

Análisis del impacto del uso de drones FPV letalizados sobre el combate terrestre

Javier Jordán.

Catedrático de Ciencia Política y de la Administración

Universidad de Granada, España

E-mail: jjordan@ugr.es

Introducción

El objeto principal de este estudio son los drones FPV utilizados como municiones guiadas. Un dron FPV (First Person View) es un tipo de dron que permite al piloto experimentar el vuelo como si estuviera dentro del propio dron. Esto se logra mediante una cámara a bordo del dron que transmite video en tiempo real a unas gafas especiales (gafas FPV) o a una pantalla. El desarrollo de los drones FPV de carácter civil ha sido progresivo e impulsado en gran medida por comunidades de aficionados que construían y mejoraban sus propios drones. Uno de los principales usos de los drones FPV fueron las carreras de drones que, conforme se popularizaron a mediados de la década de 2010, impulsaron la creación de circuitos y ligas de competición específicas.

El empleo de drones FPV como municiones guiadas se ha generalizado en el contexto de la guerra de Ucrania. El concepto ya existía en el ámbito militar pues el uso de los drone FPV es similar al de las municiones merodeadores como, por ejemplo, el Switchblade 300 empleado por las fuerzas norteamericanas en Afganistán o el Harop, de la empresa israelí IAI, utilizado por Azerbaiyán contra las fuerzas de Armenia en la guerra de Nagorno-Karabaj de 2020. La diferencia principal entre los drones letalizados FPV utilizados en Ucrania y las municiones merodeadoras fabricadas como tales por empresas de defensa es que el bajo precio de los primeros está permitiendo utilizarlos en masa en la guerra de Ucrania. Este cambio, unido a otras innovaciones relacionadas con la creación de una nube de combate, está teniendo consecuencias de enorme calado que trascienden la guerra de Ucrania y que plantean serios desafíos al modo como se ha desarrollado tradicionalmente el combate terrestre.

El enfoque de los tres horizontes constituye una herramienta valiosa a la hora de explorar la magnitud y las consecuencias del uso masivo de drones FPV letalizados como municiones guiadas de bajo coste. Este paper expone los resultados de un trabajo realizado en colaboración con la Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM) del Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) del Ejército de Tierra español. La investigación se ha basado en un análisis documental de los estudios realizados hasta el momento sobre la evolución e impacto de los drones comerciales letalizados en el campo de batalla en Ucrania. La investigación también ha incluido una entrevista en profundidad con el director de la empresa Red Team Shield. Se trata de la única empresa española especializada en investigar y replicar la amenaza que suponen los drones comerciales letalizados con el fin de desarrollar tácticas, técnicas y procedimientos para contrarrestarlos y para testear la efectividad de los

sistemas contra-drone (C-UAS) desarrollados por otras empresas. La entrevista completa se ha publicado en dos episodios de podcast en el canal Global Strategy. Por último, la investigación ha incorporado la organización y análisis de resultados de un focus group en la que participaron seis miembros de la DIDOM más cuatro oficiales del Ejército de Tierra destinados en unidades relacionadas con el empleo de municiones merodeadoras que se unieron al focus group mediante videoconferencia. En el focus group se discutieron los resultados preliminares de la revisión documental y de la entrevista en profundidad con el director de la empresa Red Team Shield. Este paper recoge los resultados finales de todo este proceso.

El enfoque de los tres horizontes aplicado al objeto de estudio

La propuesta inicial para entender el cambio que entraña el uso de drones *first person view* (FPV) como municiones guiadas utilizando el enfoque de los tres horizontes ha sido la siguiente:

Horizonte 1 (H1): Modo como el Ejército español ha concebido el combate terrestre convencional en las últimas décadas. Por combate terrestre convencional se entiende contra las fuerzas militares de otro Estado, excluyendo por ejemplo el combate en escenarios de contrainsurgencia. El H1 es resultado de la evolución experimentada por los ejércitos europeos de OTAN desde la Segunda Guerra Mundial hasta el inicio de la guerra de Ucrania en 2022.

Horizonte 2 (H2): El H2 comienza con la introducción progresiva de drones comerciales letalizados en los conflictos armados de la última década (Siria, Irak, Yemen, etc.). Es importante destacar que el H2 no se limita a los drones comerciales letalizados, sino que la efectividad de estos depende de su empleo como parte de un sistema más amplio que incluye el uso de drones como sensores de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), integrados en una nube de combate que identifica, prioriza y asignar objetivos a diferentes tipos de efectores, lo que hace posible la creación de la *kill web*. Dichos efectores pueden ser fuegos de artillería y morteros, y también drones comerciales letalizados. Dentro de estos últimos se incluyen los drones FPV que actúan como municiones merodeadoras y que gracias a su bajo coste pueden ser utilizados en masa. Todos estos cambios del H2 ponen en cuestión la efectividad del H1.

Horizonte 3 (H3): Integración de los drones letalizados FPV en una nueva concepción del combate terrestre que tiene como elemento central la creación de una *kill web* que proporcione superioridad en la información y en el enfrentamiento.

Características principales del Horizonte 1

La letalidad creciente del campo de batalla desde mediados del siglo XIX y que alcanzó su apogeo en la Primera Guerra Mundial condujo a la aparición del H1. El H1 tenía como uno de sus principales propósitos hacer viable la maniobra frente a la enorme potencia de fuego que son capaces de generar los ejércitos de la era industrial. Sus principios fundamentales son en

gran medida reconocibles en las operaciones militares de la Segunda Guerra Mundial (Citino, 2004). A continuación, se enumeran de manera esquemática los elementos centrales del H1, destacando especialmente aquellos que se ven desafiados por los cambios que están teniendo lugar en el H2.

En el nivel táctico, el H1 se centra en reducir la exposición de las unidades sobre el terreno al fuego hostil y permitir el movimiento propio mientras se dificulta el del enemigo. Sus elementos incluyen: dispersión, enmascaramiento, refugio, fuego de supresión, maniobra de pequeñas unidades y combate interarmas para generar dilemas tácticos al adversario (Biddle, 2004: 35-39).

En el nivel operacional, el H1 se sirve del despliegue y maniobra de las fuerzas en el teatro de operaciones para crear y explotar oportunidades de penetración o para contener el ataque. La maniobra operacional incluye la defensa en profundidad, la gestión de reservas para contraatacar o reforzar sectores amenazados, y la concentración diferencial: concentrar fuerzas superiores en un punto de ataque elegido para lograr una superioridad local suficiente para la penetración, mientras se mantienen las fuerzas enemigas fijadas en otros sectores (Biddle, 2004: 46-48).

Para llevar a cabo estas acciones, tanto en el nivel táctico como operacional los ejércitos requieren de capacidades militares. En la doctrina militar española se entiende como capacidad militar un conjunto de sistemas que, operados bajo unos principios y procedimientos doctrinales establecidos, permiten obtener determinados efectos mediante su empleo en operaciones para cumplir con las misiones asignadas (EMAD, 2018: 53). Las capacidades militares requieren la integración de recursos humanos, materiales, infraestructuras, doctrina, adiestramiento, organización e interoperabilidad. Entre esos materiales en el H1 destacan plataformas como el carro de combate, el vehículo de combate de infantería, la artillería autopropulsada, los sistemas de defensa antiaérea, los helicópteros de asalto y ataque, y los vehículos de zapadores. Son sistemas de armas cada vez más sofisticados desde el punto de vista tecnológico y con un coste unitario cada vez mayor.

Otro aspecto central del H1 es que la integración de las fuerzas aéreas y terrestres permite atacar en profundidad la retaguardia adversaria y desgastar su capacidad de combate en el frente. La doctrina del US Army del AirLand Battle a principios de la década de 1980 (con ciertas similitudes con el *Follow-on Forces Attack* de OTAN) tenía como uno de sus pilares la creación de una *kill chain* integrada por sistemas ISR que identificaran objetivos en tiempo real en la profundidad de la retaguardia enemiga, sistemas de mando y control, y efectores de largo alcance –terrestres y aéreos– para batirlos (Romjue, 1984: 44). Aunque se diseñó para combatir a las fuerzas del Pacto de Varsovia en una hipotética guerra en Europa Central, la efectividad de esta doctrina resultó avalada en la operación Tormenta del Desierto a comienzos de 1991 (Friedman, 1992: 130).

La amenaza aérea para las fuerzas terrestres en el H1 proviene de los aviones y helicópteros de combate adversarios en misiones de apoyo aéreo cercano e interdicción. Tanto unos como otros son plataformas muy costosas y disponibles en número muy reducido en la mayoría de

los ejércitos avanzados. Al mismo tiempo, los aviones de combate como los helicópteros de ataque cada vez más vulnerables a los sistemas de defensa aérea terrestres, prueba de ello son los derribos producidos en la guerra de Ucrania a manos de los misiles antiaéreos y la presencia cada vez menor de esas plataformas aéreas en la línea del frente. Desde poco después del inicio de la guerra los ataques aéreos se han tenido que llevar a cabo a larga distancia, fuera del alcance de los sistemas antiaéreos (Bronk, Reynolds & Watling, 2022).

En las últimas décadas se han ido introduciendo de manera progresiva drones militares en las fuerzas terrestres. Se ha tratado de una innovación sostenida (no disruptiva) al servicio de las capacidades propias del H1. Son drones diseñados específicamente para uso militar que proporcionan por ejemplo dirección de tiro a la artillería, o apoyo a las unidades de reconocimiento, de inteligencia, etc. Las innovaciones sostenidas no suelen generar resistencias al cambio (Pierce, 2004: 1). Y, en efecto, la introducción de drones militares para estos cometidos ha sido un cambio que no ha desafiado, sino potenciado, modos de operar preexistentes en el H1.

Elementos del H2 que erosionan la efectividad del H1

Los drones FPV que se emplean como municiones guiadas en la guerra de Ucrania son drones comerciales letalizados. Al inicio del conflicto se utilizaban para arrojar granadas; como, por ejemplo, el Aerorozvidka R18 que venía empleándose desde 2019 en el Donbás. Por lo general se intentaba reutilizar el drone. Sin embargo, pronto se apreció la asimetría entre el coste de los drones FPV y el precio de los sistemas de armas que podía dañar o destruir. A ello se sumó la escasez de municiones en el ejército ucraniano y la sorprendente efectividad de los drones FPV utilizados como munición guiada.

Un punto central del H2 y del impacto de los drones FPV letalizados es que estos se integran dentro de un sistema más amplio que incluye multitud de drones ISR a lo largo y ancho del campo de batalla. Una vez analizadas, las imágenes captadas en tiempo real por esos drones son distribuidas entre las unidades mediante sistemas de gestión del campo de batalla (como, por ejemplo, el Delta ucraniano) basados en una combinación pragmática de tecnologías civiles y militares (Ryan & Hinote, 2024). Todos estos avances aceleran el ciclo de las decisiones y acciones, un aspecto crucial en cualquier enfrentamiento. Se logra además una imagen operacional común (COP), que hace parcialmente transparente el campo de batalla en una profundidad de aproximadamente tres kilómetros desde la línea de contacto (Villanueva 2024; Watling & Reynolds, 2025: 15).

Por tanto, el cambio disruptivo no se debe a los drones FPV en sí, si no a la integración de esta tecnología dentro de una red y nube de combate (gracias a los avances en procesamiento y gestión de la información) en la que participan miles de drones que actúan como sensores ISR, y a la que se suman fuegos indirectos propios del H1 (morteros, artillería cohete y de tubo remolcada o autopropulsada). En el ejército ucraniano las acciones de fuego con drones FPV suelen ser coordinadas a nivel de brigada y de batallón, con combinación en ocasiones de fuegos indirectos y fuegos con FPV sobre un mismo objetivo (por ejemplo, una columna

blindada) (Watling & Reynolds, 2025: 10-11). La efectividad de los equipos que operan FPV sería muy reducida si operase al margen de dicha red de combate.

De este modo, los drones FPV son un desarrollo más de la idea de *kill chain* y de ataque a distancia de la década de 1980 del H1. En su esencia, las claves de dicha idea son: comprensión del entorno, decisión y empleo de efectores (Brose, 2020). Lo llamativo es que unos equipos tan sencillos y económicos resultan tan eficaces al emplearlos en masa e integrarlos en la *kill chain*. Los drones FPV utilizados como municiones guiadas y los drones para tareas ISR no operan en enjambres (término del que se tiende abusar) sino en masas distribuida en el tiempo y el espacio. Esto permite su presencia constante en diferentes puntos del frente (Chulilla, 2025a).

La transparencia creciente del campo de batalla que genera dicha red de sensores y efectores se extiende a la profundidad de la retaguardia (aproximadamente 15 km con una densidad proporcionalmente menor conforme se aleja de la línea de contacto). Si es preciso los drones ISR pueden llegar a una profundidad de 40 km en la retaguardia, aunque a partir de esa distancia se tiende a recurrir a imágenes satélite (Watling & Reynolds, 2025: 15). El alcance de los drones FPV permite atacar con precisión puestos de mando, centros logísticos y otros objetivos a distancias de 20 km y, en algunos casos, hasta 30 Km.

La maniobrabilidad de los drones FPV hace posible golpear en puntos inaccesibles o muy difíciles de acertar con una trayectoria balística (son capaces de introducirse por las troneras de los búnkeres, por las escotillas de vehículos blindados, maniobrar en interior de edificaciones y posiciones defensivas, etc.). Este hecho afecta a principios tácticos básicos como la cobertura y la desenfilada (Salinas & Jason, 2025: 1). El concepto de trinchera propio del H1 queda así en cuestión, sobre todo en espacios al descubierto no protegidos por una alta densidad de árboles y vegetación. Por el contrario, y a diferencia de la artillería tradicional y de otro tipo de armas colectivas, los equipos que controlan los drones ISR y de ataque pueden hacerlo desde posiciones muy poco expuestas. Por ejemplo, desde sótanos o desde búnkeres enmascarados ya que sólo necesitan acceso a las antenas de mando y control y de recepción de imagen para dirigir los drones.

Otro aspecto fundamental del cambio es que el bajo coste y la capacidad de fabricación en masa. En 2024 las empresas ucranianas fabricaron aproximadamente dos millones de drones. Más de millón y medio eran drones FPV (Bondar, 2025: 10). A diferencia de lo que ocurre con los principales sistemas de armas del H1, la producción de drones comerciales letalizados por parte de Ucrania no depende de grandes compañías muy consolidadas en el sector de defensa. Su fabricación está altamente descentralizada en pequeñas empresas, e incluso en organizaciones de voluntarios. Sin embargo, la producción de microprocesadores y de otros componentes tecnológicos esenciales para la fabricación en masa de drones depende en su inmensa mayoría de la industria civil de China, por lo que la cadena de suministro es hoy en día vulnerable.

En cualquier caso, el precio sumamente reducido de los drones FPV comerciales letalizados permite atacar con precisión objetivos que no serían rentables usando otro tipo de municiones

(misil contracarro, artillería de precisión, bombas de aviación guiadas, etc.)¹ Por ejemplo, camiones, vehículos ligeros e incluso infantes individuales. Como ya se ha señalado, el empleo creciente de drones FPV en Ucrania comenzó en el verano de 2023, precisamente como alternativa a la carencia de municiones de artillería que padecía Ucrania (Chulilla, 2025a).

La tasa real de acierto de los drones FPV es reducida y no siempre consiguen destruir el objetivo incluso acertando (menos del 10%, una idea que contrasta con las imágenes espectaculares que se difunden en redes sociales) (Watling & Reynolds, 2025: 10). Sin embargo, esa capacidad de grabar imágenes de los ataques exitosos resulta útil desde el punto de vista de la comunicación estratégica por la curiosidad que generan ese tipo de imágenes y su adaptabilidad como videos cortos al formato de las redes sociales.

Por otro lado, el mal tiempo, la ausencia de luz natural (muchos de ellos operan sin sistemas de visión nocturna para no encarecer el dron), los defectos de fabricación que impiden poner en vuelo muchos de ellos, los problemas de enlace radio conforme aumenta la distancia y se pierde la línea de visión, la falta de disponibilidad de frecuencias de radio y la eficacia de la guerra electrónica reducen significativamente la efectividad de los drones FPV (Jajcay, 2025). Pero a pesar de no ser una ‘bala de plata’, el bajo precio y la capacidad de fabricación a gran escala convierten el empleo de drones FPV como masa distribuida en una capacidad efectiva en el campo de batalla con efectos disruptivos, siempre que formen parte de la kill web y de manera complementaria a otro tipo de fuegos directos e indirectos (Chulilla, 2025a).

La defensa C-UAS actual requiere varias capas para ser efectiva y no verse saturada por la masa distribuida de drones FPV muy rápidos, maniobrables y de pequeño tamaño. La situación actual del H1 no es capaz de proporcionar ese tipo de defensa al conjunto de las fuerzas desplegadas, tanto en la línea de contacto como en la retaguardia. Al mismo tiempo, los sistemas de guiado de los drones FPV están evolucionando para sortear el *jamming* o el *spoofing*, que actualmente son los métodos más eficaces contra drones. Esto explica que se estén utilizando decenas de miles de *jammers* en la guerra de Ucrania. Aunque muchos de esos aparatos –montados en carros de combate, vehículos de combate de infantería, camiones e incluso vehículos 4x4– son poco sofisticados y de prestaciones limitadas, aumentan marginalmente las probabilidades de supervivencia al perturbar la guía terminal de los FPV (Pultarova, 2025).

Una opción para contrarrestar el *jamming* y el *spoofing* consiste en dirigir el FPV a través de fibra óptica pero tiene el inconveniente de que el coste de la fibra puede igualar al del dron (en torno a 500\$ dependiendo de la longitud) y que el peso de la bobina de fibra reduce las prestaciones en carga útil y alcance, además de que el cable puede enredarse en obstáculos del terreno (Watling & Reynolds, 2025: 10).² Otra opción es la navegación mediante

¹ Asumiendo el extremo superior de la horquilla, el precio de un dron FPV ronda los 2.000\$, mientras que el de un misil Spike LR2 supera los 100.000\$ y el de un Spike NLOS (con alcance de 20 km) se sitúa en torno a los 300.000\$.

² Una alternativa que está probando Rusia para aumentar la distancia de los drones filoguiados consiste en utilizar unmanned ground vehicles (UGV) también filoguiados que adentran al dron en tierra de nadie para lanzarlo conectado también con fibra óptica.

reconocimiento del terreno a través de *computer visión* (con una cámara apuntando al suelo y un ordenador auxiliar que reconoce hitos en el terreno) y guía terminal autónoma mediante inteligencia artificial para mantener la ruta terminal contra el objetivo seleccionado por el operador pierda o no la señal de guiado (Pultarova, 2025). Algunos de esos módulos adicionales empleados en Ucrania cuestan sólo entre 50\$ y 100\$ (Bondar, 2025: 3). Una tercera opción es el empleo de drones equipados con sistemas para atacar los emisores de interferencias (*home-on-jam*), que empleados en masa plantean un desafío para la defensa contra-drone (Chulilla, 2025a). Como consecuencia de los límites actuales de los sistemas C-UAS, los contendientes de la guerra de Ucrania están enfatizando el ataque sobre la defensa (más y mejores drones FPV), al tiempo que recurren a la guerra electrónica, a los sistemas de defensa *hard kill* y al enmascaramiento para incrementar sus probabilidades de supervivencia.

Las plataformas de combate terrestre propias del H1 son cada vez más sofisticadas, más caras, menos numerosas y, al mismo tiempo, vulnerables a los drones FPV. Esto incluye carros de combate, vehículos de combate de infantería, artillería remolcada y autopropulsada, sistemas de misiles antiaéreos, etc. La tasa de atrición que están provocando los drones FPV en el campo de batalla de Ucrania (con estimaciones del 60-70 % del total de las bajas infligidas (Salinas & Jason, 2025: 1, Watling & Reynolds, 2025: 10) entraña unas pérdidas muy difícilmente asumibles por los ejércitos europeos OTAN del H1. Esta circunstancia está obligando a que los carros y VCI que operan a una distancia aproximada de 3 km de la línea de contacto pasen gran parte del tiempo enmascarados o protegidos bajo tierra. Salen de su refugio para hacer fuego directo en apoyo de un asalto de infantería y regresan a él para eludir los ataques de drones FPV (Watling & Reynolds, 2025: 8).

La transparencia creciente del campo de batalla permite planificar las acciones con más y mejor información, así como verificar en tiempo real sus efectos. Pero, a la vez, al disponer el adversario de capacidades similares parejas, dicha transparencia plantea serios desafíos en términos de maniobra. El arte operacional requiere cierto grado de sorpresa y superioridad de información sobre el adversario. Es factible esconder y enmascarar unidades y posiciones estáticas (aunque con esfuerzos y costes no desdeñables) pero resulta mucho más difícil eludir la detección de las fuerzas en movimiento.

El incremento y mejora de los sistemas EW por las partes contendientes es parte esencial de la competencia por la superioridad de información en el campo de batalla. Gracias a la guerra electrónica es factible generar ventanas que degraden la capacidad ISR enemiga y que permitan acciones de engaño, sorpresa y maniobra. Sin embargo, se trata a menudo de ventanas de oportunidad reducidas en tiempo y espacio, y en las que resulta difícil establecer el nivel real de pérdida de conciencia situacional del adversario (Chulilla, 2025b).

Cuando el adversario dispone en un determinado sector del frente de suficiente masa de drones FPV, realizar una acción de maniobra en vehículos entraña riesgos y costes inaceptables (en especial, si no están acorazados). El empleo de fuerzas a pie o en medios de transporte ligeros y de circunstancias lleva a su vez aparejado la falta de protección frente al fuego de artillería, mortero y armas ligeras. La maniobra en la guerra de Ucrania también se ve impedida por el uso masivo de minas terrestre (en algunos casos con drones depositando minas o actuando a

modo de minas en modo espera, emboscados cerca de caminos o en tejados). En este contexto, los vehículos de zapadores de desminado resultan igualmente vulnerables a los drones de ataque FPV.

Más allá de la maniobra, la transparencia extendida del campo de batalla supone una amenaza para el suministro de las fuerzas desplegadas cerca de la línea de contacto. En la guerra de Ucrania el empleo de vehículos para reaprovisionar entraña riesgos elevados (tanto de día como de noche) e, igualmente, la recuperación de vehículos pesados ha quedado descartada por el enorme peligro que acarrea (Watling & Reynolds, 2025: 17). Lo mismo cabe decir de la asistencia y evacuación médica, con los efectos añadidos que ello tiene sobre la moral de los combatientes de primera línea. Algo similar ocurre con la retirada de los caídos (Watling & Reynolds, 2025: 16).

Todos estos desafíos al H1 no significan la eliminación de la sorpresa y maniobra operacional en los primeros compases de una guerra. Pero, a tenor de lo observado en el H2 de Ucrania, cabe esperar que en ausencia de sistemas C-UAS efectivos, y una vez estabilizado el frente ambos contendientes logren un alto nivel de transparencia del campo de batalla junto a la capacidad efectiva de realizar fuegos de precisión (siempre que cuenten con los elementos característicos del H2). Por tanto, y como conclusión, los drones FPV no suponen simplemente una capa más de efectores en el campo de batalla sino, integrados en la *kill web*, un cambio disruptivo que cuestiona la efectividad del H1 en el nivel táctico, con consecuencias sobre los niveles operacional y estratégico.

Dificultades para abandonar el H1

A pesar de todos los desafíos que plantea el H2 sobre la efectividad del H1, hay una serie de variables que obstaculizan la transición del ejército español desde H1 al H2 o incluso a un eventual H3. Probablemente algunas de ellas son extrapolables a otros ejércitos europeos de OTAN). A continuación, se exponen dichos factores.

Un primer obstáculo consiste en la dificultad de convertir la conciencia compartida del cambio disruptivo que entraña el H2 en planes de acción específicos. Los participantes en el focus group afirmaron que la conciencia del cambio existe. El empleo de drones FPV es ampliamente conocido en ejército español y lleva siendo analizado desde hace tiempo por la sección de lecciones aprendidas de la DIDOM hace un seguimiento continuado de las novedades del campo de batalla en Ucrania. Sin embargo, según reconocieron algunos de los participantes en el focus group, una dificultad importante consiste en que los procesos del día a día del H1 impiden pensar y prepararse realmente para imaginar el H3. No ha habido hasta ahora un impulso institucional centralizado para adoptar una actitud proactiva. Da la impresión de que falta sentido de urgencia en la necesidad de asumir el cambio, algo que también es observable en otros ejércitos de OTAN (Ryan & Hinote, 2024).

Al mismo tiempo, a la hora de imaginar el H3 subyace un vértigo comprensible ante la siguiente pregunta: el H1 ha funcionado desde la Segunda Guerra Mundial, ¿cómo sabemos si

el H3 no se sustenta en premisas erróneas? La respuesta pasa lógicamente por la experimentación. Y, en efecto, el ejército español está reaccionando a los cambios del H2 a través de numerosas iniciativas exploratorias dispersas. Hasta ahora son esfuerzos voluntaristas pero sin puesta en común. Desde la DIDOM, como incubadora de la innovación, se está haciendo hacer converger esos esfuerzos exploratorios y experimentales con el fin de convertirlos en capacidades militares guiadas por un desarrollo doctrinal que dé coherencia al resto de los elementos del MIRADO-I. Esta labor es coherente con los cometidos asignados a la DIDOM ya que el proceso de lecciones aprendidas sigue una dinámica abajo-arriba. Al MADOC llegan los problemas que detectan las diferentes unidades del Ejército español y él se encarga de buscar quién se puede responsabilizar de encontrar soluciones para, una vez halladas, compartirlas con el resto del ejército.

Por otro lado, los participantes del focus group destacaron como barrera al cambio las trabas actuales de carácter burocrático y legal. Por un lado, de reparto de funciones y responsabilidades entre los diferentes ejércitos dentro de las Fuerzas Armadas españolas. Aunque los drones que opera el Ejército están integrados orgánicamente en sus unidades, la responsabilidad de formar y certificar a los pilotos de drones corresponde al Ejército del Aire. La certificación incluye pruebas médicas propias de pilotos. Como consecuencia, en España es más fácil obtener el certificado de piloto civil de dron que el de militar. El Ejército del Aire es también el responsable de gestionar los certificados de aeronavegabilidad de los drones del Ejército de Tierra. De momento, estos requisitos no aplicarían a los pilotos de drones FPV de ataque ya que al ser de un solo uso no son considerados propiamente drones sino municiones merodeadoras. Sin embargo, con posterioridad a la celebración del focus group y en el momento de redactar este paper, la cuestión de la certificación está en proceso de ser resuelta. Una vez que se apruebe la nueva regulación, el Ejército de Tierra podrá adiestrar y certificar a sus propios pilotos, siempre que los drones no superen 25 kg de peso.

A estas trabas burocráticas se suman las restricciones legales de la Unión Europea en materia de operación de drones aprobadas en 2020, a las que hay que añadir una capa más de normativa española que la hace aún más restrictiva (contenida en el Real Decreto 517/2024). Esto plantea problemas, por ejemplo, a la hora de experimentar con ellos en los campos de maniobras o al tratar de lograr alcances de 20-30 km tal como está ocurriendo en Ucrania pues la mayoría de los campos de maniobras no son tan extensos. Además, hay que tener en cuenta la responsabilidad legal de los mandos en caso de accidentes en ejercicios militares, lo cual desincentiva el uso de drones en condiciones realistas para emular lo que está ocurriendo en Ucrania. Es decir, el marco legal en España en la actualidad no permite experimentar por completo el H2 en el adiestramiento del ejército.

Otro problema burocrático-legal tiene que ver con la lentitud del proceso de adquisiciones de equipo militar. Los drones son una tecnología en constante evolución. Uno de los participantes en el focus group expresó su frustración porque las peticiones de material tardan mucho en llegar y cuando lo hacen ya están anticuados. Y a ello se suman las restricciones legales para colocar una carga explosiva a un dron, lo cual obliga a adquirir municiones merodeadoras

diseñadas por industrias del sector de defensa, no de la manera descentralizada y mucha más económica que se está llevando a cabo en Ucrania.

Este problema enlaza con otro variable necesaria para el cambio y es la resistencia de la industria de defensa a la hora de abandonar el modelo de negocio asociado al H1 (plataformas cada vez más sofisticadas y caras) o intentar aplicar al H2 criterios propios del H1. Esto se traduce, por ejemplo, en ofrecer un catálogo de drones ISR y municiones FPV mucho más avanzados tecnológicamente que los drones comerciales letalizados empleados en Ucrania pero con un coste uno o varios órdenes de magnitud superiores que impende generar masa distribuida con los efectos propios del H2. Por ejemplo, el coste de una munición merodeadora Switchblade 300 se estima en 80.000\$ la unidad (Svoke, 2023). Un precio completamente inasumible en el contexto de la guerra de Ucrania. Este es un obstáculo de primer orden porque tal como señaló uno de los participante en el focus group los ejércitos europeos OTAN que ahora mismo se encuentran en una situación de paz no pueden replicar el H2 porque no pueden adquirir drones tan baratos como los que están empleando Rusia y Ucrania en la guerra.

Los problemas identificados pueden en algunos casos parecer relativamente menores desde la perspectiva dramática de lo que sucede en Ucrania y solucionables en caso de haber voluntad política. Sin embargo, tal como señaló uno de los expertos en el focus group, las trabas burocráticas y legales pueden hacer perder la ventaja tecnológica y material de la que han gozado los ejércitos europeos de OTAN en últimas décadas.

Intuiciones e interrogantes sobre el H3

La parte más complicada de este trabajo ha sido la definición del tercer horizonte. Los cambios del H3 son disruptivos y acelerados por lo que resulta muy difícil anticipar sus implicaciones y consecuencias.

De entrada, los expertos señalan un gran interrogante que condiciona la imagen compartida del H3: ¿en qué medida los avances tecnológicos en materia de C-UAS serán capaces de anular la efectividad de los drones en el campo de batalla? Como ya se ha señalado, aunque se están desarrollando diversos sistemas C-UAS, los drones ISR y de ataque continúan teniendo ventaja. No se aprecia a corto y medio plazo una mejora disruptiva de los C-UAS que preserve la efectividad del H1. A largo plazo, sin embargo, es una incógnita. En todo caso, lo esperable es una competición continua entre los contendientes -incluso a nivel táctico- para mantener lograr la supremacía en la tercera dimensión a baja altura, tratando de anular el máximo número posible de drones ISR del adversario con los medios C-UAS disponibles y mantener, al mismo tiempo, el máximo número de drones ISR y de ataque propios en el aire. Dicha competición ya supone en sí misma una realidad diferente al H1. (Para incluirlo en la traducción)

Teniendo en cuenta este caveat, las principales intuiciones sobre el H3 son las siguientes:

a) La kill web entraña una transformación sustancial del combate terrestre

En primer lugar, aunque este trabajo se ha centrado en el cambio disruptivo que suponen los drones comerciales FPV utilizados como municiones guiadas, el H3 pivota sobre los avances de la kill web aplicada al combate terrestre. La kill web está integrada por sensores, sistemas de transmisión y procesamiento de datos en tiempo real, sistemas de gestión del campo de batalla para ejercer el mando y control, y efectores. Entre estos últimos se cuentan los drones FPV letalizados.

La tendencia es que la kill web resulte cada vez más sofisticada y compleja. La proliferación de sensores, incluyendo los drones en función de ISR, va a hacer crecientemente transparente el campo de batalla en toda su extensión y profundidad. A ello se suman las mejoras en inteligencia artificial a la hora de procesar toda la información que captan los sensores. El número tan elevado de objetivos identificados va a plantear un reto a la hora de que los decisores humanos sean capaces de priorizar y autorizar las acciones de fuego contra ellos. Esta es una tendencia que ya se aprecia en el H2 (Ryan & Hinote, 2024).

Al mismo tiempo, el lugar central de la kill web incrementa la importancia de las acciones ciber y de guerra electrónica dirigidas a neutralizar los enlaces entre los sensores y la nube, así como la propia nube (de manera figurada, los nervios y el cerebro del sistema de combate). El concepto de combate interarmas del H1 se amplía en el H3 a acciones invisibles para el ojo humano en el dominio ciber y en el espectro electromagnético dirigidas a degradar el sistema nervioso y el cerebro de la kill web adversaria. Por tanto, la maniobra terrestre no desaparecerá en el H3 sino que será mucho más compleja y demandante de lo que fue durante décadas en el H1.

b) Mayor protagonismo y mejora creciente de los sistemas no tripulados para el combate terrestre

En segundo lugar, el H3 se va a caracterizar por los avances cualitativos y cuantitativos de los sistemas no tripulados en el combate terrestre. Se asume que los drones seguirán incrementando sus prestaciones en alcance, tiempo de vuelo y capacidad de carga. Hay cuestiones urgentes de resolver en el H2 que seguramente se solventarán en el H3: por ejemplo, la integración de sistemas de identificación amigo o enemigo (*Identification Friend or Foe*, IFF) de la que ahora mismo carecen y que explica que en el campo de batalla de Ucrania ambos contendientes intenten derribar todos los drones que están a su alcance, sin comprobar si son del bando propio o del enemigo, por el peligro inmediato que entrañan (Chulilla, 2025c).

Un desafío que se plantea en la implementación del H3 es el pilotaje de los drones de ataque por IA. Que cada drone de ataque sea pilotado por un operador humano crea un cuello de botella difícilmente asumible en el H3 desde el punto de vista operativo por el incremento de drones utilizados. Es probable que una vez identificado y asignado el objetivo, el operador humano dé la orden a varios drones de ataque (reutilizable lanzando granadas o de un solo uso como munición merodeadora) para que estos ejecuten de manera autónoma la misión, varios a la vez y desde direcciones diferentes para saturar la defensa adversaria. Aunque concebido así se trata de un sistema de ataque human-in-the-loop, este desarrollo puede verse frenado por consideraciones de carácter ético y legal en algunos ejércitos europeos de OTAN.

Los avances en sistemas no tripulados aéreos y terrestres integrados en la kill web llevarán a que en el H3 la línea de contacto sea predominantemente (y, quizás en algunos sectores demasiado descubiertos, exclusivamente) robótica. Es una incógnita cuántos kilómetros de profundidad tendrá ese espacio con presencia reducida de humanos. A pesar de lo contraintuitivo (y distópico) de este escenario, un factor que puede impulsar dicho cambio es la presión para no poner en peligro vidas de manera innecesaria: ¿cómo se justificará encomendar una misión peligrosa a seres humanos si pueden llevarla a cabo de manera igualmente efectiva sistemas no tripulados?

3) El ejército deberá realizar cambios significativos para alcanzar el H3

Finalmente, la materialización del H3 va a requerir cambios de gran calado dentro del propio ejército. Aunque el principal impulsor es tecnológico, la transformación al H3 requiere el resto una adaptación positiva por el resto de las variables identificadas por la literatura sobre innovación militar (Grissom, 2006). En lo referido a este caso, los expertos destacaron la necesidad de cambios en la cultura organizativa para fomentar la innovación y la experimentación sin penalizar los fracasos. Cambios también en el modo de entender el liderazgo, potenciando la autonomía, pues la kill web requiere iniciativa descentralizada en los escalones inferiores. En la kill web el mando y control se verá saturado si cae en la microgestión, además de que las acciones ciber y en el espectro electromagnético del adversario tratarán de quebrarlo para provocar una parálisis general.

Los cambios afectarán a determinadas capacidades del ejército y de los diferentes elementos del MIRADO-I que integran la capacidad militar. Tal como reconocieron los expertos, la doctrina y la orgánica actuales del ejército no está preparada para el H2, ni menos aún para el H3. Por un lado, habrá capacidades que quizás no resulten aptas en el H3. Por ejemplo, cada vez está más cuestionada la supervivencia de los helicópteros de ataque en las proximidades de la línea de contacto.

Por otro lado, algunas capacidades tendrán que readaptarse. Es el caso de los fuegos de apoyo. En el H3 incluirán los del H1 (artillería y morteros) a los que se añaden los drones de ataque, convirtiendo la tercera dimensión en una más del combate terrestre de las pequeñas unidades. En infantería su integración de los drones FPV se prevé como mínimo desde el nivel compañía (integrados en la sección de apoyo) pero sin descartar su empleo hasta el nivel sección. Este cambio incrementaría el alcance de los fuegos de estas pequeñas unidades a hasta 20 km en profundidad, que es el alcance tradicional de los fuegos en el nivel brigada del H1. Teniendo en cuenta el carácter integral de la capacidad militar, esto supondrá cambios profundos impulsados por la elaboración de nuevas doctrinas, que serán las impulsoras del cambio en el resto de los elementos del MIRADO-I.

Referencias

- Biddle, Stephen D. (2004), *Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle*, Princeton: Princeton University Press.
- Bondar, Kateryna (2025), *Ukraine's Future Vision and Current Capabilities for Waging AI-Enabled Autonomous Warfare*, Washington D.C.: Center for Strategic and International Studies.
- Bronk, Justin, Reynolds, Nick & Watling, Jack (2022), The Russian Air War and Ukrainian Requirements for Air Defence, RUSI Special Resources, November 7.
- Brose, Christian. (2020). *The Kill Chain: Defending America in the Future of High-Tech Warfare*, New York: Grand Central Publishing.
- Citino, Robert M. (2004), *Blitzkrieg to Desert Storm: The Evolution of Operational Warfare*, Lawrence, Kansas: University of Kansas Press.
- Chulilla, Juan (2024), “Avances tecnológicos de los drones en la guerra de Ucrania”, *Estrategia podcast 104*, Global Strategy.
- Chulilla, Juan (2025a), “Ukraine Is the First “Hackers’ War””, *IEEE Spectrum*, April 10.
- Chulilla, Juan (2025b), “From Maskirovka to Empty Battlefields: The Age of Mass-Deployed Drones and Sensors”, *Medium*, May 10.
- Chulla, Juan (2025c), “Drones en el campo de batalla”, *Estrategia podcast 143*, Global Strategy.
- Colom, Guillem (2016), “Transforming the Spanish military”, *Defence Studies*, Vol. 16, No 1, pp. 1-19.
- Estado Mayor de la Defensa, EMAD (2018), PDC-01 (A). *Doctrina para el empleo de las Fuerzas Armadas*, Madrid: Ministerio de Defensa.
- Friedman, Norman (1992), *Desert Victory: The War for Kuwait*, Annapolis, MD, US Naval Institute Press.
- Jajcay, Jakub (2025), “I Fought in Ukraine and Here’s Why FPV Drones Kind of Suck”, *War on the Rocks*, June 26.
- Pierce, Terry C. (2004), *Warfighting and Disruptive Technologies. Disguising Innovation*. New York, NY: Frank Cass.
- Pultarova, Tereza (2025), “How Ukraine’s Killer Drones are Beating Russian Jamming”, *IEEE Spectrum*, June 2.
- Romjue, John L. (1984): *From Active Defense to Airland Battle: The Development of Army Doctrine 1973-1982*, Fort Monroe, TRADOC.
- Ryan, Mick & Clint Hinote (2024), “Uncrewed Systems and the Transformation of U.S. Warfighting Capacity”, *War on the Rocks*, February 9.

Salinas, Antonio & Jason P. LeVay (2025), “Military Revolutions from the Spanish Tercio to First-Person View Drones”, *War on the Rocks*, May 15.

Svoke, Sam (2023), “Army orders loitering munition for testing as soldier-borne tank-killer”, *Defense One*, October 11.

Villanueva, Christian D. (2024), “Los sistemas de gestión del campo de batalla en la guerra de Ucrania”, *Revista Ejércitos*, 27 de mayo.

Watling, Jack & Nick Reynolds (2025), *Tactical Developments During the Third Year of the Russo–Ukrainian War*, London: Royal United Services Institute.