

EL DESAFÍO DE LOS DRONES Y LAS CONTRAMEDIDAS¹

MAYOR GUSTAVO ADOLFO PUCHI GARCÍA²

Resumen: *el empleo de los drones observado en los últimos conflictos Nagorno-Karabaj 2020 y Rusia-Ucrania en desarrollo, evidencia que se han convertido en potenciadores de la maniobra cumpliendo roles multipropósito con una rápida evolución; consecuentemente, se necesita capacidad de adaptación y generación de contramedidas para enfrentarlos. El desarrollo de este ensayo deja en evidencia cómo el avance tecnológico de drones y contramedidas potencian el diseño de la fuerza, concluyendo que el desarrollo y empleo de los drones FPV es una solución innovadora y eficiente que condiciona el empleo de Fuerza Terrestre (FT) en un entorno de guerra cada vez más transparente y letal.*

Palabras clave: *tecnología, capacidades militares, dron FPV, drones de lanzamiento, contramedidas.*

Abstract: *the use of drones observed in the last Nagorno-Karabakh 2020 and Russia-Ukraine conflicts in development, evidences that they have become maneuver enhancers fulfilling multipurpose roles with a fast evolution; consequently, adaptation capacity and countermeasures generation are needed to face them. The development of this essay shows how the technological advancement of drones and countermeasures support military capabilities, concluding that the development and use of FPV drones is an innovative and efficient solution that conditions the use of Ground Force in an increasingly transparent and lethal war environment.*

Keywords: *technology, military capabilities, drone FPV, strike drones, countermeasures.*

INTRODUCCIÓN

La proliferación de drones está ofreciendo capacidades disruptivas para los ejércitos en el mundo, convirtiéndose en potenciadores de la maniobra dada su alta letalidad, precisión, alcance, reducción de costos de bajas propias en combate, vigilancia y reconocimiento. Estos sistemas tecnológicos han llegado para quedarse y continuarán en una constante evolución. Por lo tanto, existe una necesidad de adaptación y de generar las contramedidas para enfrentarlos.

1 Artículo académico que obtuvo el 1^{er} lugar en el concurso Desarrollando Capacidades Militares 2024, del Centro de Estudios e investigaciones Militares (CESIM), en la categoría Seguridad y Defensa.

2 Oficial del Arma de Infantería, licenciado en Ciencias Militares, especialista de Estado Mayor, otorgado por la Academia de Guerra (ACAGUE), Profesor Militar de Escuela en la asignatura de Inteligencia y Profesor Militar de Academia en la asignatura de Táctica y Operaciones.

Desde su irrupción violenta en Nagorno Karabaj³ y la evolución exponencial en el conflicto Rusia-Ucrania, drones como el Bayraktar TB-2, el Lancet ruso, y los disruptivos drones FPV, han condicionado a las FTs, obligando a actualizar las tácticas, técnicas y procedimientos de empleo. Por lo tanto, es razonable pensar que podríamos estar presenciando una revolución en asuntos militares (RAM).⁴

Siendo los actores principales los drones y las contramedidas (C-UAS⁵), es preciso hacer algunas aclaraciones conceptuales básicas para comprender y diferenciar algunos términos que pueden llevar a confusiones e interpretaciones erróneas al referirse a drones y C-UAS.

En cuanto a los drones, existen conceptos similares, principalmente por los acrónimos utilizados cuando se refiere a vehículos aéreos no tripulados. El acrónimo UA (del inglés Unmanned Aircraft) se utiliza para referirse de manera genérica a una aeronave cuando no lleva un piloto a bordo. De la misma forma, se utiliza el acrónimo UAV (del inglés Unmanned Aerial Vehicle), o VANT (vehículo aéreo no tripulado), para referirse a los vehículos aéreos que son operados de manera remota desde la tierra. Por lo tanto, los tres acrónimos significan lo mismo.

También existe el concepto de UAV armado, que se identifica con el acrónimo UCAV (del inglés Unmanned Combat Aerial Vehicle). Este se utiliza para el dron que posee la capacidad para transportar armas, siendo operadas a distancia de la misma manera que la aeronave. Por lo tanto, han sido diseñados para el combate.

En el caso de este artículo se hará referencia al término de manera genérica como dron y C-UAS para las contramedidas.

Adicionalmente, existe el acrónimo UAS⁶ (del inglés Unmanned Aircraft System) que está relacionado con el dron y el equipamiento que permite que funcione como un sistema.

3 La guerra entre Azerbaiyán y Armenia se desarrolló desde el 27 de septiembre hasta el 10 de noviembre de 2020, finalizando con un acuerdo de paz que impulsó Rusia. Las operaciones se llevaron a cabo en el territorio de la autoproclamada República de Artsaj (Estado de facto, también llamado Nagorno Karabaj) ubicada entre ambos países, que presenta características geográficas de tipo montañoso. En total tuvo una duración de 44 días y en ello se destacó el empleo de drones en apoyo a la maniobra terrestre por parte del Ejército azerí.

4 El concepto de RAM es objeto de numerosas controversias, pero generalmente se acepta que es un profundo cambio en la forma de operar de los ejércitos derivada de la explotación de nuevas tecnologías, doctrinas u orgánicas. Esta transformación, que convierte en irrelevantes u obsoletas las antiguas formas de combate, proporciona una enorme e inmediata superioridad al primer ejército que explota estas capacidades. En consecuencia, todos sus posibles adversarios deberán alcanzar este nuevo estándar de capacidades, bien sumándose a la revolución o desarrollando una respuesta que acabe con dicha ventaja, que a veces será en forma de una nueva RAM. Colom, Guillerme. Una aproximación a las Revoluciones Militares, Técnico-Militares y en los Asuntos Militares". [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/44414402/Una_aproximaci%C3%B3n_a_las_Revoluciones_Militares_T%C3%A9cnico_Militares_y_en_los_Asuntos_Militares?auto=download

5 Contra-medidas.

6 Sistema de Aeronave No Tripulado en español.

Un UAS se configura básicamente con un componente aéreo y uno terrestre, de ahí que sea considerado como un sistema con lo siguiente:

1. La aeronave.
2. Carga útil (equipos que se acoplan a los drones, como sensores, designador láser, equipos de EW, radares y/o armamento).
3. Comunicaciones, estación de monitoreo y control terrestre, plataformas de lanzamiento, incluyendo cualquier otro que le permita actuar de manera sistémica.

En el ámbito institucional, el MDI-70005 Manual de Aeronaves No Tripuladas, señala que existen distintas clasificaciones y categorizaciones para los UAS. En cuanto a categorización, obedecen a diferentes criterios, como: tipo de misiones que pueden cumplir, clase (I, II, III), categoría, nivel al que apoya, carga útil. En la tabla siguiente se presenta la categorización de los UAS.

Clase	Categoría	Comandante apoyado	Nivel de la conducción	Misiones que cumple	Carga útil
Clase I (<150 kg)	Micro (<2kg)	Desde nivel pequeña unidad hasta unidad de combate	Táctico	Reconocimiento Vigilancia	Normalmente fija y corresponde a Optrónicos (EOs) / Infrarrojos (IRs)
	Mini (2 kg a 20 kg)		Táctico		
	Pequeño (20 kg a 150 kg)		Táctico		
Clase II (150 kg a 600 kg)	--	UACs7 de nivel brigada o inferior	Táctico	Apoyo a tareas de ISTAR8	Optrónicos (EOs) / Infrarrojos (IRs), capacidad de telemetría y designación láserica
Clase III (>600 kg)	--	--	Operacional Estratégico	Misiones especializadas como vigilancia a grandes áreas o ataques a superficie	Optrónicos (EOs) / Infrarrojos (IRs), radares, láseres, repetidores de telecomunicaciones (Relé), inteligencia de señales, sistemas automáticos de identificación y armamento

Tabla N° 1: Categorización de los UAS en el Ejército de Chile.

Fuente: Elaboración del autor, extraída del MDI-70005, Aeronaves No Tripuladas 2015, pp. 1-9.

De esta clasificación se observa que los UAS de nivel I y II se emplean en el nivel táctico hasta el nivel brigada, equipados principalmente con una carga útil para misiones de vigilancia, reconocimiento y apoyo a tareas de ISTAR. Los de clase III se emplean en los niveles operacional y estratégico. Su carga útil incluye capacidades superiores como armamento para ejecutar ataques a fuerzas de superficie.

7 Unidades de Armas Combinadas.

8 Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance (Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimientos).

En las clasificaciones que se han presentado, los UAS armados están relacionados con los niveles superiores de la conducción (operacional y estratégico - nivel III, según su clase). Estos drones, de acuerdo a las experiencias observadas, están bajo responsabilidad de la Fuerza Aérea; lo anterior, debido a que este tipo de drones están asociados a requerimientos técnicos necesarios para su operación de mayor complejidad, como, por ejemplo, para el segmento terrestre una Estación de Control Terrestre (GCS – Ground Control Station), medios de lanzamiento y recuperación, comunicaciones y transporte, además del personal de operadores y de mantenimiento calificados, carga útil (armamento), pista de aterrizaje, entre otros.

Existen drones que se pueden categorizar en la clase inferior I, y corresponde a los que no fueron diseñados desde su fabricación para ser equipados con armamento por sus características técnicas, no obstante, han sido modificados de manera artesanal, adicionando carga útil por organizaciones con un menor grado de recursos.

Este tipo de soluciones de bajo costo previo a la guerra ruso-ucraniana, se identificaron en grupos terroristas que utilizaron municiones explosivas para ser empleadas contra distintos tipos de blancos. Esta práctica representa un desafío para las fuerzas militares y para los Estados, considerando las nuevas amenazas como: grupos terroristas, narcotráfico, crimen organizado, entre otros, los que pueden hacer uso de estos afectando la seguridad.

La adaptación de drones comerciales con métodos improvisados está generando un quiebre con lo declarado en la doctrina, donde en el nivel I, drones pequeños asociados al nivel táctico en su empleo, no están considerados con municiones explosivas como carga útil. Esto representa un gran desafío para las fuerzas terrestres para hacer frente a estas amenazas no convencionales. La imagen siguiente muestra un dron comercial adaptado por ISIS⁹ para el lanzamiento de granadas.



Imagen N° 1: Drones comerciales adaptados por ISIS.

Fuente: Disponible en: <https://twitter.com/pmarsupia/status/855100491138838528>

9 Estado Islámico en Irak y Siria (ISIS), movimiento yihadista transnacional que ha orquestado o inspirado numerosos ataques terroristas en todo el mundo, incluidos los atentados de París de 2015, los atentados de Bruselas de 2016, el tiroteo de Orlando de 2016 y el atentado de Nueva Orleans de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.britannica.com/topic/Islamic-State-in-Iraq-and-the-Levant>

El año 2018, Arthur Holland Michell,¹⁰ elaboró un estudio para establecer una base de datos de los sistemas antidrones, definiendo que, la tecnología contra drones, conocida como tecnología contra UAS o C-UAS se refiere a sistemas que se utilizan para detectar y/o interceptar aeronaves no tripuladas. El autor señala que los sistemas C-UAS se basan en una variedad de técnicas para detectar y/o interceptar drones. Establece que en estos sistemas existen los de detección y seguimiento, interdicción y tipos de plataformas. En las siguientes tablas se especifica su utilidad.

Sistemas de detección y seguimiento	
Radar	Detecta la presencia de pequeños aviones no tripulados por su firma de radar. Estos emplean algoritmos para distinguir entre drones y otros objetos pequeños que vuelan a baja altura, como las aves.
Radiofrecuencia (RF)	Identifica la presencia de drones, escaneando las frecuencias en las que se sabe que operan la mayoría de los drones.
Electroóptico (EO)	Detecta drones según su firma visual.
Infrarrojos (IR)	Detecta drones según su firma de calor.
Acústico	Detecta drones, reconociendo los sonidos únicos producidos por sus motores. Se basa en una biblioteca de sonidos producidos por drones conocidos, que luego se combinan con los sonidos detectados.
Sensores combinados	Muchos sistemas integran una variedad de diferentes sensores para proporcionar una capacidad de detección más sólida.

Tabla N° 2: Sistemas de detección y seguimiento.

Fuente: Elaboración adaptada por el autor. [En línea].

Disponible en: <https://dronecenter.bard.edu/projects/counter-drone-systemsproject/counter-drone-systems/>

En lo referido a la interdicción:

Interdicción	
Interferencia RF	Interrumpe el enlace de radiofrecuencia entre el dron y su operador. Una vez que se corta el enlace de RF, un dron descenderá al suelo o iniciará una maniobra de “regreso a casa”.
Interferencia GNSS	Interrumpe el enlace satelital del dron, como GPS o GLONASS, utilizado para la navegación. Al perder conexión flotarán en el lugar, aterrizarán o “regresarán a casa”.
Suplantación de identidad	Permite tomar el control del dron objetivo secuestrando el enlace de comunicaciones.
Láser	Destruye segmentos del fuselaje del dron utilizando energía dirigida, provocando que se estrelle contra el suelo.
Redes	Diseñado para enredar el dron o sus rotores.
Proyectil	Emplea munición regular o diseñada para destruir aviones no tripulados.
Elementos de interdicción combinados	Varios sistemas C-UAS emplean una combinación de elementos de interdicción, más comúnmente sistemas de interferencia RF y GNSS funcionando en conjunto.

Tabla N° 3: Sistemas de interdicción.

Fuente: Adaptado por el autor desde Counter-Drone Systems. Center for the Study of the Drone at Bard College. Holland Michel, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://dronecenter.bard.edu/projects/counter-drone-systemsproject/counter-drone-systems/>

10 HOLLAND, Michell. “Counter - Drone Systems. Center for the Study of the Drone at Bard College”. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://dronecenter.bard.edu/projects/counter-drone-systemsproject/counter-drone-systems/>

Tipos de plataformas	
Basado en tierra	Sistemas diseñados para ser utilizados desde posiciones fijas o móviles en el suelo. Incluye sistemas instalados en sitios fijos, móviles y montados en vehículos terrestres.
Mano	Sistemas que están diseñados para ser operados manualmente por una sola persona. Muchos de estos sistemas se parecen a rifles.
Basado en UAV	Sistemas diseñados para montarse en drones, para emplear elementos de interdicción a corta distancia sobre un dron objetivo.

Tabla N°4: Tipo de plataformas en el empleo de drones.

Fuente: Adaptación del autor. Disponible en: <https://dronecenter.bard.edu/projects/counter-drone-systemsproject/counter-drone-systems/>

¿Qué nos dice la evidencia con respecto a la tecnología de drones y C-UAS en Nagorno Karabaj y Rusia–Ucrania?

La tecnología es un factor relevante a considerar en el análisis histórico de las guerras, lo que ha quedado de manifiesto en la continua evolución de sistemas de armas, demostrando que el carácter de la guerra va modificándose de acuerdo a las necesidades de un campo de batalla cada vez más complejo y dinámico. La historia evidencia que cuando alguna innovación tecnológica ha impactado de manera relevante en la guerra, ha demandado la necesidad de encontrar las formas de hacer frente a la misma con una contramedida.

Por ejemplo, la evolución histórica de la artillería da cuenta de un aumento de su poder de fuego para atacar las fortalezas. Como contramedida, se modificaron las estructuras de las fortificaciones, adaptándolas para reducir el efecto destructivo de sus fuegos: *“Fueron los italianos renacentistas los que cambiaron la concepción de la fortificación... se trataba de amortiguar el efecto de la artillería y de construir muros inclinados que disminuyeran su eficacia”*.¹¹ Lo anterior, refleja la relación entre el desarrollo tecnológico y la respuesta mediante una contramedida.

En el citado contexto, comprender el impacto que ha significado la implementación de drones en el diseño de las fuerzas y el efecto que ha generado en las operaciones, permite confirmar que el carácter de la guerra está en continua evolución, lo que demanda en los ejércitos capacidad de adaptación, actualización de tácticas, técnicas y procedimientos de empleo.

Es por esta evolución que es importante realizar un análisis de las tecnologías asociadas al empleo de drones y las C-UAS que son necesarias para neutralizar su efecto, utilizando para ello, los conflictos de Nagorno Karabaj del año 2020 y Rusia – Ucrania aún en desarrollo (2025).

En ambas guerras, la comunidad internacional ha sido testigo del empleo de drones en un

11 MARTÍNEZ, Antonio. “Enciclopedia del arte de la guerra”. 2001, p.133.

conflicto de características convencionales, donde esta tecnología tuvo un impacto significativo en las FTs, siendo decisivo en la victoria de Azerbaiyán frente a Armenia en 44 días en el caso de Nagorno Karabaj. En un artículo de European, Security & Defense se señala que *“una vez que Azerbaiyán ganó la supremacía aérea destruyendo las defensas aéreas armenias utilizando UCAV y LM, los azerbaiyanos maniobraron sus fuerzas terrestres para ocupar terrenos claves y objetivos críticos... en esta guerra, el vehículo de combate aéreo no tripulado turco Bayraktar TB-2 y la munición merodeadora Harop (LM¹²) dominaron la lucha y proporcionaron a Azerbaiyán una ventaja para ganar la guerra”*.¹³ En este conflicto, no fue posible evidenciar el empleo de C-UAS efectivas para contrarrestar los efectos de los drones.

En el caso de la guerra entre Rusia y Ucrania, donde el empleo de drones también ha sido masivo, con efectos en el nivel táctico, operacional y estratégico, afectando desde posiciones de infantería hasta infraestructura crítica, a diferencia de lo sucedido en Nagorno Karabaj, ha sido posible evidenciar que se ha utilizado C-UAS, por tanto, el uso de drones aún no ha sido decisivo, ello presumiblemente por el empleo de C-UAS de manera efectiva.

El conflicto entre Azerbaiyán y Armenia ha sido ampliamente analizado por diferentes centros de estudios y pensamiento estratégico, siendo considerado por los expertos como un laboratorio que merece la atención para comprender el carácter de esta guerra, donde la tecnología fue un factor fundamental en el desenlace a favor de Azerbaiyán. *“La victoria final de Azerbaiyán no cabe duda de que ha sido alcanzada en gran medida gracias al empleo de la tecnología dron”*.¹⁴

La asignación de recursos por parte del gobierno de Azerbaiyán a sus FAs generó una modernización y aumento de sus capacidades, provocando un desequilibrio tecnológico con relación a Armenia. Ello permitió potenciar el diseño de sus fuerzas con el empleo de drones, recogiendo las experiencias aportadas por Turquía.

Fue en este conflicto donde quedó demostrada su efectividad en el apoyo a las maniobras terrestres. La versatilidad para su empleo en distintas tareas, desde misiones de reconocimiento, apoyo a la artillería, destrucción de sistemas de armas y ante un deficiente sistema antiaéreo que no fue suficiente como parte de las C-UAS, facilitaron el éxito en las operaciones ejecutadas con

12 Loitering Munition, también conocida como kamikaze drone. Son municiones que pueden patrullar un área antes de atacar.

13 ANTAL, Juan. “La primera guerra se ganó principalmente gracias a las lecciones aprendidas de la segunda guerra de Nagorno-Karabaj sobre sistemas no tripulados”. European Security and Defence. [En línea]. Disponible en: <https://euro-sd.com/2021/04/articles/exclusive/22071/the-first-war-won-primarily-with-unmanned-systems-lessons-from-the-second-nagorno-karabakh-war/>.

14 MARÍN, José. “Guerra de drones en el Cáucaso Sur: lecciones aprendidas de Nagorno-Karabaj”. Documento de Opinión IEEE 21/2021. 22 febrero 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2021/DIEEE021_2021_JOSMAR_Drones-Caucaso.pdf

drones. Como indica Shaik (2020),¹⁵ *“los drones de Azerbaiyán fueron utilizados en apoyo a tareas de inteligencia, artillería, destrucción de unidades terrestres como tanques T-72 y defensas antiaéreas”*, afirmando que fueron el centro de atención en esta guerra. En las operaciones ejecutadas por Azerbaiyán, destacaron los drones Bayraktar TB-2 y drones kamikazes Harpy (munición merodeadora), por el daño y poder de destrucción provocado a las FTs.

Lo expuesto en los párrafos anteriores, da cuenta de que los drones constituyen un sistema tecnológico que se ha convertido en una potente amenaza en el campo de batalla para las FTs.

Posteriormente, en la guerra ruso-ucraniana, iniciada el 24 de febrero del 2022, ha sido posible observar el empleo masivo de diversos tipos de drones. A diferencia de lo sucedido en Nagorno Karabaj, los exitosos TB-2 turcos y distintos tipos de drones que han proliferado en el escenario de forma masiva, han sido neutralizados por una combinación de artillería antiaérea (AAA) y Guerra Electrónica (EW). Por lo tanto, pese a que han sido y continúan siendo una constante amenaza para las FTs, no han sido decisivos en una guerra que se ha prolongado por más de 3 años, a diferencia de los 44 días de la guerra entre Armenia y Azerbaiyán. Lo anterior según los expertos, debido a la utilización de C-UAS.

De Santos,¹⁶ refiriéndose al empleo de drones por parte de Ucrania, señaló que, al inicio de la guerra, los drones turcos Bayraktar TB-2 utilizados por el Ejército ucraniano infligieron un revés a las operaciones rusas. Sin embargo, poco a poco fueron neutralizados al lograr una superioridad y cobertura con sus sistemas antiaéreos y de EW.

Dado el contexto señalado, el carácter dinámico de la guerra está presentando un nuevo desafío para las FTs de ambos bandos en la guerra ruso-ucraniana, con la incorporación de drones FPV de visión en primera persona “Kamikaze” (del inglés First Person View) y drones de lanzamiento “Strike Drones”, adquiriendo cada vez más protagonismo.

Precisando sobre el dron FPV, este es controlado por un piloto a distancia, que utiliza lentes de realidad aumentada o una pantalla de monitoreo, ello permite tener una visión en primera persona, en tiempo real del campo de batalla. Debido a su rapidez, precisión y facilidad de operación, se han convertido en armas económicas, con efectos letales en el nivel táctico. Samuel Bendett,¹⁷ investigador de sistemas no tripulados, explica a Business Insider en una entrevista que *“cualquier*

15 SHAIKH, Shaan, & RUMBAUGH, Wes. “The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense”. Center for Strategic and International Studies. 8 de diciembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.csis.org/analysis/air-and-missile-war-nagorno-karabakh-lessons-future-strike-and-defense>

16 DE SANTOS Ángel. “Putin ya no teme al dron turco Bayraktar TB-2: del éxito inicial en Ucrania a ser abatidos por Rusia”. 29 de julio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.larazon.es/internacional/20220729/>

17 GÁLVEZ, Cristina &, EPSTEIN, Jake. “La guerra con drones ya está aquí y UU.EE. no está preparado para hacerle frente”. Bussinessinder. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.businessinsider.es/guerra-drones-ya-aqui-eeuu-no-preparado-hacerle-frente-1386025>

cosa que se mueva, cualquier persona que se mueva, puede ser observada, rastreada y potencialmente abatida con un dron FPV” en Ucrania.

Los drones FPV y los Strike Drones, son sistemas de armas de fácil adquisición, basta con tener un dron de tipo comercial y hacer adaptaciones artesanales para poder añadir diversos tipos de municiones, ya sea para comportarse como un dron Kamikaze o de lanzamiento.



Imagen N° 2: Dron de lanzamiento ruso.

Fuente : <https://www.defensa.com/rusia/cuadricopteros-capaces-lanzar-granadas-nuevos-rpas-rusia-para>



Imagen N° 3: Dron de lanzamiento ucraniano.

Fuente: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2022-12-28/ucrania-ataque-drones-rusia-bombarderos_3548974/



Imagen N° 4: Dron FPV.

Fuente: Disponible en: <https://www.businessinsider.es/guerra-drones-ya-aqui-eeuu-no-preparado-hacerle-frente-1386025>

Con la incorporación de este tipo de tecnologías de bajo costo, lo simple ha complejizado el empleo de las FTs, donde un dron puede destruir complejos sistemas de armas, por lo tanto, el costo - beneficio inclina la balanza en favor de los FPV.

Para referirse a ello, Ana Alonso¹⁸ indica que los FPV de carreras se han reconvertido en drones kamikaze o de un solo ataque, también llamado First Person View, los que vuelan a gran velocidad y a baja altitud. Son efectivos contra vehículos blindados y pueden costar unos 1.000 dólares, en comparación con los Switchblade¹⁹ que superan los 50.000 dólares, dando cuenta de su eficiencia.

Al respecto Luttwak²⁰ señala que *“la búsqueda de la eficiencia por medio de una fuerte especialización ha desempeñado un importante papel en la evolución de la tecnología militar. Constantemente nuevas armas muy especializadas han ofrecido la atractiva posibilidad de superar a otras, más complejas y costosas”*. Además, nos dice que en el ámbito militar existe una relación de innovaciones tecnológicas que conllevan a la respuesta de una contramedida. En esta reflexión al autor indica

18 ALONSO, Ana. “Boom de drones en la guerra contra Ucrania: “Las fábricas están a pleno rendimiento”.

El independiente. 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.elindependiente.com/internacional/2023/09/10/boom-de-drones-en-la-guerra-contra-ucrania-las-fabricas-estan-a-pleno-rendimiento/>

19 Switchbale 600 es una munición merodeadora equipada con ojiva antiblindaje para atacar vehículos blindados. Zona Militar.com. [En línea]. Disponible en: https://www.zona-militar.com/2024/06/24/el-ejercito-de-ee-uu-avanzara-en-la-compra-de-mil-drones-switchblade-600-como-parte-de-su-programa-replicator/#google_vignette

20 LUTTWAK, Edward. “Para bellum”. La estrategia de la paz y de la guerra. 2005, p. 50.

que, este ciclo es una constante en una lucha de medidas y contramedidas, buscando lograr la eficiencia en la utilización de los recursos.

Es en esa misma lógica, que las contra-contra medidas ya están dando crédito a lo planteado por Luttwatt. Al respecto, en un artículo de Alexis Paiva²¹ se indica que *“existen drones FPV que cuentan con una electrónica reforzada, la cual les permite continuar con sus operaciones sin verse mayormente afectados por las interferencias”*. De igual manera, se han diseñado drones que son dirigidos mediante fibra óptica, por lo tanto, es una C-UAS a los efectos de la EW. En consecuencia, el problema de los FPV es aún mayor.

En el conflicto ruso – ucraniano, la industria militar rusa y ucraniana han centrado esfuerzos en este tipo de tecnologías para un desarrollo masivo, por su eficiencia y letalidad. Al respecto Alonso²² señala que, para compensar la falta de medios y desventaja en el aire ante Rusia, Ucrania recurrió a los drones comerciales dándoles un uso militar. Enfatiza que en esta guerra estamos presenciando un empleo de drones sencillos, económicos y que se fabrican de manera masiva por ambas partes. *“Los soldados ucranianos ya no conciben la guerra sin los drones”*.

En este escenario, hay quienes han sostenido que, con este tipo de innovaciones la guerra se encuentra alcanzando un nuevo nivel con respecto a lo observado anteriormente. Gálvez & Epstein²³ señalan que, los drones tuvieron un papel destacado durante la guerra entre Armenia y Azerbaiyán en 2020. Sin embargo, la guerra con drones ha alcanzado un nuevo nivel en la guerra de Ucrania.

Los drones y su integración con otras tecnologías que operan bajo un sistema en red han generado un campo de batalla cada vez más transparente.²⁴ Es en este último concepto, como lo indican Gálvez & Epstein²⁵ donde el vicepresidente ejecutivo y director de estudios del think tank Center for a New American Security, Paul Scharre, ha señalado que las tecnologías han creado un entorno más transparente y letal.

21 PAIVA, Alexis. “Cómo son los drones económicos y efectivos que han adquirido protagonismo en la guerra de Ucrania”. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.latercera.com/tendencias/noticia/como-son-los-drones-economicos-y-efectivos-que-han-adquirido-protagonismo-en-la-guerra-de-ucrania/FUP7CVWSPFB3LBj6NA6ZDXDA0A/#>

22 ALONSO. *Op. cit.*

23 GÁLVEZ & EPSTEIN. *Op. cit.*

24 FRÍAS SÁNCHEZ, Carlos Javier. “Rusia, Ucrania y el campo de batalla “transparente”. Documento de Opinión IEEE, 2024. “La profusión de medios de inteligencia presentes en el campo de batalla ucraniano representa una novedad en las operaciones militares, que nos aproxima a la situación de un campo de batalla “transparente”, en el sentido de que prácticamente todos los elementos presentes en el teatro de operaciones pueden ser detectados y localizados en un plazo de tiempo muy breve, y, gracias al empleo de vectores de fuegos de largo alcance, también pueden batirse. Esta condición de “transparencia” del campo de batalla tiene consecuencias doctrinales y estratégicas que explican muchas de las dinámicas que pueden observarse hoy en el campo de batalla ucraniano”. [En línea]. [Consulta 20-05-2024]. Disponible en: https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2024/DIEEE018_2024_CARFRI_Rusia.pdf y/o enlace bieb3

25 GÁLVEZ & EPSTEIN. *Op. cit.*

¿Qué se puede decir con respecto a las contramedidas?

La irrupción y proliferación del empleo de drones ha generado la necesidad de contar con las contramedidas para enfrentarlos, impulsando el desarrollo de distintos sistemas C-UAS. En la actualidad, los drones son más pequeños y difíciles de detectar que los aviones y helicópteros, lo que dificulta el empleo de los sistemas de defensa antiaéreo tradicionales.

En la página oficial de Infodron,²⁶ Meier Ben Shaya, vicepresidente ejecutivo de marketing y desarrollo comercial de sistemas de defensa aérea de Rafael,²⁷ declara que existen actualmente dos tendencias claves que deben abordar los sistemas antidrones. La primera, es la cantidad de drones empleada durante un ataque de manera simultánea, siendo un desafío para cualquier sistema antidrón que pretenda ser exitoso. La segunda está relacionada con que anteriormente los sistemas de defensa antiaérea se desarrollaron para buscar aviones convencionales, grandes vehículos aéreos no tripulados y misiles. Pero en la actualidad esos sistemas deben considerar amenazas más pequeñas, más rápidas y de bajo vuelo, las que son cada vez más autónomas, constituyendo un desafío para los radares y SIGINT.²⁸

El párrafo anterior da cuenta de la problemática que representan los drones como los FPV para los tradicionales sistemas de artillería antiaérea, siendo el principal problema la detección mediante los radares por su vuelo a baja altura y tamaño pequeño.

Los drones FPV, debido a su alta velocidad, maniobrabilidad y gran cantidad de sistemas en vuelo, son sistemas complejos de destruir. Al respecto Mary²⁹ señala que, el principal desafío se radica en la detección; esto se complejiza cuando los drones son autónomos, guiados por sistemas ópticos o inteligencia artificial (IA), en este caso, la única solución es derribarlos físicamente.

Como parte de las C-UAS con efectos cinéticos en contra de los drones, Ucrania ha fortalecido su defensa antiaérea. Este empleo considera la integración de capacidades antiaéreas de corto, mediano y largo alcance, lo que permite lograr un cierto grado de seguridad para las fuerzas terrestres ante la amenaza aérea como los drones de mayor tamaño.

26 Infodron.es. Infodron.es. 14 de septiembre de 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrar/3528779/reino-unido-elige-sistema-antidron-drone-dome-rafael-defender-cumbre-g7>

27 Fundada en 1948, RAFAEL Advanced Defense Systems Ltd. desarrolla, fabrica y mantiene tecnologías, productos y sistemas probados en combate para aplicaciones aéreas, terrestres, navales, espaciales y digitales. [En línea]. Disponible en: <https://www.rafael.co.il/our-story/>

28 Inteligencia de señales. Se ejecuta a través de la búsqueda, interceptación, localización, análisis y registro de las señales del adversario. Se divide en: Inteligencia de comunicaciones, inteligencia electrónica, inteligencia de imágenes. Definición que se incluye en el texto doctrinario División Doctrina. RDO-20001 "Reglamento de Operaciones", Santiago, Chile edición 2012, p. 95.

29 MARY, Ignacio. "El impacto de los drones en la guerra moderna". 2024. [En línea]. Disponible en: <https://unofar.cl/el-impacto-de-los-drones-en-la-guerra-moderna-ignacio-mary/>.

Los drones más pequeños, como los FPV, se han convertido en la principal amenaza en el nivel táctico, sin embargo, son vulnerables a la EW. En efecto, es una C-UAS efectiva para enfrentarlos. Rusia ha configurado un robusto sistema integrado de AAA y de EW, integrándolo en los Grupos Tácticos de Batallón (BTG), lo que se puede asimilar al concepto de Fuerza de Tarea (TF), para brindar protección a sus FTs en este nivel.

En la imagen se presenta la estructura de un BTG ruso, donde se han integrado sistemas de EW (Coms y GE) y de AAA (Misiles T-A), para brindar seguridad y protección.

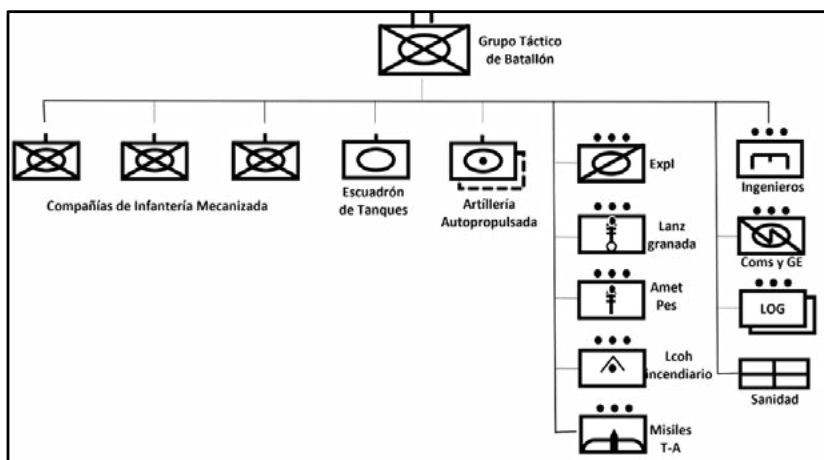


Imagen N °5: Estructura de un BTG ruso. Adaptado desde LinkedIn. Conflicto en Ucrania, en clave operacional y táctica: el grupo táctico de batallón ruso.

Fuente: Marcelo Calderón, 2022. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/conflicto-en-ucrania-clave-operacional-y-t%C3%A1ctica-el-grupo-calder%C3%B3n>

Rusia posee el sistema de EW Krasukha 4,³⁰ como un escudo radioelectrónico que le otorga la capacidad para neutralizar los radares terrestres y los sistemas aéreos a través de señales de interferencia dirigidas a las frecuencias de radar y otras fuentes de emisión. Krasukha forma parte de las C-UAS para derrotar con éxito a los drones que vuelan a alturas extremadamente bajas, desactivando sus sistemas para obligarlos a ascender, donde puede actuar la defensa antiaérea.

En el nivel táctico, es posible evidenciar la necesidad de sobrevivencia del soldado ante la amenaza de drones, donde las armas C-UAS o pistolas antidrones, como el rifle ucraniano KVSG-6,

30 El Krasukha es un sistema móvil de guerra electrónica (EW) diseñado para contrarrestar sistemas de radar aerotransportados y espaciales desde tierra. Interfiere eficazmente una amplia gama de señales, en particular las de radioelectrónica aerotransportada, como vehículos aéreos no tripulados (UAV), y otros sistemas aéreos, incluidos misiles guiados por radar. [En línea]. Disponible en: <https://www.army-technology.com/projects/krasukha-electronic-warfare-ew-system-russia/>

están siendo parte del armamento individual de los soldados en las posiciones. Mary³¹ señala que en la guerra ruso-ucraniana se ha evidenciado la necesidad crítica de expandir la cobertura de sistemas C-UAS por parte de los combatientes, subrayando la urgencia de esta expansión ante la amenaza de los drones.



Imagen N° 6: El rifle KVSG-6 es capaz de neutralizar drones situados a una distancia de hasta tres kilómetros.

Fuente: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2022-06-30/drones-rifle-interferencias-kvertus-kvsg-6_3452727/

Oleksandr Stashevskyi & Frank Bajak³² mencionan que *“la EW ha sido un aspecto clave, pero invisible de la guerra ruso-ucraniana”*. La EW rusa dificulta las operaciones de reconocimiento y comunicaciones, interfiriendo las señales de GPS de los drones que los ucranianos emplean en apoyo a los procesos de la artillería. En suma, tanto los rusos como los ucranianos han tomado medidas para hacer frente a la amenaza de los drones, de acuerdo a sus capacidades disponibles.

CONCLUSIONES

Los drones son una realidad en los conflictos actuales y estos van a proliferar cada vez más en el diseño de las fuerzas, no solo en países desarrollados. El campo de batalla es cada vez más transparente, siendo los sensores una necesidad en el diseño de una fuerza operativa y letal. Por lo tanto, es necesario proyectar las capacidades militares que se requieren para un diseño de fuerzas que considere el empleo de drones en apoyo a las FTs y las C-UAS para enfrentarlos.

31 MARY, Ignacio. *Op. cit.*

32 STASHEVSKYI, Oleksandr & BAJAK, Frank. “La guerra electrónica, otro frente crucial de la ofensiva de Rusia en Ucrania”. El Clarín. [En línea]. Disponible en: https://www.clarin.com/mundo/guerra-electronica-frente-crucial-ofensiva-rusia-ucrania_0_sL3WqwzGqA.html

Para la industria militar, el desafío que se presenta es desarrollar la capacidad de producción nacional de drones tácticos como los FPV y Strike Drones de manera masiva y de bajo costo. Con la finalidad de potenciar a la FT con este tipo de tecnologías que cumplen roles multipropósito potenciando el diseño de la fuerza. Para poder sumarse a esta innovación tecnológica, es necesario integrar a distintos actores civiles y militares del ámbito nacional en un trabajo colaborativo, potenciando el desarrollo científico-tecnológico-militar en beneficio del desarrollo de tecnologías que aporten a las capacidades militares.

Las experiencias observadas permiten determinar que cualquier C-UAS que se pretenda introducir en el diseño de la fuerza, debe tener como características principales: integración de medios de AAA de diferentes alcances y de EW. Lo anterior permite generar un paraguas itinerante de protección para hacer frente a distintos tipos de drones, los que incluyen a los letales FPV.

Es importante tomar decisiones oportunas que consideren las experiencias observadas para el desarrollo de capacidades militares que potencien el futuro diseño de la fuerza. La ingeniería militar hoy tiene un desafío claro, presentándose la oportunidad de llevar la teoría a soluciones prácticas a través de propuestas de desarrollo tecnológico en la guerra de drones y contramedidas.

Finalmente, el desarrollo de estas tecnologías por parte de la ingeniería militar, podrá ser en el futuro el medio puesto a disposición de los planificadores militares, los que tendrán el desafío de articularlo para lograr los fines que se pretenden alcanzar. Es ahí donde se forma el eslabón de unión entre los ingenieros militares y los oficiales de Estado Mayor.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, Ana. "Boom de drones en la guerra contra Ucrania: "Las fábricas están a pleno rendimiento". El independiente. [En línea]. [Consulta 06-05.2024] Disponible en: <https://www.elindependiente.com/internacional/2023/09/10/boom-de-drones-en-la-guerra-contra-ucrania-las-fabricas-estan-a-pleno-rendimiento/>
- ANTAL, Juan. "La primera guerra se ganó principalmente gracias a las lecciones aprendidas de la segunda guerra de Nagorno-Karabaj sobre sistemas no tripulados". European Security and Defence. [En línea]. [Consulta 03-04.2024]. Disponible en: <https://euro-sd.com/2021/04/articles/exclusive/22071/the-first-war-won-primarily-with-unmanned-systems-lessons-from-the-second-nagorno-karabakh-war/>
- COLOM, Guillem. (2006): "Una aproximación a las Revoluciones Militares, Técnico-Militares y en los Asuntos Militares". [En línea]. [Consulta 06-04.2024]. Disponible en: https://www.academia.edu/44414402/Una_aproximaci%C3%B3n_a_las_Revoluciones_Militares_T%C3%A9cnico_Militares_y_en_los_Asuntos_Militares?auto=download

DE SANTOS, Ángel. "Putin ya no teme al dron turco Bayraktar TB2: del éxito inicial en Ucrania a ser abatidos por Rusia". [En línea]. [Consulta 22-07.2024]. Disponible en: <https://www.larazon.es/internacional/20220729/>

EJÉRCITO DE CHILE. División Doctrina (DIVDOC), MDI-70005 "Manual de aeronaves no tripuladas", Santiago, Chile, 2015.

INFODRON.ES. "Reino Unido elige el sistema antidrón Drone Dome de Rafael para defender la cumbre G7". [En línea]. [Consulta 22-07.2024]. Disponible en: <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrar/3528779/reino-unido-elige-sistema-antidron-drone-dome-rafael-defender-cumbre-g7>

CRISTINA Gálvez & JAKE, Epstein. "La guerra con drones ya está aquí y UU.EE. no está preparado para hacerle frente". Bussinessinder. [En línea]. [Consulta 15-04.2024]. Disponible en : <https://www.businessinsider.es/guerra-drones-ya-aqui-eeuu-no-preparado-hacerle-frente-1386025>

LUTTWAK, Edward. "Parabellum. La estrategia de la paz y de la guerra". 2005.

MARTÍNEZ, Teixido. "Enciclopedia del arte de la guerra". 2005.

MARY, Ignacio. "El impacto de los drones en la guerra moderna". [En línea]. [Consulta 20-04.2024]. Disponible en: <https://unofar.cl/el-impacto-de-los-drones-en-la-guerra-moderna-ignacio-mary/>

PAIVA, Alexis. "Como son los drones económicos y efectivos que han adquirido protagonismo en la guerra de Ucrania". [En línea]. [Consulta 22-06.2024]. Disponible en: <https://www.latercera.com/tendencias/noticia/como-son-los-drones-economicos-y-efectivos-que-han-adquirido-protagonismo-en-la-guerra-de-ucrania/FUP7CVWSPFB3LBJ6NA6ZDXDAOA/#>

SHAAN, Shaikh & WES, Rumbaugh. "The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense. Center for Strategic and International Studies". [En línea]. [Consulta 22-06.2024]. Disponible en: <https://www.csis.org/analysis/air-and-missile-war-nagorno-karabakh-lessons-future-strike-and-defense>

OLEKSANDR Stashevskiy & FRANK Bajak. "La guerra electrónica, otro frente crucial de la ofensiva de Rusia en Ucrania". El Clarín. [En línea]. [Consulta 20-04.2024]. Disponible en : https://www.clarin.com/mundo/guerra-electronica-frente-crucial-ofensiva-rusia-ucrania_0_sL3WqwgGqA.html