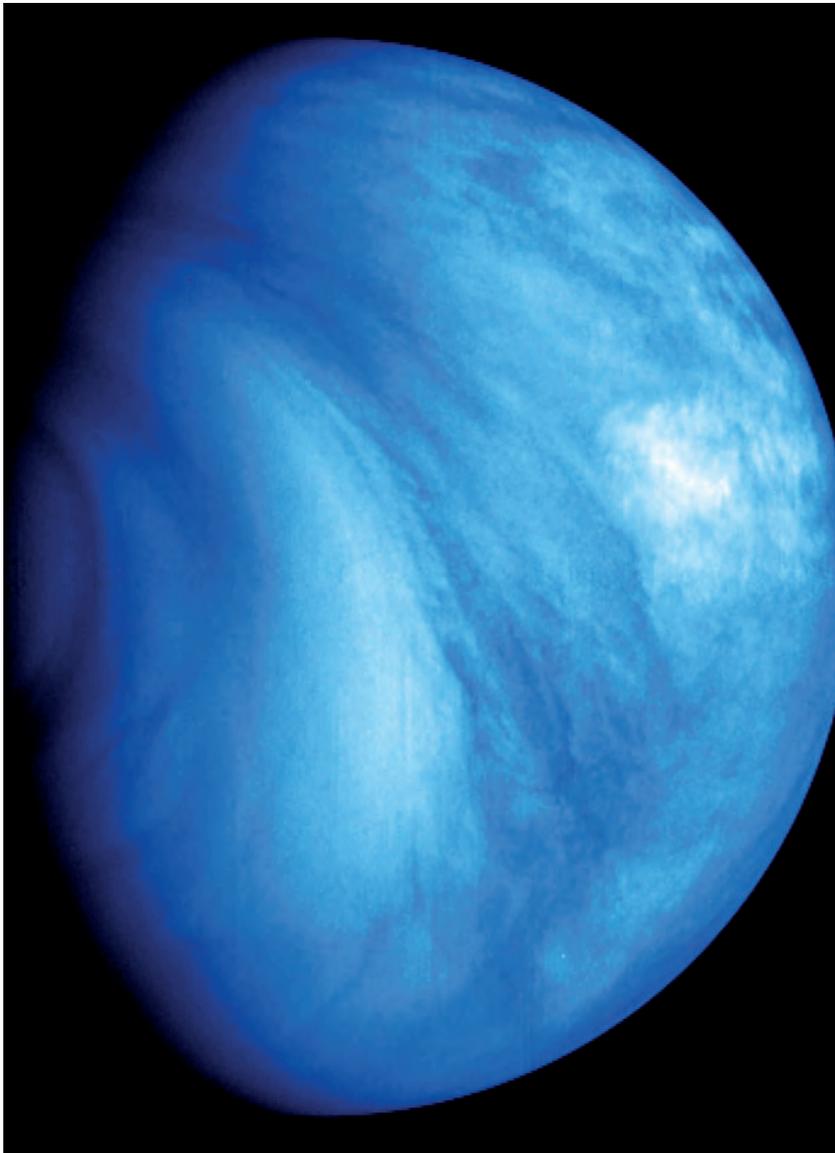
DAVINCI+ (Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble gases, Chemistry, and Imaging) fue elegida

por la NASA al mismo tiempo que VERITAS. Previamente había sido presentada en 2015 bajo el nombre de DAVINCI, pero como ocurrió con su compañera, fue superada en 2017 por las misiones Lucy y Psyche. Sus promotores en el Goddard Space Flight Center revisaron su concepto y la nueva propuesta, ahora llamada DAVINCI+, fue aceptada finalmente el 13 de febrero de 2020 para recibir financiación de Fase A. Durante los siguientes meses se elaboraría un informe más detallado, el cual fue entregado en noviembre de 2020 desembocando en su selección definitiva en junio de 2021.

El principal interés de DAVINCI+ consiste, desde luego, en la presencia

*La cápsula de la DAVINCI+ descenderá en dirección a la región Alpha Regio. (Imagen: NASA GSFC/CI Labs Michael Lentz y otros)*





Venus, visto por la Venus Express europea. (Imagen: ESA/MPS/DLR-PF/IDA)

a bordo de una cápsula de descenso capaz de estudiar la atmósfera de Venus y quizá alcanzar la superficie todavía operativa. La NASA no ha intentado nada parecido desde hace más de 40 años, mientras que la URSS emprendió su última misión de este tipo a mediados de los años 80. Gracias a los avances técnicos ocurridos desde entonces, una sonda atmosférica debería ser capaz de obtener mucha más información de la espesa envoltura gaseosa de Venus, aportando datos directos no disponibles de otro modo.

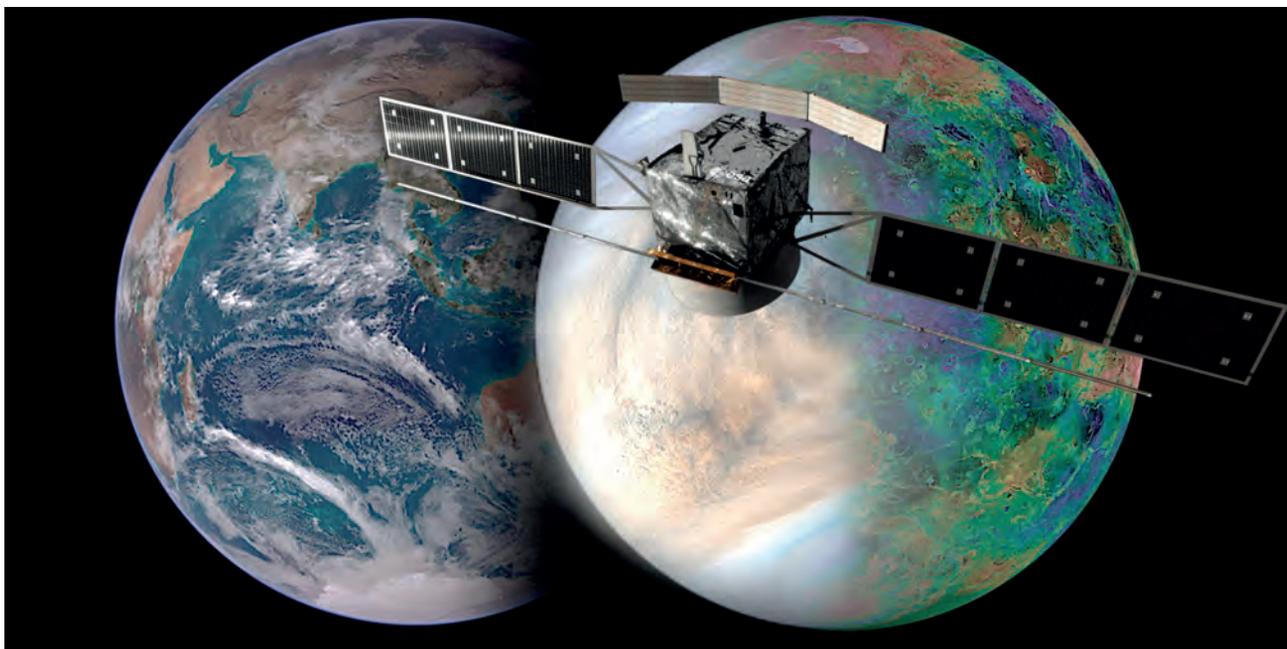
Construida por la empresa Lockheed Martin, DAVINCI+ será lanzada al espacio no antes de 2029 o 2030. Su trayectoria propiciará dos sobrevuelos de Venus, durante los cuales el vehículo podrá utilizar ya sus instrumentos para estudiar el planeta desde la distancia. En 2031 o 2032, la sonda llegará definitivamente a su destino. En primer lugar, se soltará la cápsula, cuyo objetivo será llevar a cabo un descenso de al menos una hora durante el cual utilizará sus instrumentos para captar toda la información posible de la

atmósfera del planeta. Posteriormente, el orbitador, que habrá actuado de repetidor de señales, entrará en órbita alrededor de Venus para llevar a cabo su propia misión de observación de al menos seis meses.

Recientemente, la atmósfera de Venus ha sido objeto de especial atención debido a la detección de sustancias que podrían estar relacionadas con procesos de origen biológico. Aunque esto no está claro, resulta evidente que analizar la química de dicha atmósfera resulta ahora especialmente prioritario. La misión DAVINCI+ la explorará desde su interior y desde la órbita del planeta. Los científicos quieren averiguar cómo se formó y cómo ha ido cambiando con el paso del tiempo. En ella podría haber rastros de sustancias, como el agua, que ayuden a dar forma al pasado del planeta y su evolución. Siendo tan diferente a la de la Tierra, la atmósfera de Venus tiene secretos que contarnos, como la hipotética existencia de un primitivo océano de agua líquida que se evaporó por completo.

Trabajando codo con codo con la misión VERITAS, la DAVINCI+ también estudiará la topografía de Venus. Sus estructuras geológicas podrían darnos pistas sobre si el planeta posee o no tectónica de placas y flujos de lava.

El instrumental para realizar todo este trabajo está en este caso dividido entre el orbitador y la cápsula de descenso. En esta última se hallará el llamado VAL (Venus Analytic Laboratory), un grupo de aparatos pensados para obtener y analizar muestras del aire atmosférico durante el descenso, desde las nubes altas hasta la superficie. El sistema VAL ha sido basado en otro paquete instrumental ya operativo, el SAM, actualmente en la superficie de Marte, sobre el robot Curiosity, que lleva mucho tiempo analizando la atmósfera marciana. Es capaz de



La sonda EnVision comparará Venus con la Tierra, para tratar de averiguar por qué son tan diferentes a pesar de ser casi gemelos. (Imagen: NASA/JAXA/ISAS/DARTS/Damia Bouic/VR2Planets)

detectar la composición química de los gases y la presencia de sustancias orgánicas.

El paquete estará protegido dentro de una carcasa equipada con paracaídas y un escudo térmico, que frenarán la llegada y permitirán un descenso lento y seguro (63 minutos hasta alcanzar el suelo, en la zona de Alpha Regio). La cápsula ha sido diseñada para resistir la enorme presión atmosférica y las altísimas temperaturas que se experimentarán durante el camino hacia la superficie.

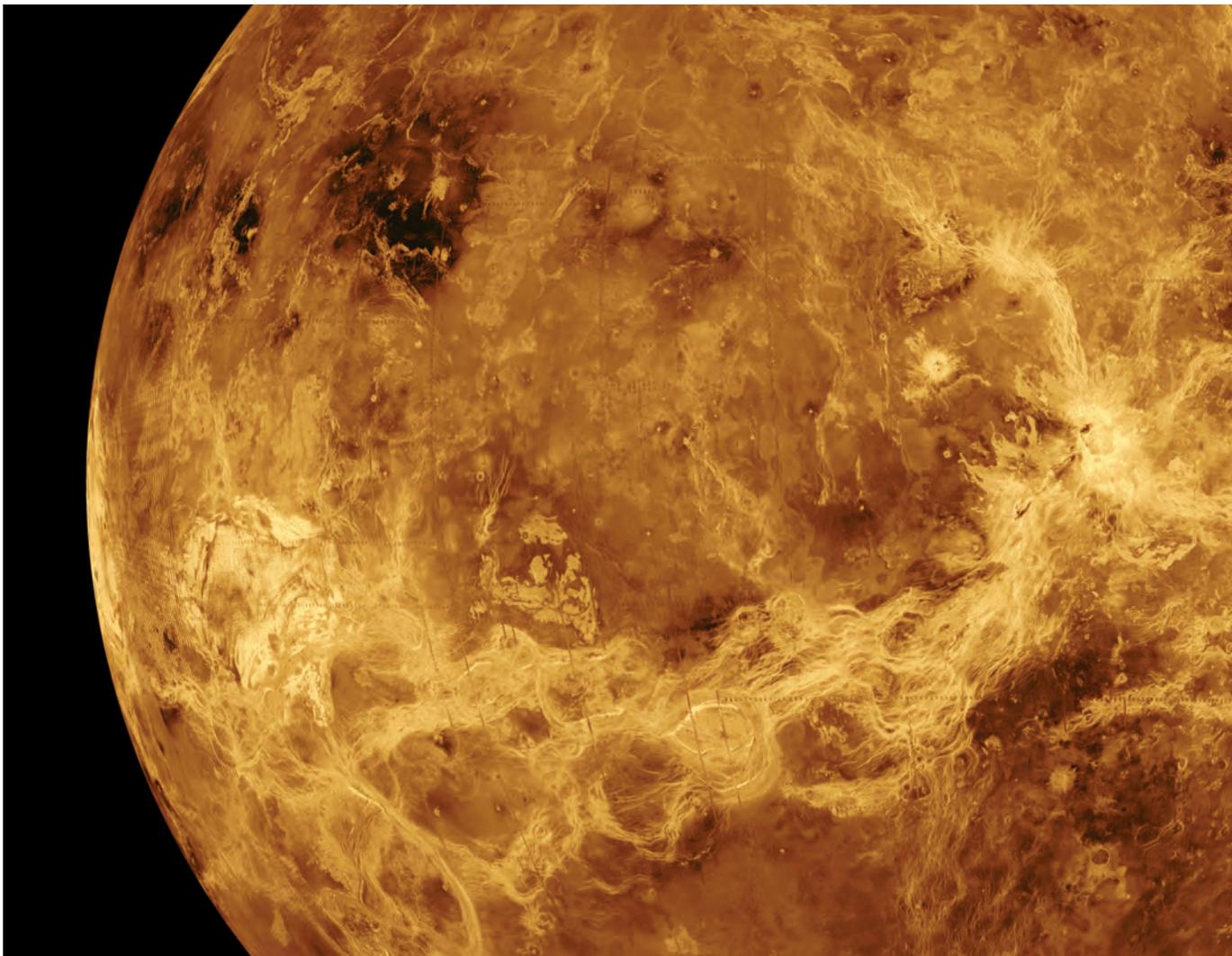
El sistema VAL estará formado por cuatro instrumentos. En primer lugar, el espectrómetro VMS (Venus Mass Spectrometer). Diseñado por el centro Goddard y basado en el espectrómetro QMS del Curiosity, analizará la atmósfera de Venus en busca de gases nobles y traza. El Jet Propulsion Laboratory aportará otro espectrómetro llamado VTLS (Venus Tunable Laser Spectrometer), que también investigará los gases traza y sus proporciones isotópicas en toda la vertical atmosférica. De nuevo, su diseño ha sido basado en un instrumento ya existente, el TLS del Curiosity. El tercer detector se lla-

ma VASI (Venus Atmospheric Structure Investigation) y ha sido pensado por el centro Goddard para analizar durante el descenso la estructura atmosférica, como los vientos, desde altitudes de 70 km. Esta información, con una resolución 10 veces mejor que la obtenida por misiones anteriores, es importante para relacionar las detecciones químicas de los otros instrumentos con la dinámica de la atmósfera en cada momento, y ayudará a reproducir con fidelidad la entrada atmosférica del vehículo. Esta reproducción aún será mejor gracias al cuarto instrumento, denominado VenDI (Venus Descent Imager). En esencia, se trata de una cámara que obtendrá cientos de imágenes claras en el infrarrojo cercano de la superficie del planeta a medida que la cápsula vaya descendiendo. Consiste en una cámara cuyo diseño ya ha sido utilizado a bordo del robot Curiosity.

En cuanto al orbitador, este deberá ocuparse de retransmitir a la Tierra las señales de la cápsula de descenso, pero también estará equipado con un pequeño paquete de instrumentos científicos. El principal será una cámara multispectral capaz de obtener



La EnVision será lanzada a bordo de un cohete Ariane 62. (Imagen: ESA-David Ducros, 2018)



Mosaico de un hemisferio de Venus, visto por el radar de la Magallanes. (Imagen: NASA/JPL)

imágenes ultravioleta y en el infrarrojo cercano de las nubes de Venus. Esta cámara (VISOR), en realidad cuatro cámaras sensibles a diferentes longitudes de onda, se empleará ya durante los dos sobrevuelos preliminares, y después durante el período orbital alrededor del planeta.

Además de la cámara, la NASA ha aceptado la presencia de otros dos instrumentos «invitados», cuyos resultados no afectarán al éxito de la misión. El primero es el llamado CUVIS (Compact Ultraviolet to Visible Imaging Spectrometer), y consiste en un espectrómetro visible y ultravioleta que estudiará las nubes superiores

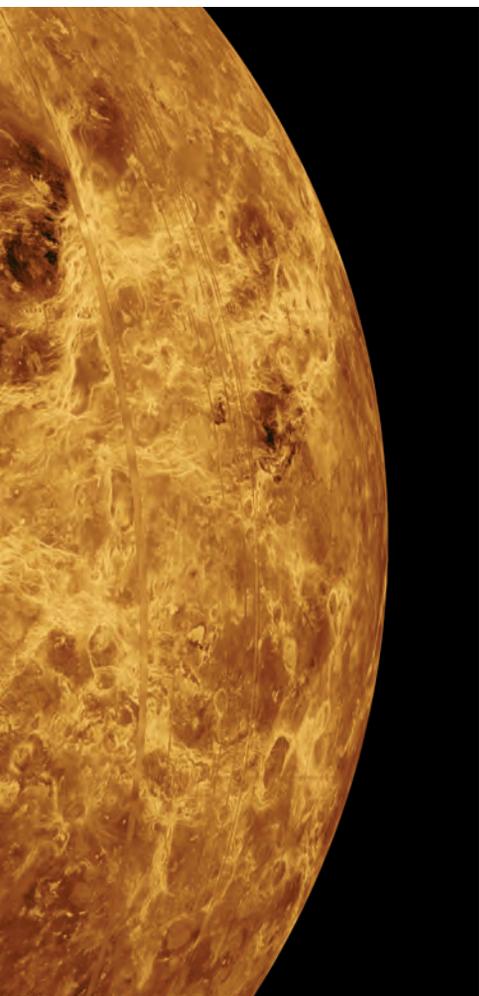
de Venus. Su trabajo será demostrar la tecnología del aparato, que podría usarse en futuras misiones, y que incluye sistemas de inteligencia artificial para el análisis de las imágenes in situ. El segundo y último instrumento invitado es el VFOx (Venus Oxygen Fugacity), diseñado por estudiantes para la detección de oxígeno atmosférico y el estudio de su presión relativa.

Si todo va bien, pues, los primeros años de la próxima década supondrán para la NASA un esperado retorno a Venus y la oportunidad de desvelar múltiples secretos aún pendientes de resolver sobre este planeta. Pero las dos sondas del programa Discovery no

estarán solas. Otra misión, en este caso europea, las seguirá poco después para complementar y ampliar los hallazgos realizados por sus antecesoras.

### EL RADAR EUROPEO

En junio de 2021, la Agencia Espacial Europea anunciaba la selección del quinto integrante de su serie Medium Mission (M5), perteneciente al programa Cosmic Mission. Su nombre es EnVision, y su destino, Venus. Europa ya tiene experiencia en la exploración de este planeta, gracias a la vieja Venus Express. En esta ocasión, sin embargo, el objetivo es aún más ambicioso, con una misión ideada



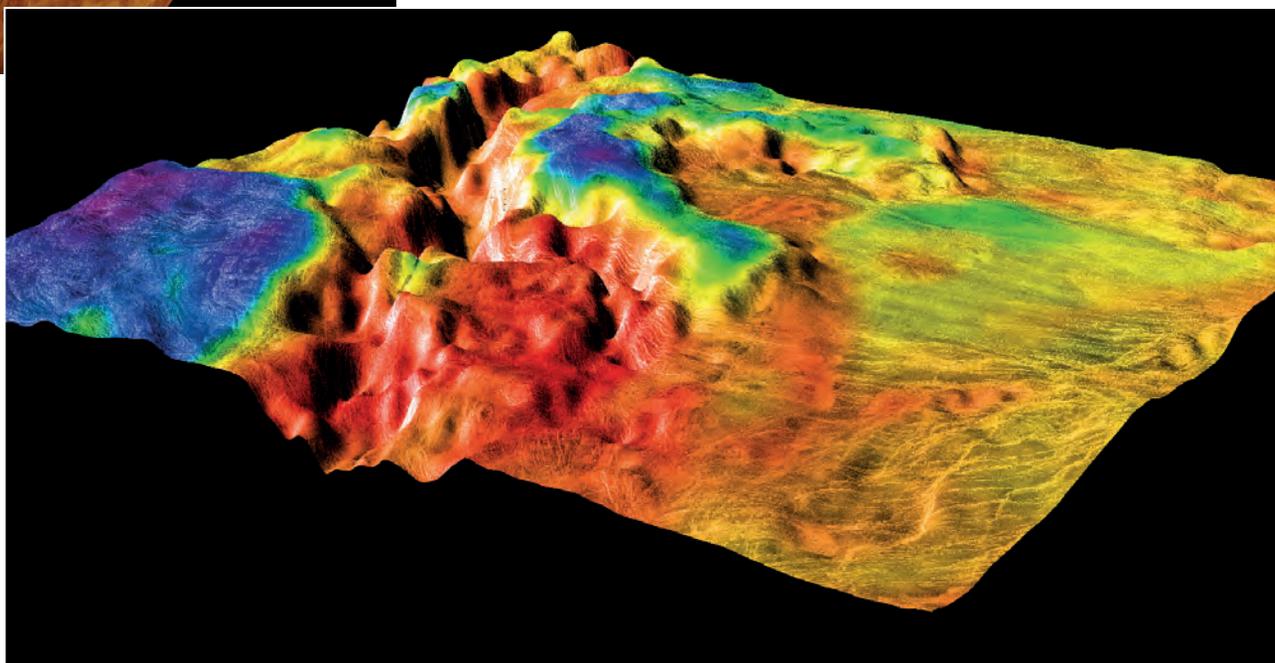
para levantar mapas en alta resolución mediante radar de la superficie del planeta, así como para estudiar su atmósfera. Lo que se pretende es comprobar si las hipotéticas actividades geológicas en la superficie, como el vulcanismo, afectan a la atmósfera, y si en base al estudio de esta es posible saber más sobre las primeras.

Dado que la EnVision no llegará a Venus hasta quizá 2034, el programa se llevará a cabo teniendo muy en cuenta los hallazgos de las sondas de la NASA, en un ambiente de completa cooperación. Los resultados de unas y otras misiones serán compartidos e intercambiados para mejorar la interpretación científica de los datos obtenidos.

La EnVision será una sonda que pesará 2600 kg al lanzamiento, con una carga útil de más de 250 kg. Será lanzada por un cohete Ariane-6 (62) y, tras seis meses de viaje directo, situada en una órbita elíptica alrededor de Venus de unos 220 por 470 km. Esta órbita vendrá determinada por las necesidades del instrumental de a bordo, como el radioexperimento de ciencia gravitatoria y la cobertura prevista

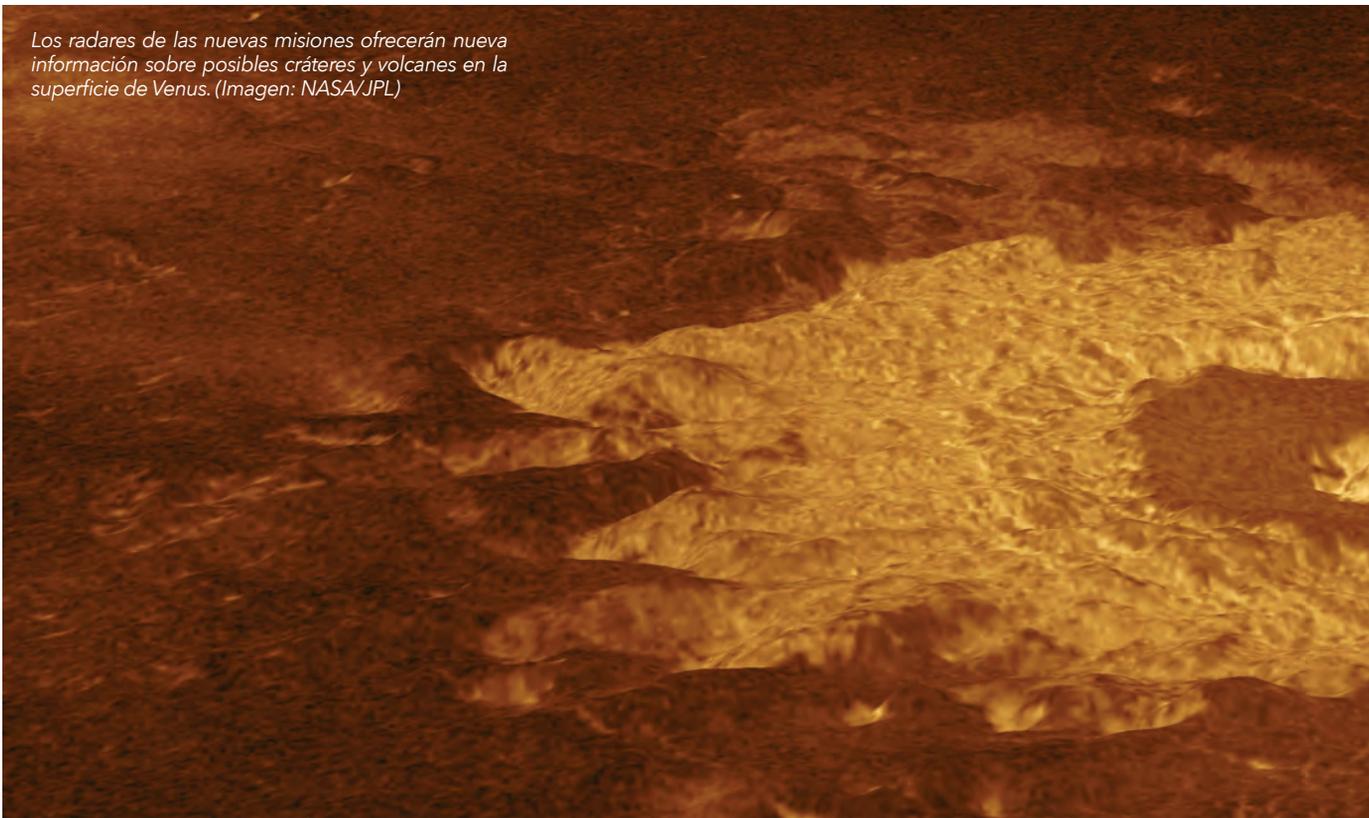
para sus dos radares. Para obtener el máximo rendimiento de ambos, es necesaria una órbita de tipo polar que ofrezca una cobertura completa de la superficie, y hasta un 40% del tiempo por debajo de los 260 km para una resolución adecuada.

Los objetivos científicos de EnVision serán múltiples. Por un lado, su radar SAR permitirá obtener imágenes de la superficie, aportando pistas sobre los procesos geológicos que tienen lugar en ella. Se crearán mapas de sus accidentes topográficos y se relacionará su existencia con la historia geológica del planeta. Una de las máximas prioridades será la búsqueda de señales térmicas de actividad volcánica. Esta hipotética actividad podría estar afectando ahora mismo a la composición de la atmósfera de Venus. Se analizará la química del suelo del planeta, y se buscarán posibles penachos de gases emitidos por la actividad volcánica, como por ejemplo vapor de agua, dióxido de azufre, monóxido de carbono, etc. La localización de estos penachos proporcionaría una clara indicación de las áreas activas. La sonda Magallanes



Los nuevos mapas topográficos de la superficie de Venus aportarán datos sobre su historia geológica. (Imagen: NASA/JPL/USGS)

*Los radares de las nuevas misiones ofrecerán nueva información sobre posibles cráteres y volcanes en la superficie de Venus. (Imagen: NASA/JPL)*



ya ofreció imágenes de posibles flujos volcánicos, y ahora se trata de averiguar si estos son antiguos o aún están formándose. La EnVision colaborará en esta empresa con sus observaciones del subsuelo. Su instrumental permitirá reconstruir la estratigrafía de la superficie, la profundidad de los citados flujos volcánicos, y el descubrimiento de antiguos cráteres de impacto, ocultos por la lava. Otro aspecto a investigar es la naturaleza, composición y dimensiones del núcleo del planeta, que la EnVision ayudará a resolver mediante la elaboración de un mapa del campo gravitatorio de al menos el 50% de la superficie de Venus.

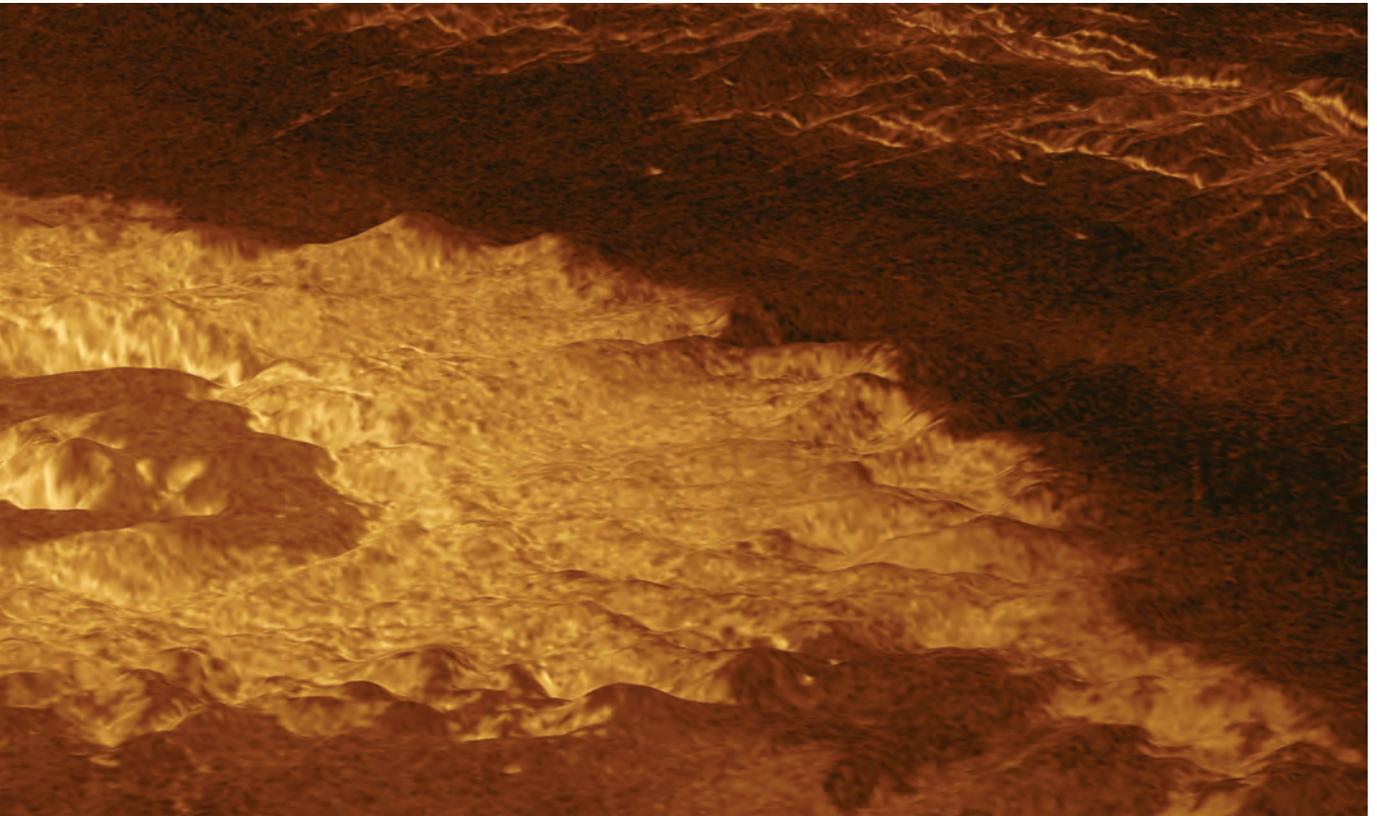
Los instrumentos que EnVision llevará a bordo para estas tareas son tres, además del experimento de radiociencia que se llevará a cabo con el sistema de comunicación del vehículo. El primer instrumento es el VenSAR (Venus Synthetic Aperture Radar), un radar de apertura sintética que trabajará en la banda S y que será

aportado por la NASA a través del Jet Propulsion Laboratory. Este tipo de aparatos permite obtener imágenes a través de los ecos de sus señales, que atravesarán sin dificultades la opaca atmósfera de Venus. Además de las fotografías que se conseguirán a través del tratamiento de los datos, los científicos podrán realizar trabajos de altimetría y topografía globales. Eso quiere decir que podrá medirse la altitud de los diferentes accidentes geográficos, como montañas, volcanes, cráteres y depresiones. También se obtendrán imágenes estereográficas (3D), y se efectuarán experimentos de radiometría y polarimetría de la superficie. Dado que la sonda sobrevolará los mismos lugares en diversas ocasiones, existirán varias oportunidades de realizar interferometría con los datos obtenidos desde diferentes puntos de vista.

El segundo instrumento principal es el SRS (Venus Subsurface Radar Sounder), un radar de sondeo que será gestionado por personal de la

universidad italiana de Trento y que se dedicará a enviar datos del subsuelo de Venus. Como se ha dicho, su objetivo será la estratigrafía de la superficie y la búsqueda de señales de flujos de lava subterráneos, cráteres ocultos bajo tierra, etc.

El tercer instrumento se llama VenSpec (Venus Spectroscopy Suite) y es en realidad un grupo de espectroscopios que funcionarán a través de varios canales separados. Concretamente, el VenSpec-M estará dedicado a determinar la composición de las rocas de la superficie, el VenSpec-H analizará la atmósfera en alta resolución, y el VenSpec-U intentará detectar compuestos relacionados con el azufre, supuestamente procedentes de emisiones volcánicas. Este aparato también estudiará las nubes superiores de Venus, donde se desea averiguar qué sustancias químicas absorben la radiación ultravioleta. El VenSpec podrá hacer un seguimiento de los cambios de temperatura en la superficie y de la composición



atmosférica, como señales delatadoras de posibles erupciones en curso. Alemania, Bélgica y Francia participan en este paquete de instrumentos. España podría tener también un papel.

Por último, la EnVision elaborará un mapa de la gravedad de Venus. Su órbita estará sujeta a las perturbaciones gravitatorias ejercidas por el planeta, y los pequeños cambios experimentados, en forma de variacio-

nes de velocidad, serán detectados en la Tierra como modificaciones en la frecuencia de las comunicaciones procedentes de la nave espacial. Dado que las perturbaciones gravitatorias están relacionadas con la estructura del planeta y la distribución de su masa, los científicos podrán elaborar teorías sobre la configuración de su núcleo y manto, incluyendo su tamaño y estado físico.

Con toda esta información, y la procedente de las nuevas sondas estadounidenses, Venus experimentará un salto cualitativo muy importante en nuestro conocimiento global de este planeta. Si las sondas Shukrayaan-1, de la India, y Venera-D, de Rusia, consiguen también dirigirse hacia él, nos hallaremos sin duda ante una nueva época de oro de la exploración de este objeto del sistema solar. ■



La sonda EnVision pasará varios años investigando Venus. (Imagen: ESA/VR2Planets/Damia Bouic)

## Los Realejos acoge el simulacro Canasar 2022



El 1 de junio, el municipio de Los Realejos, en el norte de Tenerife, acogió el simulacro Canasar 2022 que contó con la participación de personal del Ala 46, con base en Gando (Gran Canaria), con una dotación de dos aeronaves del 802 Escuadrón del SAR (un avión y un helicóptero), así como personal del ARCC (Centro Coordinador de Salvamento Aeronáutico de Canarias), que dirigió y coordinó la primera fase del mismo. Además, intervinieron diferentes organismos tales como la sala del 112 de la Comunidad Autónoma de Canarias, Cruz Roja Española, Bomberos Voluntarios de Los Realejos y del Consorcio, Cuerpo Nacional de Policía que desplazó personal de diferentes unidades tales como Unidad de Prevención y Reacción (UPR), así como miembros del Grupo de Homicidios, Policía Local del municipio organizador, Servicio de Urgencias Canario (SUC), Protección Civil, Hospital Bellevue, helicóptero de la Guardia Civil, del GES y del SUC.

El simulacro comenzó a primera hora de la mañana tras saltar la alarma de un posible accidente aéreo entre una aeronave militar y un avión civil que, tras despegar del aeropuerto de Los Rodeos se dirigía hacia La Palma. Este último intenta regresar al aeródromo de donde partió pero acaba por estrellarse. Una vez salta la alarma el ARCC del Ejército del Aire transmite el aviso a las tripulaciones del Ala 46, que con su avión D.4 se dirigen hacia el lugar desde donde emitió la última señal la radiobaliza de emergencia, al tiempo que contacta con la sala del Cecoes 112 informando de lo anterior. Una vez que el avión SAR del Ejército del Aire localiza

los restos del accidente, lo comunica al ARCC. En ese momento traslada el punto de impacto a la Dirección General de Seguridad y Emergencias quienes toman, a partir de ese momento, el mando de la emergencia, manteniendo el ARCC la coordinación de todos los medios aéreos a requerimiento del Cecoes 112.

Mientras, en el mar tenía lugar el ejercicio Morsa, consistente en localizar al figurativo que simula al piloto del avión militar que colisionó con el aparato civil. Para ello, se contó con la colaboración del RCC de Lisboa, que destacó un helicóptero y un avión, los cuales rastrearon la costa norte de Tenerife para tratar de hallar al tripulante desaparecido. Entre tanto, un buque de acción marítima de la Armada (BAM), del Mando Naval de Canarias, rastreaba una franja marítima acorde con los últimos datos transmitidos por el avión militar. A destacar que a diferencia de los accidentes aéreos que ocurren sobre tierra, en el mar el ARCC mantiene la dirección de la emergencia hasta la finalización de la misma.

En tierra, los diferentes organismos implicados comenzaron con la búsqueda de posibles supervivientes, así como los restos de la aeronave. La evacuación por medios aéreos comenzó con un aparato Super Puma del Ejército del Aire que se encargó de trasladar los cuerpos de los fallecidos hasta el aeropuerto de Los Rodeos.

Desde tierra el equipo de coordinadores aéreos del Ejército del Aire era el encargado de organizar y dirigir el tráfico de las diferentes aeronaves participantes.

En el transcurso del mismo, el general jefe del Mando Aéreo de Canarias, Juan Pablo Sánchez de Lara, visitó el puesto de mando avanzado, acompañado del subdelegado del Gobierno en Tenerife y director general de Seguridad y Emergencias del Gobierno de Canarias, y el alcalde de Los Realejos.



## Jura de bandera de personal civil en la base aérea de Getafe

El 29 de mayo tuvo lugar el solemne acto de juramento o promesa ante la bandera de España de personal civil en la base aérea de Getafe. El acto estuvo presidido por el coronel jefe de la base aérea y del Ala 35, al que asistieron autoridades civiles de la localidad y militares de unidades vecinas.

En plenas fiestas patronales de Getafe, 82 conciudadanos acompañados de familiares y amigos decidieron manifestar públicamente su compromiso con la defensa de España.

Durante el acto se impuso la Cruz del Mérito Aero-náutico con distintivo blanco a Martín Sánchez González, cronista oficial de la villa de Getafe, de la que se hizo acreedor por tantos años promoviendo el acercamiento entre la sociedad y el Ejército del Aire a través de crónicas, enseñanzas y libros.

Martín Sánchez González es colaborador de la revista *Aeroplano* y muy apreciado en el SHYCEA por su participación en actividades que se programan en Getafe. Su última obra ha sido el libro titulado «100 años de la Base Aérea de Getafe (1920-2020)» en el cual recoge

magistralmente todos los acontecimientos ocurridos a lo largo de 100 años en la base aérea y sus relaciones con el pueblo getafense.



## Prácticas SURMAR 02 y 03 en el aeródromo militar de Pollensa

En el aeródromo militar de Pollensa, durante la última semana de mayo y la primera de junio, se desarrollaron las prácticas SURMAR P02 y P03, lideradas por personal con rol SAR del Ala 49, con la participación de instructores SAO de la Escuela Militar de Paracaidismo, y con medios aéreos del Ala 48 y Ala 49. Toda la operación ha sido apoyada por personal del aeródromo.

Las practicas SURMAR están encuadradas dentro del plan integral de formación SERE/SAR del EA y el adiestramiento SURMAR se considera idóneo y necesario para el entrenamiento de tripulantes en materia de supervivencia en entorno marítimo, tripulaciones y medios aéreos SAR en técnicas, tácticas y procedimientos (TTP) de búsqueda y rescate en el mar, y tareas de dirección y coordinación de medios aéreos por parte del Centro de Coordinación de Salvamento de Palma (RCC Palma).

La instrucción de los tripulantes se centra en el manejo de equipos de supervivencia y TTP para una correcta aclimatación al entorno marítimo, una vez abandonada la supuesta aeronave siniestrada.

Así mismo, el entrenamiento de los medios aéreos que puedan verse implicados en una operación SAR, consiste en la localización, maniobras de lanzamiento de cadenas de balsas (LCB), lanzamiento de bengalas, lanzamiento en mar de PJ (Pararescue Jumpers) y técnicas de rescate.

Por último, este adiestramiento es parte integrante de los PI/PAB de los coordinadores del RCC Palma.

El desarrollo del ejercicio se realiza en dos escenarios distintos. Una primera fase en aguas de la dársena del Aeródromo y una segunda en mar abierto. Los ejercicios SURMAR se realizan periódicamente en la bahía de Pollensa, dado que el Centro de Prácticas Marítimas del Ejército del Aire se encuentra en el aeródromo militar de Pollensa.



## Los escuadrones operativos de Eurofighter cuentan con nuevos pilotos

El 3 de junio tuvo lugar en la base aérea de Morón la ceremonia de graduación del curso 21-02 de Eurofighter en la que dos comandantes y seis tenientes de las Alas 11 y 14 recibieron el diploma que les acredita como pilotos operativos de Eurofighter y quienes desde hoy forman parte del 111 y 141 Escuadrón.

Durante el curso, que tiene una duración de ocho meses, los alumnos han adquirido la calificación operativa LCR (Limited Combat Ready), tanto para misiones de aire-aire como aire-suelo, la cual les permite integrarse en los escuadrones operativos de las unidades del Ejército del Aire que vuelan Eurofighter.

El 113 Escuadrón es el responsable de instruir a todos los pilotos de Eurofighter españoles. Este hecho fomenta la cooperación y compañerismo entre el Ala 11 y el Ala 14 y permite estandarizar procedimientos y formas de actuación entre los usuarios de un mismo sistema de armas.

La ceremonia, que fue presidida por el coronel jefe de la base aérea de Morón y del Ala 11,

Enrique Fernández Ambel, y a la que asistió también el jefe del Ala 14, coronel Miguel Ángel Orduña Rodríguez, contó con la presencia de personal de Airbus e Indra, empresas que participan en la formación de los alumnos con los instructores de simulador y resto del personal asignado al centro de instrucción de Eurofighter dependiente del Grupo 11 de Fuerzas Aéreas.



## Jura de bandera de guardias reales del Ejército del Aire



El 3 de junio se celebró el acto de jura de bandera, presidido por su majestad el Rey, del personal del Ejército del Aire perteneciente a los ciclos I y II de 2021, que se incorporaron a la Guardia Real a finales de noviembre de 2021 y principios de mayo de 2022 respectivamente.

Un total de 29 nuevos guardias reales expresaron de forma pública su obediencia y respeto al Rey y su compromiso en la defensa de la soberanía e independencia de la patria, de su unidad e integridad territorial y del ordenamiento constitucional.

Estos guardias reales iniciaron su formación en Los Alijares (Toledo), dentro del plan de formación desarrollado

por el Centro de Formación de la Guardia Real (CEFOR), para posteriormente continuar su formación como soldados de la especialidad de Protección a la Fuerza del Ejército del Aire en la ETESDA.

Una vez finalizados estos estudios, se incorporaron al Grupo de Honores de la Guardia Real, al mando del teniente coronel del Ejército del Aire Humberto Briones Valero, donde recibieron una completa instrucción y adiestramiento en técnicas y procedimientos de seguridad, dirigida a cumplir, con las máximas garantías, sus cometidos en el servicio de seguridad en Zarzuela.

Una vez completada, el personal de nueva incorporación participó en el ejercicio Metopa en Los Alcázares (Murcia). Se trata de un exigente adiestramiento donde se pone a prueba la fortaleza mental y física de los soldados, así como su valía, espíritu de servicio, compañerismo y profesionalidad. Valores todos ellos fundamentales para formar parte de esta unidad al servicio directo de la Corona española, que tiene como cometidos principales proporcionar el servicio de guardia militar, rendir honores y dar escoltas solemnes a su majestad el Rey y a los miembros de su real familia que se determinen, a los jefes de Estado extranjeros cuando así se ordene y proporcionar atención sanitaria permanente a los miembros de la Familia Real en su residencia oficial y durante su actividad institucional.

## Reunión anual de jefes de escuadrillas de transmisiones, CEZMAN-9 y C3S

Durante los días 7 y 8 de junio tuvo lugar en la Escuadrilla de Transmisiones n.º 3, acuartelamiento Aéreo Alto de los Leones, la reunión anual de jefes de escuadrillas de transmisiones (ESTRAN), Centro de Control y Coordinación del Sistema de Telecomunicaciones Militares (C3S) y del Centro Zonal de Mantenimiento n.º 9 (GRUALERCON).

La reunión comenzó con las palabras de bienvenida a los asistentes por parte del coronel jefe del GRUTRA D. Nicolás Alejandro Murga Font, quien resaltó la importancia de estas reuniones desde el punto de vista operativo, con el objetivo de coordinar asuntos entre los organismos participantes, aunar criterios de actuación y tomar acción sobre la problemática e inquietudes, tanto a nivel específico del EA, como en el ámbito conjunto con el Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y Comunicaciones (CESTIC).

En el transcurso de la jornada, se trataron y coordinaron asuntos comunes sobre la gestión del mantenimiento del STM, en el área de responsabilidad del Ejército del Aire, el estado actual de la implantación de la I3D y su futura afección a las ESTRAN, CEZMAN n.º 9 y C3S. Además supuso una excelente oportunidad para fomentar el espíritu de unidad, el «Espíritu GRUTRA».

Al concluir los dos días de reuniones, el general jefe de la JSTCIBER, Juan Francisco Sanz Díaz, asistió para ser informado de los resultados y conclusiones extraídas de la reunión. El general Sanz destacó «la implicación de nuestro personal en la importante misión que desarrollan, fruto de su gran dedicación y alto nivel de compromiso».

La reunión finalizó con una visita a las instalaciones del ACAR Alto de los Leones y la habitual foto de grupo.



## Se completa la entrega de las 24 aeronaves Pilatus PC-21



El 20 de junio, acorde al calendario de entregas programado como si de un reloj de precisión suizo se tratara, se llevaba a cabo la entrega en la Academia General del Aire de las dos últimas aeronaves PC-21 (E.27) de un total de 24.

Las dos aeronaves entraban en el espacio aéreo de la base aérea de San Javier sobre las 13:35 hora local, en donde eran interceptadas por una tercera aeronave E.27

del Ejército del Aire para acompañarlas al punto inicial de la pista 05R. A bordo de las aeronaves, se encontraban el director del programa ITS de la DGAM y la ingeniera jefe y directora del proyecto de la compañía Pilatus LTD.

A su llegada a los refugios que se han habilitado en la AGA como parte del plan de implantación del sistema ITS, les recibió el jefe del Grupo de Fuerzas Aéreas de la AGA, acompañado por representantes de la División de Planes del Estado Mayor y de Ingeniería

del MALOG, así como varios integrantes del recién activado 792 SQN.

El ITS supondrá una auténtica revolución en el modelo de formación aeronáutica del Ejército del Aire a partir del curso 2022-2023, mejorando y acercando la enseñanza en vuelo de los futuros pilotos militares a los cada vez más sofisticados sistemas de armas que componen el poder aeroespacial de las Fuerzas Armadas.

## Brigada Alonso: «Senior Enlisted Member» del año 2021 en ACT (NORFOLK)



El brigada del Ejército del Aire, Pablo Alonso Martín, fue seleccionado como «Senior Enlisted Member of the Year 2021» en el Mando Supremo de Transformación de la OTAN con sede en Norfolk (EE.UU).

El brigada Alonso recibió este reconocimiento por parte del general Lavigne (SACT) entre todos los suboficiales destinados en este Mando por la excelente actitud y alta capacidad profesional demostrada para la realización de las misiones encomendadas en el trabajo que desempeña en este Cuartel General.

Como complemento a sus principales cometidos, también ha sido vicepresidente y presidente del Club de Sub-

oficiales en los años 2020 y 2021 respectivamente. Donde gracias a su liderazgo, carácter abierto y permanente buen humor, ha creado un magnífico ambiente de trabajo a través de la organización de múltiples eventos sociales internacionales, así como eventos de recaudación de fondos para causas sociales.

Durante el acto de nombramiento de este reconocimiento, el general Lavigne (SACT) se refirió al brigada Alonso como un excepcional profesional con extraordinaria dedicación y alto grado de atención a los detalles. Gracias a sus habilidades profesionales, capacidad de sacrificio y alta motivación ha contribuido directamente en el éxito de la misión de este Cuartel General colaborando en las prioridades del comandante Jefe de este Cuartel General de la OTAN en los más altos niveles.

Actualmente está destinado en la División «Joint Force Development» del Mando Supremo de Transformación de la OTAN. Cabe destacar que es la segunda vez que el brigada recibe esta distinción, habiéndola recibido por primera vez durante su primer destino en ACT en el año 2015.

El brigada Pablo Alonso es todo un referente y ejemplo tanto para todos sus compañeros como para el contingente español destinado en este Mando Supremo de Transformación de la OTAN.

## Jornada de seguridad de vuelo en la base aérea de Málaga

El 16 de junio tuvo lugar en la base aérea de Málaga la 1.ª jornada de seguridad de vuelo correspondiente al año 2022. Estas jornadas están contempladas dentro del Programa de Prevención de Accidentes Aéreos (PRO-PAA) de cada unidad del Ejército del Aire con una periodicidad semestral.

La jornada comenzó con unas conferencias divulgativas sobre concienciación de la seguridad de vuelo y seguridad en tierra a cargo del personal perteneciente a ambas secciones, en las cuales se incidió sobre la responsabilidad que todo el personal de la unidad tiene sobre la seguridad de vuelo y que no hay una mejor labor para evitar un accidente aéreo que la prevención.

Posteriormente se realizó una batida FOD por la plataforma de aeronaves y calles de rodaje, en la que participó todo el personal de la unidad franco de servicio.



Finalmente, y coincidiendo con un ejercicio de Cross-Servicing de aviones C.15M en la base de Málaga, dos pilotos del Ala 15 impartieron una pequeña charla sobre el FOD y Birdstrike, para que todo el personal conociera de primera mano la importancia que tienen ambos temas sobre la seguridad de vuelo.

## 50° aniversario de la XXI Promoción de la milicia aérea universitaria

La XXI Promoción de la milicia aérea universitaria celebró su 50° Aniversario en el Museo de Aeronáutica y Astronáutica, finalizando la jornada con una comida en el Club Sociodeportivo Cultural «Barberán y Collar». Si bien los 50 años de la finalización del período de formación se cumplió en 2020, la situación de la pandemia de la COVID-19 no les permitió llevar a cabo esta deseada reunión en aquel año, debiendo trasladar dicha efeméride a este año 2022.

Durante cerca de seis décadas, aproximadamente trescientos mil estudiantes pasaron por las filas de la milicia universitaria, la milicia naval universitaria y la milicia aérea universitaria. Lo que han aportado estas milicias a las Fuerzas Armadas y a la sociedad española ha sido mucho y muy bueno, y sus frutos todavía se están recogiendo en el aprecio que a los ejércitos y Armada le tienen las generaciones que les siguieron.

Tras recibir la correspondiente acreditación a su llegada al museo, los participantes en este evento fueron recibidos por el número 1 de la XXI Promoción, Luis Muñoz, quien se dirigió a ellos con palabras de recuerdo de su estancia en Villafraía durante los años 1969 y 1970, recordó a los que no estaban presentes y dirigió palabras muy emotivas a los compañeros que habían compartido alegrías, penas y fatigas durante aquel maravilloso periodo en Burgos; como recuerdo de esta jornada, el número 1 hizo



entrega de una gorra especialmente diseñada y fabricada para esta celebración, un llavero y un pin a cada asistente, y entregó una placa de agradecimiento al museo por su acogida para esta celebración. Finalizadas las palabras de bienvenida, el coronel Director del Museo de Aeronáutica y Astronáutica realizó una presentación sobre esta institución para proceder, a continuación, a la toma de una fotografía de todos los participantes antes de pasar a realizar una visita a la colección estable del museo cuyos fondos museísticos fueron presentados por un guía de la Asociación Amigos del Museo del Aire.

Finalizada la visita, todos los participantes en la reunión se dirigieron al Centro Deportivo Sociocultural Militar «Barberán y Collar» para comer y disfrutar de unos felices momentos de conversación e intercambio de los recuerdos y vivencias de los miembros de la promoción experimentados durante los años de su servicio militar.

## Entrega de premios del Departamento de Idiomas de la Academia de la USAF.



El pasado 23 de mayo, en el marco de los eventos de la semana de la graduación en la Academia de la USAF, en Colorado Springs, tuvo lugar la ceremonia

de entrega de premios del Departamento de Lenguas Extranjeras y Programas Internacionales de USAFA.

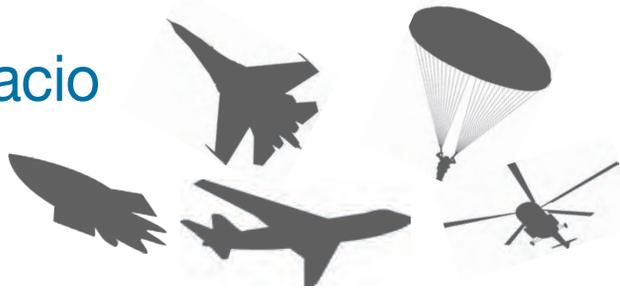
El agregado aéreo de España en Washington, el coronel Juan A. Ros Lozano hizo entrega del premio del Ejército del Aire 2022 al cadete que se ha destacado en el estudio del idioma español y de la cultura española. El premiado este año ha sido el cadete de primera clase, actualmente 2° teniente, Nathaniel Kolligs quien se graduó además con honores entre los cien mejores cadetes, de los más de 1000 egresados de USAFA este año. La entrega de este premio afianza la estrecha relación entre la USAFA, el Ejército del Aire y la AGA.

Dos días después, la promoción de 2022 lanzaba sus gorras al aire, al tiempo que los «Thunderbirds» sobrevolaban el estadio de la USAFA, escenario de la ceremonia de graduación.

## Cine, aviación y espacio

MANUEL GONZÁLEZ ÁLVAREZ

Historiador



FICHA TÉCNICA DE TOP GUN. MAVERICK

DIRECTOR: JOSEPH KOSINSKI • GUION: EHREN KRUGER, ERIC SINGER, CHRISTOPHER MCQUARRIE • PRODUCTORA: PARAMOUNT PICTURES, JERRY BRUCKHEIMER FILMS, SKYDANCE PRODUCTIONS • MÚSICA: HAROLD FALTERMEYER, HANS ZIMMER, LORNE BALFE, LADY GAGA • FOTOGRAFÍA: CLAUDIO MIRANDA • PROTAGONISTAS: TOM CRUISE, MILES TELLER, JENNIFER CONNELLY, JON HAM, GLEN POWELL, ED HARRIS, VAL KILMER, LEWIS PULLMAN • PAÍS: ESTADOS UNIDOS • AÑO: 2022 • DURACIÓN: 131 MIN.

El piloto de la Armada estadounidense, Pete "Maverick" Mitchell regresa a la escuela como instructor. En todo este tiempo no ha ascendido. Permanecer en el empleo de capitán le ha permitido seguir volando en estos más de treinta años. Ahora tiene una misión diferente; tiene que entrenar a los mejores pilotos de caza para una misión específica. La nueva generación deberá neutralizar una amenaza nuclear en una arriesgada misión que implica maniobras que superan los límites y especificaciones técnicas de los aviones. Es decir, la adrenalina, la tensión y la acción están de nuevo aseguradas hasta el punto de que aceptamos como válidas estas licencias creativas.

La historia conserva los iconos de la mítica película de 1986, la moto incombustible de Maverick, su ímpetu para forzar las normas y por supuesto hay una historia de amor. También hay un punto dramático muy bueno, pues entre sus alumnos estará el hijo de su compañero muerto en accidente «Top Gun», Goose. Esto, que en otras ocasiones se convierte en un recurso fácil y manido, han sabido aprovecharlo, dándole al personaje de Tom Cruise una profundidad emocional que antes no vimos.

Por último no podía faltar la aparición estelar del F-14 Tomcat solo que en un papel muy diferente del

que no se puede comentar mucho para no estropear la experiencia del espectador al ver a película.

La película ha estado envuelta en cierta polémica porque la viuda del periodista israelí, Ehud Yonay, ha demandado al estudio Paramount por no respetar los derechos de autor en «Maverick» (2022). Yonay escribió en 1983 el artículo en el que se basó «Top gun» (1986) y cuyos derechos fueron devueltos a la familia en enero de 2020.

### ¿EXISTE EL SR-72 QUE APARECE EN LA PELÍCULA?

Skunk Works, que significa literalmente «trabajos de mofeta» hace referencia al pseudónimo del grupo encargado de los Programas de Desarrollo Avanzado de Lockheed Martin. Este grupo sería el responsable del diseño de aviones de combate tales como F-117 Nighthawk el caza F-22 Raptor o el F-35 Lightning II También ellos han sido los encargados de diseñar la aeronave que aparece en la película; el SR-72 Darkstar. Sería un caza de quinta generación con unas capacidades ficticias, pero que cada vez se acercan más a la realidad. El avión ficticio entraría dentro de la categoría de hipersónico y sería una continuación del SR-71 Blackbird. De hecho, el SR-72 es muy parecido a la presentación que Lockheed Martin hizo en 2016 del SR-71, por lo que es posible que la realidad, en un futuro no tan lejano, supere a la ficción una vez más. Hablamos de de sistemas de armas hipersónicos preparados para la guerra electrónica; sistemas no tripulados capaces de actuar con precisión desde largas distancias.

¿Y por qué no tiene el F-35C protagonista en la película? Este es el caza de quinta generación empleado actualmente por la Marina de los Estados Unidos. Algunas fuentes indican que solo existe una versión monoplaza y esta sería una de las razones con más peso para que no aparezca. También hubiese sido una película distinta, pues es un avión equipado con sensores para interferir el radar del enemigo por

Un entrenador SR-71B sobre Sierra Nevada, California, en 1994. (Imagen: Wikipedia.com)



lo que no se enfrentaría a la artillería antiaérea de la forma en la que los F-18E/F Super Hornet lo hacen en la película. Esto hubiese rebajado mucho la tensión y las escenas llenas de adrenalina. Así escogieron al Super Hornet que es una caza polivalente y versátil que les daba mucho más

juego. Además, el F-35C podría haber terminado con estas defensas terrestres desde mucha más distancia. Al fin y al cabo, el F35-C no está pensado como un avión de combate puro, sino que combina esta capacidad con ser una plataforma de sensores aéreos avanzados. ■



# Internet y nuevas tecnologías

**ÁNGEL GÓMEZ DE ÁGREDA**  
*Coronel del Ejército del Aire*  
*Doctor en Ingeniería*  
*de Organización (UPM)*  
 angel@angelgomezdeagreda.es

Lo escribió José Luis Perales, pero en mi memoria resuena en el timbre de Amaya Uranga en las mocedades de los años noventa: «el mundo fue solo de los dos y para los dos». Treinta años más tarde, la poesía ha dado lugar a la prosa y, después de tanto tiempo de inflarla, la globalización se ha pinchado como hacen todos los globos, de repente.

La Internet se nos balcaniza, igual que la economía, y se rompe en mundos irreconciliables bajo la razón –o el pretexto– de la sostenibilidad de la cadena de suministro. Todo fluye hacia los polos y no queda más que esperar que, como en el caso de los magnéticos, las tensiones entre ambos generen la energía que haga que el mundo se mueva.

De momento, todo es barrer para casa, cerrar filas y evitar filtraciones, ya sean operativas o industriales. Lo vimos en el caso del desarrollo de las redes de 5G con Huawei, en las redes sociales con Tik Tok o, como comentamos en su día en estas mismas páginas, en los drones de la empresa china DJI. Ahora es China la que parece desconfiar del *hardware* que llega de más allá de la Gran Muralla y ha decidido renovar todos los ordenadores personales de la Administración y de las empresas estatales incorporando solo modelos fabricados en el país. Como siempre en China, los números que se manejan son mareantes: en el entorno de 50 millones de PC<sup>1</sup>.

Beijing ya dejó fuera de su mercado a empresas o aplicaciones como (una gran parte de) Google, Facebook (incluyendo WhatsApp) o

Twitter haciendo sitio para el desarrollo de sus propios Baidú, WeChat, Weibo y otros. No son los únicos; los gigantes surcoreanos Kakao y Naver, por ejemplo, dominan buena parte del negocio de los buscadores, navegadores o pagos *online* gracias a la decisión gubernamental de no permitir el pleno funcionamiento de sus homólogos estadounidenses.

Claro que no es suficiente con proteger las redes y dispositivos propios. También hay que estar en condiciones de degradar el funcionamiento de los equipos críticos del adversario en caso de conflicto o de escalada de la tensión. Y en esa definición de adversario vuelve a mezclarse a las instituciones con las corporaciones, incluso con la academia.

La red satelital Starlink saltó a primera plana de la prensa mundial cuando su propietario, Elon Musk, respondió afirmativa e inmediatamente a la petición del Gobierno ucraniano de ponerla a su disposición para garantizar las comunicaciones mientras dure la guerra. Ahora China podría considerar esa misma red como una potencial amenaza a su seguridad nacional. Un reciente artículo académico señala la necesidad de que Beijing sea capaz de destruir o inutilizar Starlink y explora las posibilidades para conseguirlo<sup>2</sup>.

Las sospechas y restricciones que imponen los países que albergan a las grandes compañías de *hardware* y de software deberían hacernos pensar que –aunque nunca lo hayan hecho ellos, ni vayan a volver a ha-





cerlo- existe el potencial de obtener información crítica de los dispositivos y programas que manejamos con tanta alegría.

Sin ir más lejos, Zoom acaba de anunciar su intención de aplicar unos algoritmos a las videoconferencias que serían capaces de detectar las emociones e intenciones de los interlocutores<sup>3</sup>. Algo que va mucho más allá de las anécdotas sobre el atuendo de cada cual -o la falta de él- que se hicieron virales durante la pandemia.

Porque, hablando de virus, la ubicuidad de la llamada inteligencia artificial en muchos, si no todos, los sistemas que utilizamos a diario en nuestras vidas civiles y en las operaciones militares obliga a pensar en su seguridad. En este caso, en su ciberseguridad, en la posibilidad de que sus algoritmos o, más probablemente, las bases de datos de las que obtienen sus conclusiones puedan ser corrompidos. Tendemos a pensar que las máquinas utilizan procesos similares a los nuestros para adquirir sus conocimientos, pero el estado actual del arte algorítmico no pasa del establecimiento de patro-

nes que, muchas veces, dependen del entrenamiento que se le proporcione y los datos que manejen en él<sup>4</sup>.

El riesgo de contaminación de datos en el caso de las máquinas es similar al de la desinformación en el de los humanos. Al final, conviene recordar que toda comunicación es influencia y que lo que pretende es conformar el filtro con el que los demás perciben una realidad. Quién controla el relato domina las percepciones y las emociones y, por consiguiente, configura la verdad.

Por eso resulta siempre complejo y controvertido cualquier movimiento relacionado con la desinformación, como demuestra la polémica en torno a la creación de una *Disinformation Governance Board* en el Departamento de Seguridad Interior estadounidense<sup>5</sup>. La línea que separa la protección frente a las mentiras ajenas y la imposición de las propias es muy delgada.

Otro tanto ocurre con el uso de la inteligencia artificial aplicado a la robótica y la percepción de legitimidad de usos como el de los sistemas de armas autónomos letales, los robots-asesinos. Sean realmente

autónomos o guiados a distancia, los drones son vistos con ojos muy distintos en cada país en función de su uso táctico o estratégico, de las restricciones éticas y jurídicas que aplican, y de si provocan víctimas civiles en sus ataques<sup>6</sup>.

Pero ese ya es un tema que tendremos que abordar en detalle en otra ocasión. ■

#### NOTAS

<sup>1</sup>[https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-05-06/china-orders-government-state-firms-to-dump-foreign-pcs?sref=U0wOqccE&utm\\_source=pocket\\_mylist](https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-05-06/china-orders-government-state-firms-to-dump-foreign-pcs?sref=U0wOqccE&utm_source=pocket_mylist)

<sup>2</sup><https://www.scmp.com/news/china/science/article/3178939/china-military-needs-defence-against-potential-starlink-threat>

<sup>3</sup><https://www.protocol.com/enterprise/zoom-emotion-ai-aclu-rights>

<sup>4</sup><https://www.japantimes.co.jp/opinion/2022/04/27/commentary/world-commentary/next-cybersecurity-crisis/>

<sup>5</sup>[https://www.politico.com/news/2022/05/05/dhs-disinformation-board-mayorkas-00030123?utm\\_campaign=TechStream&utm\\_medium=email&utm\\_content=212200507&utm\\_source=hs\\_email](https://www.politico.com/news/2022/05/05/dhs-disinformation-board-mayorkas-00030123?utm_campaign=TechStream&utm_medium=email&utm_content=212200507&utm_source=hs_email)

<sup>6</sup><https://www.brookings.edu/blog/order-from-chaos/2022/05/05/what-makes-a-drone-strike-legitimate-in-the-eyes-of-the-public/>



# el vigía

## Cronología de la Aviación Militar española

«CANARIO» AZAOLA  
Miembro del IHCA

Hace 108 años

### Resumen

Madrid 30 septiembre 1914



La veterana (1908) y prestigiosa revista *España Automóvil y Aeronáutica*, publica esta quincuena un interesantísimo resumen de la rama de aviación, desde los primeros ensayos hasta la fecha. Por parecernos sumamente curioso, vamos a examinar, superficialmente, el relativo a los vuelos realizados por los 65 aviadore que se citan.

El más volador es sin duda el primer teniente Ángel Martínez de Baños (foto) quien en el periodo 1911, 1912 y 1913, realizó 1209=77, 16 horas; le siguen los capitanes Eduardo Barrón

1099=71,08 h; Alfredo Kindelán con 895<sup>1</sup>=75,17 h y Alfonso Bayo con 831=69,42 h. El resto apenas llegan a los 500

<sup>1</sup>Incluidos los realizados en el extranjero.

**Nota de El Vigía:** Martínez de Baños, de quien se ha escrito con frecuencia en estas páginas, gozaba de una reputación envidiable, distinguiéndose por su serenidad e intrepidez; sus jefes y compañeros le tenían en gran consideración y estima. Socialmente le adornaban también cualidades muy atrayentes pero, incongruencias del destino, el 17 de noviembre de 1929, al subir en el campo de Alfaró a bordo del bimotor Farman F-50, que procedente de Francia y con tripulación gala tenía su destino en Madrid, una grave avería, al parecer, le hizo caer a tierra en las proximidades de Casas de Villaseca (Soria) pereciendo todos sus ocupantes. Hemos de hacer constar el gesto de S.M. el rey Afonso XIII, quien apadrinó a la hija póstuma de Baños.

Hace 85 años

### Valentía

León 27 septiembre 1937

Tras una brillante ofensiva de la cadena de Pavos (6-G-15) el jefe de la Región Aérea del Norte, comandante Llorente, ha recibido del jefe de la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> Brigadas de Navarra,

coronel Muñoz Grandes, el telegrama de fecha de ayer que dice lo siguiente:

«En mi ya larga vida militar, hartado de ver derrochar heroísmo por nuestros soldados, jamás he visto bravura igual a la que vosotros habéis desarrollado en este momento en las cumbres de del Espandés.

A lo cual yo, como jefe de las Fuerzas del Norte y mi también larga vida militar, os agregó: que jamás he recibido felicitación tan vehemente y apreciada de jefes tan queridos y valerosos.

Orgullo y ambición de superarnos por el bien de la patria, son la consecuencia inmediata de tan estimada felicitación.

Lo que comunico a Vd. Para su satisfacción propia y la de las fuerzas a sus órdenes».



Hace 80 años

### Visita

Sevilla 28 septiembre 1942

Se encuentra de descanso en esta ciudad, el comandante jefe de la 2.<sup>a</sup> Escuadrilla Azul, que lucha heroicamente en los cielos de Rusia, Julio Salvador Díaz-Benjumea. El prestigioso aviador, que durante la guerra civil tuvo una brillantísima actuación al lado del inolvidable García Morato, ha manifestado que «los españoles se batían en el aire ruso con extraordinaria bravura y pericia y que muchos oficiales están propuestos para ser condecorados con la Cruz de Hierro».



## Cartillas ilustradas

Continuando con las cartillas de aquel gran aviador, que fue Carlos Pombo Somoza, le vemos en 1937 en el E.M del Aire en Salamanca, al tiempo que mandaba la Escuadrilla de Transporte de la Jefatura del Aire. Al año siguiente, agregado a la K-88 de la Legión Cóndor desde Zaragoza vuela los Pedros (Heinkel He-111) y los Bacalaos (Dornier Do-17) del Grupo español 8-G-27 y, tras pasar por la AS-88 dotada de Zapatonos (Heinkel He-59), toma el mando de la escuadrilla mixta He-59 y He-60.

Ya en la paz, por cuatro años ejerce de profesor en la Escuela de Vuelo Sin Visibilidad de Salamanca-Matacán. En 1943 es profesor auxiliar en la Escuela Superior del Aire. Al siguiente año recibe del JEMA la orden de organizar una unidad de salvamento de náufragos y, tras asistir en comisión de servicio en la base de Berre (Marsella) a un curso de tal especialidad, regresa «a prisa y corriendo» a Pollensa, pilotando uno de los magníficos trimotores Dornier Do-24. El 13 de junio, a bordo de uno de ellos sufre un accidente, resultando con fractura de fémur y siendo hospitalizado en Palma de Mallorca.



Hace 70 años

## Cooperación

Logroño 10 septiembre 1952

Fuerzas aéreas del aeródromo de Agoncillo participan en las importantes maniobras militares que se están llevando a cabo al norte de Vitoria. Según hemos podido saber, el VI Cuerpo del Ejército aporta 6500 hombres, que cuentan con la cooperación de varias escuadrillas de Heinkel He-111 de nuestro 15 Regimiento de Bombardeo Ligero.



Hace 35 años

## Renovación

San Javier 11 septiembre 1987

Recibidos por el coronel director José M.ª Pérez Tudó y el jefe de vuelos, teniente coronel Francisco Sánchez Borralló, han llegado a la AGA los dos primeros ENAER Pillán de los 40 adquiridos, para sustituir, en la enseñanza elemental, a los E.17 Mentor, con más de 30 años de intenso servicio.

Como ya es sabido, el Pillán es producto de la industria chilena y está siendo ensamblado por

Construcciones Aeronáuticas SA en su factoría de Getafe.

*Nota de El Vigía:* La fotografía, obra de mi amigo «Salva» Marín, buen fotógrafo y excelente persona. Generoso a tope, hace las fotos para que los demás las disfrutemos. Por el hecho de vivir en San Javier lógicamente «controla» el tráfico de la AGA; tanto es así que por iniciativa suya y para satisfacción de los alumnos, fecha sus instantáneas y, junto con la matrícula, que muchas veces se ve, estos pueden bajarlas de la página de Salva, para mandar a sus casas o novias, junto a la afirmación: Ese soy yo.

## Bajo el fuego y sobre el hielo La Sanidad en la campaña de la División Azul

José Manuel Poyato Galán

640 páginas, 16,5 X 25 cm. Madrid: Editorial Actas, 2022. ISBN: 978-84-9739-152-8

## Aportaciones de la Cruz Roja al comienzo de la aviación sanitaria

Miguel Ángel González Canomanuel

116 páginas, 15 X 24 cm. Madrid: Editorial Dykinson, 2021. ISBN: 978-84-1377-453-4



Las vicisitudes de la División Española de Voluntarios, popularmente conocida como División Azul, en el frente ruso entre 1941 y 1943, durante la II Guerra Mundial, han sido ampliamente tratadas por diversos historiadores. Sin embargo, este libro la aborda desde una perspectiva diferente, muy poco tratada hasta la fecha: la organización y funcionamiento del escalón mé-

dico que la acompañó. Es una obra muy documentada, de amena lectura, en la que Juan Manuel Poyato Galán, médico e historiador, muestra el resultado de su investigación en diversos archivos oficiales británicos, norteamericanos, alemanes, rusos y españoles, así como en colecciones privadas. También ha utilizado fuentes primarias como entrevistas personales a supervivientes y familiares. Ha obtenido muchos documentos y testimonios inéditos, así como fotografías que se muestran en esta edición.

Detalla y analiza los medios humanos y materiales empleados para prestar un servicio de calidad en el frente oriental, uno de los más letales de la II Guerra Mundial. Allí se produjo un enorme número de bajas, debidas a la crudeza de los combates, a los rigores del invierno ruso y a las condiciones imperantes, que fomentaban el desarrollo de numerosas enfermedades, un hecho que corroboran las estadísticas que para el contingente español arrojan cifras de más de 25.000 bajas entre fallecidos, heridos, enfermos, congelados, mutilados, prisioneros y desaparecidos, más de la mitad de los 45.242 efectivos que lo integraron en total.

Se presta especial atención a los aspectos organizativos y logísticos de la asistencia sanitaria en primera línea y a los hospitales de retaguardia, así como a situaciones de la vida diaria donde se ponen de manifiesto las dificultades de los médicos y sanitarios españoles, sus relaciones

con la población local rusa, así como con sus colegas alemanes. Concluye la obra con un apéndice en el que se muestra un listado biográfico de médicos que prestaron sus servicios facultativos en la División Azul.



Cuando hoy día gozamos de una atención sanitaria que incluye la localización, atención y transporte rápido de enfermos y heridos graves, este libro es un homenaje a los pioneros que hace un siglo supieron prever el papel que podría desempeñar la incipiente aeronáutica en la prestación de esos servicios. Señala el autor que la aparición de la aviación sanitaria en nuestro país se debió

a un revulsivo tan catastrófico como el Desastre de Annual (1921), en la guerra de Marruecos. En 1923 comenzaron a operar los primeros aviones sanitarios de la Aeronáutica Militar, dos Breguet XIV. Y en 1925, en el desembarco de Alhucemas, operaron dos Junkers F13 de evacuación sanitaria que habían sido adquiridos por la Cruz Roja Española. La Corona corría con los gastos derivados de su operación y la Aeronáutica Militar aportaba la infraestructura y el personal para su mantenimiento y vuelo.

De este modo, nuestro país se convirtió en uno de los pioneros a nivel mundial de esta nueva actividad aeronáutica, que permitió dar una nueva esperanza para la atención sanitaria de los heridos graves en los campos de batalla en las primeras décadas del siglo XX, cuando este tipo de heridos estaban abocados a una evacuación larga y penosa con escasas posibilidades de supervivencia.

Miguel Ángel González Canomanuel, médico y piloto deportivo, ha basado su investigación en el Centro de Documentación de la Cruz Roja Española en Madrid, así como en el Archivo Histórico del Ejército del Aire en Villaviciosa de Odón.



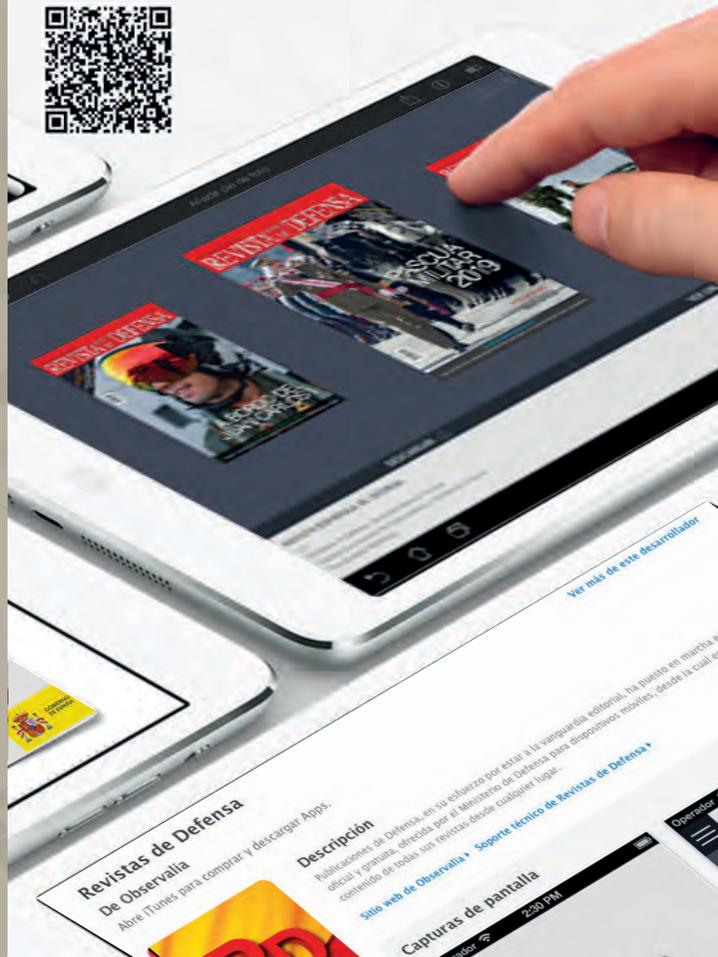
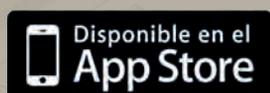
# App

## Revistas de Defensa

Consulta o **descarga gratis el PDF** de todas las revistas del Ministerio de Defensa.

También se puede consultar el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.

La app **REVISTAS DE DEFENSA** es gratuita.



# WEB

## Catálogo de Publicaciones de Defensa

<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

La página web del **Catálogo de Publicaciones de Defensa** pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

También se puede consultar en la WEB el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.



## Archivo Histórico del Ejército del Aire (AHEA)

*recoger, conservar y difundir*

Los cerca de 7.000 metros lineales de documentación que se custodian en el AHEA constituyen una fuente de primer orden para los estudios sobre la historia de la aeronáutica española y sobre el Ejército del Aire en todos sus aspectos.

Los fondos depositados están abiertos a la consulta por investigadores, aficionados a la aeronáutica o particulares con un sencillo trámite. El AHEA acepta donaciones de documentos y material gráfico de propiedad privada relacionado con la aeronáutica o el Ejército del Aire.

Avenida de Madrid, 1 - Telf. 91 665 83 40 - e-mail: [ahae@ea.mde.es](mailto:ahae@ea.mde.es)  
Castillo Villaviciosa de Odón  
28670 VILLAVICIOSA DE ODÓN. MADRID