
SWARMING EN EL EJÉRCITO DEL AIRE

Habría gente que se pregunte que qué es eso del *swarming*. Razón no les falta. Como en tantas otras cosas, en el Ejército del Aire, en las Fuerzas Armadas, en la OTAN y, en general, en la sociedad, se avanza por medio de modas. Cuando aparece una nueva tendencia, todos quieren apuntarse a ella. Como dijo el almirante E. J. King¹, *I don't know what the hell this "logistics" is that Marshall is always talking about, but I want some of it*².

Viene esto al caso por una de las últimas modas que comienza a llegar a este terreno patrio. Estoy hablando del *swarming*, una palabra sajona que viene a significar "enjambre, nube, multitud". Viene a resumir algo que ha estado presente desde el principio de los tiempos pero al que nuevas tecnologías lo han dotado de un nuevo significado, que puede resultar mucho más definitivo de lo que la mera definición sugiere.

Ya en 2002, Michael Crichton, en su novela *Presa*, establecía lo que podría ser un paradigma del *swarming* que nos viene. En dicha obra, la DARPA³ encarga a una empresa la creación de un sistema ISR⁴ inderrrible. Lo que hace la empresa en cuestión es crear nanobots que, actuando de manera coordinada, proporcionaba una lente en el aire con capacidades únicas. Evidentemente, se trata de una obra de ficción científica y quedan décadas para que la tecnología llegue a ese extremo... pero es una dirección que no se debe obviar sin un análisis más exhaustivo.

Actualmente no se puede llegar a los extremos que define la novela de Crichton pero lo que sí es seguro es que se están produciendo grandes y potentes avances en el área de la robótica, que cambiarán la faz del combate en poco

tiempo. Por ejemplo, el sistema Legged Squad Support System, que viene a decir algo así como Sistema de Apoyo de Pelotón con Piernas, en el que se ha recreado una mula robótica –de hecho, en varias webs y documentación se le denomina así– de modo que se alivie la carga que llevan encima los combatientes y que les acompañe por todo tipo de superficie o entorno, montañoso incluido.

Otro buen ejemplo de lo que nos depara el futuro se puede encontrar en la Marina norteamericana, que mediante el programa Control Architecture for Robotic Agent Command and Sensing, or CARACaS (Arquitectura de Control para el Mando y la Detección de Agentes Robóticos) ha realizado una serie de experimentos en los que hasta trece embarcaciones han realizado determinadas maniobras para proteger una embarcación de alto valor, al tiempo que efectúan un bloqueo sobre un posible enemigo emergente detectado por un helicóptero SH-60 Seahawk. Este proyecto⁵, liderado por la Oficina de Desarrollo Naval (ONR por sus siglas en inglés), aún encontrándose en las primeras fases de desarrollo, tiene un futuro brillante por el hecho de ofrecer varias capacidades interesantes en un único proyecto. A saber:

a) ofrece protección contra grandes buques y contra ataques perpetrados por otros más pequeños. Todos tienen en mente el ataque que sufrió el USS Cole y el atentado que sufrió; ese mismo ataque terrorista se habría evitado de disponer de este tipo de protección automatizada⁶. Y b) la inspección de buques sospechosos y de actitudes beligerantes se puede realizar sin poner en peligro marino alguno, lo que redundará en la seguridad y moral de todos los miembros de dicho buque.

Si bien el terreno aeronáutico los avances no son tan espectaculares,



**Jorge Juan Fernández
Moreno**

Teniente Coronel
del Ejército del Aire

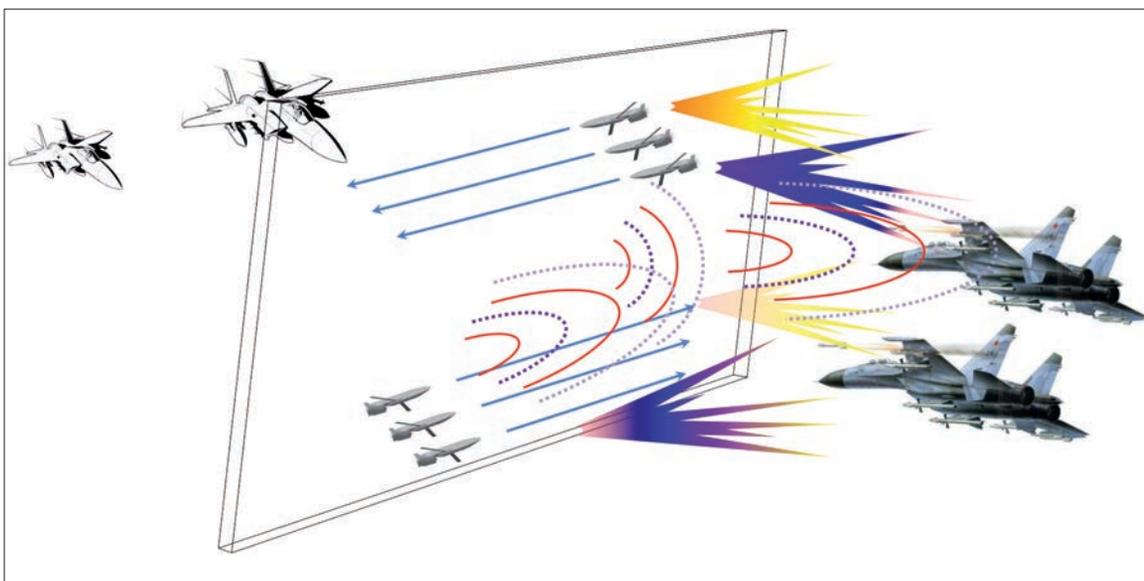
no cabe duda que los habrá. El hecho que en el aire todos los posibles actores se encuentren bien definidos por el plan de vuelos que han debido rellenar antes de salir a volar ayuda a que el riesgo de daño colateral sea escaso o, incluso, inexistente. Es posible que se dé un fratricidio, pero no se dañará a una aeronave en vuelo por el mero hecho de encontrarse en el sitio equivocado en el peor de los momentos.

Sin embargo, el poder del swarming no radica única y exclusivamente en la cantidad de

bertura. Por otro lado, se precisaría de un sistema que sincronizara todos esos elementos para que operaran en sintonía. De eso también se encargaría el GPS, puesto que actualmente, es casi más importante la función cronométrica que la de geolocalización en el caso del sistema GPS.

La compartición de datos por parte de todos los miembros de un enjambre dado sería otra de las características que definirían el éxito o el fracaso de este sistema. Para ello, todos los

Ejemplo de swarming en aire-aire.



sistemas en el aire, sino en el grado de coordinación que se llegue a alcanzar. Esa y no otra es la auténtica dificultad de crear un sistema de swarming adecuado y ése es, precisamente, lo que hace que sea tan potente como nueva tecnología en el campo de batalla. Cuando estos sistemas estén operativos, habrán de comunicarse entre sí. Inicialmente, la cantidad y prolijidad de las órdenes que se empleen no deberán ser demasiado importantes, si bien es previsible que según se les vaya empleando para más cometidos, se vaya incrementando la cantidad y calidad del flujo de información que compartan.

La tecnología implicada en este nuevo *game changer*⁷ no es demasiado rompedora. Para crear un enjambre, lo primero que se necesita es un sistema de localización de cada elemento individual preciso, barato y ligero, con unos requerimientos de energía para funcionar y de mantenimiento para operar auténticamente pequeños. Los receptores GPS han visto como se han ido reduciendo paulatinamente sus tamaños y requerimientos de energía al tiempo que se multiplicaba su precisión y su grado de co-

elementos individuales habrían de contar con un data link, ya fuese dedicado o basado en tecnología COTS⁸, como podría ser terminales de Link-16. El problema radica aquí en que el Link-16, aún habiéndose realizado un esfuerzo importante para reducir requerimientos de volumen, peso y energía que dieron paso al MIDS-LVT⁹, sigue siendo un sistema relativamente grande, pesado y caro¹⁰, sobre todo si se pretende colocar uno de ellos en cada sistema individual que conformaría un swarm. Por ello es previsible que los vectores no tripulados que adoptaran características swarm estuviesen dotados, al menos inicialmente, de data links dedicados, que tuviesen pesos y volúmenes realmente reducidos y que ofreciesen prestaciones si no equiparables, sí de características similares a las que actualmente ofrecen los data links con los que operan gran parte de los aviones de caza del mundo occidental.

Por otro lado y dependiendo de la naturaleza de la misión encomendada, las plataformas que se conviertan en vectores de lanzamiento de un swarm deberían tener cierta capacidad de mando y control (C2), porque un enjambre

puede dedicarse a labores defensivas, cosa que podría realizar de acuerdo a unos algoritmos determinados y en modo casi automático; pero también podría ser usado para sobrecargar un sistema de defensa aérea integrado –IADS– enemigo, que sería una de las más importantes y principales misiones que se encomendaría a este concepto cuando esté inoperativo.

Por todo ello, no es descabellado afirmar que la eficacia de un sistema de swarming dado ha de ser dependiente de tres factores, a saber: el número de elementos en la red, lo cual a su vez es función del precio objetivo por unidad; de su capacidad de comunicarse entre sí, que es consecuencia directa de las capacidades del data link que porten dichos elementos del enjambre; y, por último, de lo más o menos coordinado que actúe dicho enjambre, lo cual nos lleva a la calidad de la inteligencia artificial –IA– o de lo depurados que puedan llegar a ser los algoritmos que rijan el comportamiento de esos minúsculos robots. Dicho en lenguaje matemático,

$$Sw_L = N \times DL_{Cap} \times IA_L$$

en donde Sw_L sería el nivel o la capacidad del Swarm, N sería la cantidad de elementos integrados en el enjambre, DL_{Cap} establecería las capacidades del Data Link y IA_L representaría la calidad de la programación de los elementos del swarm.

Cierto es que ya existen en el mercado soluciones operativas que beben de este concepto. El sistema MALD y su derivado MALD-J¹¹ parten de premisas similares aunque no iguales. El MALD es un dron, a mitad de camino entre una munición de precisión y un RPA¹², que vuela una ruta predeterminada al tiempo que el sistema a bordo, el SAS –Signature Augmentation Subsystem, Sistema de Incremento de Firmas radar– emite las señales radar cuidadosamente seleccionadas que harán pasar a ese pequeño dron por el tipo de avión que se seleccione, presentando ante los operadores radar una escena que poco o nada tiene que ver con la realidad del espacio aéreo circundante. Se trata, pues, de denegar SA –Situational Awareness, habitualmente traducido como consciencia situacional– a los sistemas de defensa aérea mediante el engaño y la decepción electrónica, dos premisas básicas de una operación exitosa.

Inicialmente, el programa MALD tenía como objetivo el ser lanzado en salvas que sobrecargarían los radares de cualquier red de defensa aérea, haciendo ver a los operadores de los radares en sus centros de mando y control que decenas o cientos de aparatos entraban en el espacio aéreo de su responsabilidad, hacien-



do saltar las alarmas y activando todo el sistema de defensa aéreo. De esa activación se extraerían datos muy precisos sobre frecuencias de reserva de guerra, tanto radáricas como de comunicaciones, tiempos de activación de los aviones de scramble, disposición de radares de tiro que pudieran estar en modo durmiente, etc. Por tanto, la idea inicial del MALD no era tanto conformar un swarm como realizar un activado total de una IADS con objeto de disponer de la más precisa y actualizada información en el momento de lanzar un ataque aéreo.

Por el contrario, un swarm sí que buscaría sobrecargar un IADS dado, tanto por la mera cantidad de elementos en vuelo como por las acciones que éstos tomarían, que irían fundamentalmente encaminadas a realizar funciones de SEAD¹³, perturbación radárica y/o de comunicaciones e, incluso, de ataque cinético contra instalaciones críticas. Es decir, en un único sistema de armas se encuadrarían misiones que actualmente cubren varias plataformas y cuya importancia decisiva para las operaciones aéreas hace que éstas sean prioritarias para cualquier fuerza aérea del mundo. Se trataría, en cierta manera, de cambiar el enfoque del sigilo –epitomizado por la tecnología stealth– por el de fuerza bruta, haciendo imposible a un sistema de defensa aérea defender nada ante la cantidad de enemigos a los que se enfrenta.

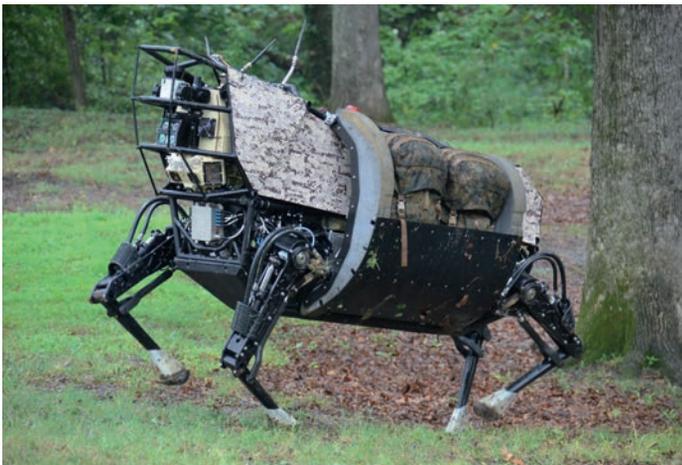
Así, la preocupación existente entre los más altos estamentos sobre los sistemas A2/AD¹⁴, los cuales pueden denegar un área determinada u ofrecer una defensa antiaérea de gran ca-



F-16
carrying
MALD

lidad para un centro neurálgico enemigo, pudiera ser que quedara sobrepasada por un sistema que fuera capaz a la vez de saturar una pantalla PPI¹⁵ de blancos, tanto reales como ficticios, al tiempo que se sufre una auténtica tormenta electromagnética en forma de perturbación de todo tipo ruido, RGPO's y VGPO's en coordinación, ganancia inversa, Cross Eye, etc.— que contaría además con la ventaja de la distancia a la que se efectuaría dicha perturbación. Recordemos que la distancia en temas de perturbación radar es crítica porque en las ecuaciones que rigen estas acciones, el factor R (distancia) se encuentra elevado al cuadrado, por lo que cualquier variación en la distancia se verá potenciado enormemente. Es decir, al poder acercarse más a sistemas potencialmente letales por no importar demasiado —recordemos que el coste de los elementos que conforman un swarm ha de ser *realmente* bajo, del orden de unos pocos miles de dólares como máximo, para poder ser viable y aprovechar las ventajas de un enjambre— que alguno de sus elementos sea destruido, las capacidades en cuanto a guerra electrónica se multiplican y, consecuentemente, su potencial como saturador de una

Prototipo
de sistema
de robot.



red de defensa aérea se eleva exponencialmente.

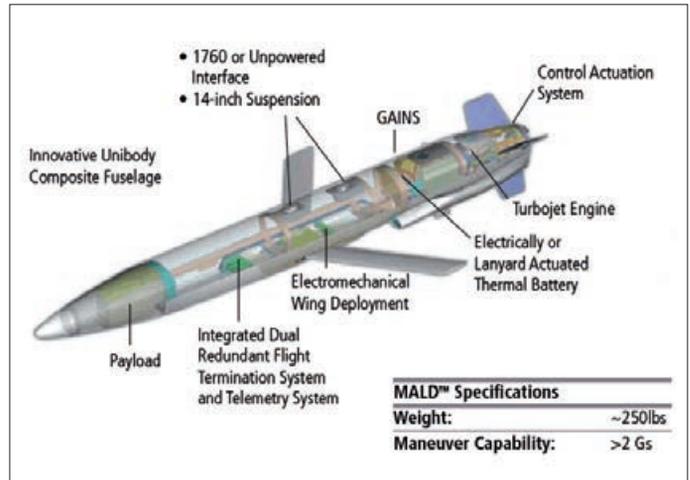
Una característica de esta aproximación es la facilidad que tendría un hipotético sistema de este estilo en pasar de lo defensivo a lo ofensivo y viceversa. Si se utilizase en su versión defensiva, un swarm se arremolinaría en torno al objeto que tendría que defender (normalmente, una formación de cazas, un transporte pesado, un cisterna, un avión de guerra electrónica, un AWACS o alguno de los multiplicadores de fuerza clásicos) y contribuiría de manera decisiva a que ningún sensor enemigo pudiera bloquearse sobre el objeto a defender, ofreciendo una mirada de objetivos, de firmas tanto radar como IR y de trayectorias, haciendo imposible prever donde se encuentra el blanco real y cuál será su posición en un momento futuro, impidiendo el lanzamiento de ningún misil. Para pasar a ofensivo, bastaría fijar un objetivo desde la estación de control y el enjambre, de acuerdo con los algoritmos que usarían todos y cada uno de sus elementos, se movería al unísono en busca de dicho objetivo. Objetivo que podría ser fijo —un emplazamiento radar, un despliegue de sistemas antiaéreos o el que se precisa— o móvil, estableciendo una serie de barreras de actuación que impedirían al sensor enemigo hacer aquello para lo que fue diseñado y adquirido.

Curiosamente, un sistema del tipo que estamos contemplando en este artículo podría establecer también un *safe haven* o espacio aéreo protegido, en donde no fuese posible para un avión enemigo penetrar con sus sensores. Bastaría con que los elementos del enjambre se colocasen formando una pantalla vertical y que se moviesen en un espacio aéreo bien delimitado para crear una barrera de confusión y falta de información que mantendría a salvo a todo avión propio colocado al otro lado de la misma. De esta manera, el cielo, siempre transparente para los sensores y limitado únicamente por fenómenos atmosféricos y limitaciones del propio sensor, comenzaría a poder ser acotado y denegado su acceso a voluntad, al menos en lo referente a obtener información sobre una porción del mismo.

En fechas muy recientes, la DARPA anunció que ha lanzado un programa para empezar a conceptualizar, diseñar y construir los primeros swarm de uso en el airespacio¹⁶, siendo su primer uso el de denegación de la libre circulación por un espacio aéreo en disputa, pero con el añadido que esta agencia pretende que dichos minirobots sean recuperados posteriormente en vuelo, haciendo posible su reutilización hasta unos 20 vuelos, momento en el que se procedería a reubicar los sistemas que se

encontraran en mejores condiciones en otros elementos del swarm, reduciendo de esta manera el precio de adquisición y de mantenimiento, algo que hay que tener muy presente en estos tiempos de restricciones económicas. El nombre, como no podía ser de otra manera tratándose de un programa lanzado por los norteamericanos, tiene connotaciones cinematográficas: llamarán a los drones que operen en enjambre *Gremlins*, el mismo nombre de una película de los años 80 producida por Steven Spielberg, que a su vez recabó el nombre de un fenómeno que algunos pilotos de la RAF afirmaron ver en vuelos nocturnos sobre los cielos alemanes en plena Segunda Guerra Mundial.

Así pues, parece probable e incluso posible que nos encontremos en el umbral de una nueva forma de hacer la guerra, pasando el grueso del combate de personas biológicas a robots de diversa forma y tamaño. En función de la evolución, ya sea ésta positiva o negativa, de los nuevos sistemas que están empezando a ser experimentados, se puede afirmar que nos hallamos en el inicio de una auténtica explosión de combatientes de diferentes formas y tamaños, los cuales empezarán a ocupar nichos de actividad que, anteriormente, eran de desempeño exclusivamente humano. La evolución ha demostrado que el trabajo en cooperación triunfa siempre sobre los individuos, por altos y fuertes y de grandes capacidades que sean éstos;



siempre sucumbirán ante elementos más pequeños, veloces, fungibles y adecuadamente coordinados. Le pasó al oso cavernario frente a los neandertales, le pasa a las ballenas frente a un conjunto de orcas hambrientas, le pasa a la marabunta frente a prácticamente cualquier otro insecto o pequeño ave que se encuentre y le pasa a los enormes búfalos frente a las manadas de leones o de hienas. Sólo queda por averiguar si la coordinación necesaria para realizar este tipo de ataque se logra; de ser así, bien podríamos estar frente a un nuevo tipo de guerra. •

Notas

¹Uno de los almirantes más inteligentes, visionarios, talentosos... y controvertidos, por lo exigente y poco empático que fue.

²No sé qué demonios es eso de "logística" de lo que está hablando siempre Marshall pero quiero algo de ello".

³Defence Advanced Research Projects Agency, Agencia de Desarrollo de Proyectos Avanzados de la Defensa.

⁴Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, Reconocimiento, Vigilancia e Inteligencia.

⁵Puede verse parte del mismo en http://www.popsi.com/article/technology/navydemonstrates-swarm-armed-robot-boats#oid=p1a2V3cDqmsakjGiTl_7uHfo9AawEX1

⁶El 12 de octubre del 2000, estando fondeado en el puerto de Adén, el USS Cole fue atacado por medio de una lancha neumática que logró acercarse lo suficiente al casco y detonar allí la potente carga explosiva que transportaba, abriendo un boquete de 12 metros de diámetro. Como consecuencia de esa acción, murieron 17 tripulantes y otros 39 sufrieron heridas de diversa consideración.

⁷Expresión americana que hace referencia a alteraciones tan radicales en los métodos habituales que cambian y rediseñan el arte del combate, marcando épocas.

⁸Commercial-Off-The-Shelf o estándar commercial, según su acepción más extendida.

⁹Multifunctional Information Distribution System –Low Volume Terminal, Sistema de Distribución de Información Multifuncional– Terminal de Bajo Volumen.

¹⁰De acuerdo con la página web de Rockwell Collins (<https://www.rockwellcollins.com/~//media/Files/Unsecure/Products/Product%20Brochures/Communcation%20a>

<nd%20Networks/Data%20Links/MIDS%20LVT/MIDS%20LVT%20data%20sheet.aspx>), fabricante de dicho MIDS-LVT, las dimensiones del aparato son 24, 7 x 34,3 x 19,3 cms y su peso es de 26,9 kgs.

¹¹Miniature Air-Launched Decoy y Miniature Air-Launched Decoy/Jammer, señuelo miniaturizado lanzado desde el aire y perturbador basado en el señuelo miniaturizado lanzado desde el aire. Se trata, básicamente, de drones capaces volar un plan de vuelos determinado al tiempo que mediante un sistema de emisión controlada, simula ser un avión determinado. La versión MALD-J porta, asimismo, un perturbador radar de modo que perturba los radares seleccionados. Para más información, visitar la página de Raytheon <http://www.raytheon.com/capabilities/products/mald/>

¹²Remotely Piloted Aircraft, la denominación de dron o UAV que ahora se considera más adecuada.

¹³Suppression of Enemy Air Defenses, Supresión de Defensas Aéreas Enemigas.

¹⁴Anti Area / Area Denial, sistemas de armas superficie-aire con gran alcance, gran capacidad radárica y que pueden combatir simultáneamente varios blancos enemigos. Entre los A2/AD típicos se encuentran los sistemas de armas S-300P, S-300V, S-300PMU-1 y -2 y S-400, conocidos en la OTAN por los códigos SA-10 Grumble, SA-12 Gladiator/Giant, SA-20 Gargoyle y SA-21 Growler, respectivamente.

Plan Position Indicator o pantalla radar clásica.

¹⁵Disponible en internet en <http://www.defenseone.com/technology/2015/08/military-wants-swarm-bots-retrieve-midair/119795/?oref=d-chamber>