ARTÍCULO DOI 10.52781/cmm.a203

Estudio de caso sobre el uso de drones en la Guerra de Ucrania y su impacto en la doctrina militar terrestre

Case study on the use of drones in the Ukraine War and the impacts on land military doctrine

Resumen: El artículo pretende analizar el uso de drones en la Guerra de Ucrania y sus implicaciones para la doctrina militar terrestre. Tiene como objetivo comprender cómo se utilizaron los drones, sobre todo los vehículos aéreos no tripulados (VANT), y cuáles fueron sus implicaciones en el ámbito táctico. Se utilizó una metodología de estudio de caso único, con un enfoque cualitativo, a partir del análisis de fuentes abiertas, como artículos de periódicos especializados e informes de *think tanks*. Los resultados indican que los drones potencian las funciones de combate (mando, inteligencia, fuegos, maniobra, protección y logística), pero no constituyen una Revolución en Asuntos Militares. Tampoco reemplazan al armamento tradicional, sino que lo complementan. El análisis demuestra que existe margen para la evolución de la doctrina militar terrestre con este nuevo vector, tales como: adaptaciones en la formación del personal militar; fomento de la innovación, incluso en combate; absorción de tecnologías emergentes en la dotación de material; revisión de las estructuras organizativas de las unidades; y una profundización en las cuestiones éticas relacionadas con el uso de tecnologías emergentes.

Palabras clave: Guerra de Ucrania; Drones; Innovación militar; Revolución en Asuntos Militares; Estudio de caso.

Abstract: This study analyzes drone use in the Russo-Ukrainian War and its implications for land military doctrine. It aims to understand how drones, particularly Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), were employed and their tactical impacts. A single case study with a qualitative approach was used, examining open sources like specialized news outlets and think tank reports. Results indicate drones enhance combat functions (command, intelligence, fires, maneuver, protection, logistics) but do not constitute a Revolution in Military Affairs. They complement, rather than replace, traditional weaponry. The analysis shows room for the evolution of land military doctrine, including: adapting soldier training; fostering innovation in combat; integrating emerging technologies into equipment; revising unit organizational structures; and deepening ethical considerations regarding emerging technology use.

Keywords: Russo-Ukrainian War; Drones; Military Innovation; Revolution in Military Affairs; Case Study.

Leonardo da Silva Lima
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
leosilvalima08@gmail.com

Fernando Bartolomeu Fernandes
Diretoria de Ensino Militar (DEsMil)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
fernandes.bartholomeu@eb.mil.br

Anselmo de Oliveira Rodrigues
Centro de Estudos Estratégicos do Exército (CEEEx)
Brasília, DF, Brasil
majanselmo@gmail.com

Recibido: DD mês. AAAA
Aprobado: DD mês. AAAA

COLEÇÃO MEIRA MATTOS
ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833
http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index

Creative Commons Attribution Licence

1 INTRODUCCIÓN

En noviembre de 2024 se produjo el mayor ataque con drones de la Guerra de Ucrania. Mientras los rusos lanzaron más de 145 drones, los ucranianos atacaron a las tropas rusas con decenas (Russia [...], 2024). Del mismo modo, en junio de 2025, la Operación Telaraña, lanzada por Ucrania contra los rusos después de más de un año de preparación, demostró la posibilidad de infiltrar, en el interior del territorio enemigo, drones capaces de destruir objetivos altamente estratégicos, transmitiendo así un mensaje de vulnerabilidad en la seguridad de las zonas de defensa rusas (Análise [...], 2025).

Este artículo tiene como objeto de estudio el uso de drones, sobre todo los vehículos aéreos no tripulados (VANT), en la Guerra de Ucrania, desde sus inicios hasta 2025, y busca comprender si su uso puede considerarse una Revolución en Asuntos Militares (RMA – *Revolution in Military Affairs*, en inglés) y cuál fue su impacto en las operaciones de las fuerzas armadas en conflicto.

El problema de investigación consiste en comprender, a partir de las lecciones aprendidas, si la Guerra de Ucrania fue capaz de fomentar una RMA, así como plantear las posibles implicaciones del uso de drones en conflictos en la evolución de la doctrina militar terrestre. El principal resultado de este estudio demuestra que el uso de drones no provocó un RMA, sin embargo, tuvo un impacto significativo en la forma de conducir la guerra en el nivel táctico.

Se utilizó una metodología de estudio de caso, a partir de fuentes abiertas de la red mundial de computadoras, como artículos de periódicos, artículos de sitios web especializados e informes de *think tanks*.

El uso de drones como armas de guerra está provocando un estancamiento en el frente. Ambas partes los utilizan tanto para la adquisición de objetivos como para ataques kamikaze. El enemigo puede detectar cualquier movimiento, lo que ha mantenido a los combatientes en las trincheras (Gormezano, 2025).

Drones comerciales, comprados en Amazon, en muchos casos por menos de 1.000 dólares, se envían a Ucrania para realizar misiones de reconocimiento, bombardeo o ataque kamikaze (Ukraine Defense Support, [2024]). Los drones militares, más conocidos en los círculos militares como vehículos aéreos no tripulados o aeronaves pilotadas a distancia (RPA, por sus siglas en inglés), son producidos principalmente por Turquía e Irán; mientras tanto, los drones comerciales son producidos principalmente por China (Mozur; Hopkins, 2023).

Sin embargo, los vehículos aéreos no son los únicos que cuentan con automatización. Los vehículos terrestres no tripulados también están transformando las operaciones terrestres. Las fuerzas armadas rusas los han utilizado para transportar explosivos directamente a posiciones enemigas, en operaciones de desminado, para entregar municiones y otros tipos de suministros, para transportar minas antitanque, para evacuar a los heridos y equipados con cañón (Sputnik, 2025).

También existen vehículos marítimos no tripulados que, al igual que los vehículos aéreos no tripulados, han sido utilizados por Ucrania contra la flota rusa del Mar Negro, a un costo relativamente bajo, lo que resalta la urgencia de obtener este producto de defensa (IISS, 2024, p. 7).

El uso intensivo de drones marca una revolución en el conflicto. Su uso se ha perfeccionado gracias a su integración con la guerra electrónica y la artillería (Aksenov; Chernysh; Howell, 2024). Sin embargo, la Guerra de Ucrania no fue el primer conflicto en el que se utilizó este tipo

equipo: el uso de drones ya se había observado en los conflictos de Libia, Siria y Nagorno-Karabaj (Hecht, 2022), aunque de forma incipiente.

Además, ambos contendientes han aplicado la inteligencia artificial para proporcionar análisis de datos, mejorar la capacidad de toma de decisiones –a través de la inteligencia geoespacial, el análisis de comunicaciones no cifradas y los ciberataques–, y construir vehículos autónomos (Bendett, 2023). Los drones se están perfeccionando con inteligencia artificial y aprendizaje automático (*machine learning*) para operar sin GPS e incluso sin operador (Como [...], 2025b; Hakmeh, 2025; Stepanenko, 2025, p. 1).

Estos son solo algunos ejemplos de cómo las tecnologías emergentes de la Industria 4.0, más específicamente los equipos con automatización tecnológica, han transformado los conflictos modernos. Ante estas nuevas tecnologías, las fuerzas armadas involucradas en el conflicto tuvieron que ajustar su doctrina de empleo.

Hasta el siglo XVI, la fuente de energía de la mayor parte de la tecnología utilizada en las armas provenía de los animales o de los propios hombres. A partir de entonces, el uso de fuentes químicas, como la pólvora, en las armas fue un factor revolucionario en la guerra, puesto que aumentaba la letalidad en el campo de batalla y reducía la dependencia de habilidades individuales del soldado, como la fuerza física (Van Creveld, 1991, p. 85).

La evolución del armamento en el campo de batalla siguió el ritmo de la Revolución Industrial. La invención de determinados equipos militares no habría sido posible sin la invención del acero y la energía a vapor (Van Creveld, 1991, p. 170).

Sin embargo, fue la Primera Guerra Mundial la que impulsó la evolución tecnológica en el ámbito militar y el surgimiento del "estilo moderno de guerra" (Knox; Murray, 2009, p. 132). El apogeo fue la aparición de las armas nucleares (Knox; Murray, 2009, p. 6). Para Van Creveld (1991, p. 11, traducido por el autor), la guerra "está completamente permeada por tecnología y regida por ella"; sin embargo, no toda tecnología tiene impacto en la guerra (Van Creveld, 1991, p. 306).

Las innovaciones tecnológicas y la doctrina militar interactúan entre sí, ya sea porque las nuevas tecnologías que originalmente no eran militares se incorporan al esfuerzo bélico, o porque el esfuerzo bélico exige nuevas soluciones tecnológicas para que una de las partes beligerantes obtenga ventajas sobre la otra. En este sentido, la Guerra de Ucrania ha planteado debates sobre la innovación militar (Hakmeh, 2025; The Russia-Ukraine [...], 2025). De hecho, las lecciones emergentes del conflicto ya están influyendo en el pensamiento de muchas fuerzas armadas (IISS, 2024, p. 9).

Drone es el nombre en inglés que se da al Zángano –el macho de la abeja– y al zumbido que produce. Debido al ruido que suele producir y a su apariencia, el término acabó adoptándose para referirse a los VANT o *unmanned aerial vehicle* (UAV) (Brasil, 2015, p. 278). Otro término que se ha adoptado en la doctrina militar brasileña es "aeronave pilotada a distancia", una categoría de los VANT (Brasil, 2020, p. 1-2).

El conjunto de recursos necesarios para realizar una determinada tarea utilizando RPA, que incluye materiales para mando, control y un equipo especializado, se denomina sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS, por sus siglas en inglés) (Brasil, 2020, p. 1-3). Sin embargo, al ampliar su significado, el término "drones" ahora se utiliza para referirse a cualquier vehículo aéreo, terrestre o marítimo pilotado a distancia o con navegación autónoma (Brasil, 2015, p. 95).

En este artículo, el uso del término "drones" se refiere a los VANT, una vez que este es su significado más utilizado.

2 METODOLOGÍA

Esta investigación tuvo como objeto de estudio el uso de drones, más específicamente los VANT o las aeronaves pilotadas a distancia. El objetivo general es comprender cómo se utilizaron los drones en la Guerra de Ucrania, con el fin de visualizar posibles implicaciones en la doctrina militar terrestre.

Para ello, los objetivos específicos buscaron contextualizar el uso de drones en este conflicto armado, comprender las teorías de la innovación –en particular en el ámbito militar–, discutir la adecuación de dichas teorías para el fenómeno de la guerra, debatir sobre las consecuencias de la introducción de drones en el combate y, finalmente, identificar las consecuencias del uso de este vector en la doctrina militar terrestre. Para elaborar este artículo, se optó por utilizar un enfoque cualitativo, con el objetivo de explorar y comprender el problema (Creswell; Creswell, 2018, p. 41).

Como estrategia de investigación, se optó por un estudio de caso único, con el uso de drones en combate como unidad de análisis (Yin, 2001, p. 58), y se verificó la adecuación de este uso al patrón de las teorías de innovación militar (Yin, 2001, p. 136), con el fin de realizar un análisis más profundo del caso (Creswell; Creswell, 2018, p. 51).

Se realizó una breve revisión de literatura para abordar las teorías de la innovación, sobre todo en el ámbito militar. Dicha revisión permite abordar el problema desde un marco teórico y proporciona las herramientas necesarias para una mejor comprensión (Creswell; Creswell, 2018, p. 68).

La principal fuente de evidencia para la recopilación de datos fue la documentación procedente de recortes de periódicos y otros artículos publicados en los medios de comunicación (Yin, 2001, p. 107), encontrados principalmente en la red mundial de computadoras. La recopilación se centró intencionadamente en documentos de fuentes abiertas, que incluían textos y vídeos que trataban exclusivamente sobre el uso de vehículos en la Guerra de Ucrania. Se priorizaron las publicaciones más recientes y actualizadas, teniendo en cuenta la evolución de la forma de conducir la guerra a lo largo del tiempo. Las publicaciones más antiguas corrían el riesgo de no reflejar la realidad actual.

Básicamente, hubo tres tipos de fuentes: noticias y reportajes de periódicos y revistas, como *Al Jazeera*, *Sputnik*, *BBC* y *Reuters*; artículos de revistas y sitios web especializados, como *War on the Rocks*, *European Secure and Defence*, *Atlantic Council*, *Modern War Institute* y *Chatham House*; así como informes de *think tanks*, como el Center for Strategic and International Studies (CSIS), el Royal United Services Institute (RUSI) y el Institut Français de Relations Internationales (IFRI).

El análisis se estructuró en dos etapas. Primero, se realizó una revisión de literatura para establecer un marco teórico, basado en conceptos de innovación, destacando la Revolución en Asuntos Militares. Luego, se realizó un estudio de caso para identificar cómo se han utilizado los drones en la Guerra de Ucrania y sus principales implicaciones en las funciones de combate, con el objetivo de identificar patrones e inferir interpretaciones.

3 TEORÍAS DE LA INNOVACIÓN

Schumpeter (1997), en su Teoría del Desarrollo Económico (1997), presentó una nueva justificación para las discontinuidades cíclicas de la economía, y así creó el concepto de "destrucción creativa". Él estableció la correlación entre los períodos de prosperidad y la innovación

realizada por el emprendedor. A medida que surgen y tienen éxito las innovaciones tecnológicas, otros emprendedores empiezan a imitar al emprendedor innovador, lo que genera una ola de inversión y prosperidad (Costa, 1997, p. 11-12).

Schumpeter (1997, p. 78) caracteriza la innovación como la introducción de un nuevo bien o una nueva calidad de un bien, o la introducción de un nuevo método de producción, que aún no ha sido probado, entre otras características. Es decir, la innovación implica el surgimiento de algo nuevo, la mejora de algo que ya existe o la creación de un nuevo proceso para producir algo que ya existe.

Las revoluciones industriales son ejemplos clásicos de la teoría de Schumpeter. La Cuarta Revolución Industrial, o Industria 4.0, aún en desarrollo, se caracteriza por avances tecnológicos relacionados con el Internet de las Cosas (IoT – *Internet of Things*, en inglés), la ciencia de datos, el *big data*, la computación en la nube, la blockchain (cadena de bloques) y la inteligencia artificial; desarrollos que resultan en la hiperautomatización y la hiperconectividad (Parashar *et al.*, 2023). La "droneización" es producto de un conjunto de innovaciones derivadas de la Industria 4.0 (Tourret, 2025, p. 10).

Taylor (2023, p. 129) considera que existen cinco pilares para fomentar la innovación en un país: los derechos de propiedad intelectual, las subvenciones para investigación, educación e investigación universitaria, y la política de mercado. Estos pilares pueden explicar hasta el 90% de las diferencias entre los índices de innovación nacional (Taylor, 2023, p. 178), sin embargo, no son capaces de explicar todos los éxitos y fracasos de las naciones con respecto a la innovación (Taylor, 2023, p. 181).

Según el autor, existe una fuerte correlación positiva entre la protección nacional de los derechos de propiedad intelectual (Taylor, 2023, p. 143), las inversiones en Ciencia y Tecnología (C&T) (Taylor, 2023, p. 152), las investigaciones en universidades (Taylor, 2023, p. 166) y el índice de innovación de un país. Existe una limitada correlación positiva entre la educación nacional y el índice de innovación nacional; sin embargo, cuando se refiere a la enseñanza superior en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM – *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, en inglés), esta correlación positiva tiende a ser más significativa (Taylor, 2023, p. 158). La política de mercado, es decir, elegir entre el proteccionismo y el libre mercado, presenta la correlación más débil con los índices de innovación de un país (Taylor, 2023., p. 176).

Finalmente, Taylor (2023, p. 296) sostiene que las naciones más innovadoras son "aquellas que planifican instituciones y políticas para resolver problemas con bienes públicos que impiden el progreso de la C&T". Esto implica reducir los costos de transacción e información, mitigar los riesgos y ofrecer bienes colectivos que no ofrece el mercado, así como mantener redes nacionales e internacionales de relaciones y de intercambio.

Por otro lado, Mazzucato (2014) defiende que, mucho más que corregir las fallas que limitan las innovaciones, el Estado debe volverse emprendedor, ser proactivo y asumir riesgos al financiar investigaciones con una alta probabilidad tanto de fracaso como de innovación. Así fue como la financiación de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA – *Defense Advanced Research Projects Agency*, en inglés) de Estados Unidos permitió a Apple inventar el iPhone.

Hakmeh (2025) explica que, en Ucrania, el gobierno ha desempeñado un papel más como facilitador que como controlador en el proceso de innovación en defensa. En lugar de depender únicamente de los procesos tradicionales de innovación en defensa, el Estado ucraniano ha fomentado las

asociaciones público-privadas, un modelo que contrasta con los modelos de innovación que predominan en muchos países occidentales, que suelen ser más burocráticos y se caracterizan por un estilo *top-down*.

El tema de la innovación ha sido objeto de foros y debates desde hace algún tiempo. Desde 1990, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) publica el Manual de Oslo sobre el tema. La cuarta edición (OCDE, 2018) es la más reciente y define la innovación como

> [...] un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere de forma significativa de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o se ha puesto en uso por la unidad (proceso) (OECD, 2018, p. 20, traducido por el autor).

El término unidad se utiliza de forma genérica para describir al actor responsable de las innovaciones (OECD, 2018, p. 20).

Según Posen (1984, p. 47), las principales causas de innovación en una organización son: el fallo, es decir, algo incorrecto que debe corregirse; la presión externa, como la de una autoridad, para modificar procesos o productos; y el deseo de expansión, para controlar una inseguridad en el entorno o para obtener nuevos recursos.

Las innovaciones, sobre todo las tecnológicas, suelen clasificarse en diferentes categorías, y no todas tienen el mismo grado de impacto. Las categorías más utilizadas son las de innovaciones incrementales y las de innovaciones radicales (Shestakov; Poliarush, 2019).

Las innovaciones incrementales son el resultado del perfeccionamiento de tecnologías, productos u otras innovaciones que ya existen. Suelen transformar el mundo gradualmente, sin provocar cambios drásticos. Por otro lado, las innovaciones radicales provocan una alteración significativa en un área específica y, simultáneamente, en muchas áreas de la vida humana, lo que puede resultar en una reestructuración meticulosa de los modelos de funcionamiento de sistemas técnicos y sociales (Shestakov; Poliarush, 2019, p. 72).

4 LA INNOVACIÓN EN EL ÁMBITO MILITAR

Con respecto a la innovación militar, esta se encuentra dentro del contexto del "cambio militar" (*military change*), que Farrell y Terriff (2002, p. 5) definen como "cambios en los objetivos, estrategias y/o estructuras de una organización militar". No se debe confundir el cambio militar con la innovación militar, puesto que la innovación es una de las tres vías por las que se producen los cambios militares, junto con la adaptación y la emulación (Farrell; Terriff, 2002, p. 6).

Según Farrell y Terriff (2002, p. 6), la innovación implica desarrollar nuevas tecnologías militares, tácticas, estrategias y estructuras. La adaptación, en cambio, consiste simplemente en ajustar los medios militares y los métodos, y solo conduce a una innovación cuando resulta en una evolución de estos. La emulación, a su vez, es la importación de instrumentos y formas de combatir mediante la imitación de otras organizaciones.

Cuando alguno de estos fenómenos se produce solamente en los medios y en los métodos a nivel operativo y táctico, sin implicar un cambio en los objetivos, la estrategia organizativa o la estructura, no se consideran verdaderos cambios militares. En otras palabras, los cambios militares

se producen a través de la innovación, la adaptación y la emulación, sin embargo, no toda innovación, adaptación o emulación resulta necesariamente en un cambio militar.

Posen (1984, p. 56), a su vez, afirma que las nuevas tecnologías, cuando no se prueban en combate, difícilmente son catalizadores de la innovación doctrinal. Además, las innovaciones militares suelen estimularse en los países a través de las guerras libradas por otros Estados a los que venden sus armas. Sin embargo, la mejor manera de obtener innovación es mediante la experiencia directa en combate con una nueva tecnología.

Caldeira y Barbosa (2021) sostienen que la gestión de la innovación debe implementarse a través de acciones objetivas y claras, que estén sincronizadas con los ciclos de vida de los productos de defensa y con los factores que generan capacidades. Sin embargo, Diniz y Tonelli (2024) observan que la cultura organizativa actúa como una barrera para la innovación.

También en el ámbito militar, un producto o proceso, ya sea nuevo o mejorado, puede considerarse, en la forma de conducir la guerra, una innovación militar o una innovación en defensa. Las innovaciones en defensa pueden ser tecnológicas o no tecnológicas. Estas últimas incluyen innovaciones doctrinales y otras innovaciones intangibles, como los principios doctrinales, organizativos, estratégicos y de tácticas militares (Azevedo; Mesa, 2022, p. 267).

Los grandes conflictos suelen ser un terreno fértil para las innovaciones en defensa. La Guerra de Vietnam, por ejemplo, provocó una reorientación fundamental en la doctrina del ejército de Estados Unidos. La guerra de Yom Kippur en 1973, entre Israel y los Países Árabes, contribuyó a moldear el análisis de lo que sería la guerra del futuro para el ejército estadounidense (Jensen, 2023, p. 45-47).

Cuando se trata de innovación militar basada en revolución tecnológica, surge un concepto muy presente en Estados Unidos, especialmente en la década de 1990: la Revolución en Asuntos Militares (RMA), cuyo mayor defensor y exponente fue Andrew W. Marshall (Chapman, 2003, p. 2).

En aquel momento, los analistas creían que usar sistemas de armas de alta tecnología podría ser algo decisivo en una operación militar, y tenían grandes expectativas con respecto al impacto de la Tecnología de la Información en el combate, lo que podría cambiar la naturaleza de la guerra (Cuoco, 2010, p. 2).

El concepto de RMA surgió en el Occidente, en el contexto de la Primera Guerra del Golfo, sin embargo, fue creado por teóricos soviéticos durante la Segunda Guerra Mundial y revivido en la década de 1970, bajo el nombre de Revolución Militar-Tecnológica (MTR – *Military Technological Revolution*, en inglés) (Cuoco, 2010, p. 12; Martyanov, 2019, p. 71).

No existe un consenso sobre la definición de RMA. De hecho, existen diversas corrientes de pensamiento o paradigmas sobre el tema, y el concepto en sí mismo enfrenta muchas críticas (Chapman, 2003, p. 2). Sin embargo, es posible identificar algunas ideas predominantes sobre este concepto. Según O'Hanlon (2000, p. 7, traducido por el autor),

> La tesis de la RMA sostiene que los avances adicionales en municiones de precisión, difusión de datos en tiempo real y otras tecnologías modernas pueden transformar la naturaleza de la guerra futura y, en consecuencia, el tamaño y la estructura de las fuerzas armadas de Estados Unidos.

Los defensores de la RMA sostienen que las municiones de precisión y las tecnologías de vigilancia, inteligencia y reconocimiento otorgarían a las fuerzas que las poseyeran el poder de dominar la información sobre sus enemigos. Los medios de movilidad rápida y los ataques de

precisión permitirían a las fuerzas infligir una mayor destrucción a aquellas que no los poseyeran. Así, el principio de masa ya no sería el factor decisivo (Robinson, 2022, p. 66).

Según Gray (2002), la RMA es "un cambio radical en el carácter y la conducción de la guerra", pero no en su naturaleza, que es inmutable (Gray, 2002, p. 4).

Cooper (1994, p. 12) distingue tres tipos de RMA. El primero está impulsado por una nueva tecnología militar pura, impulsada a su vez por desarrollos o invenciones tecnológicas y científicas fundamentales. Es la que más se utiliza, lo que genera la percepción de que se trata de un fenómeno basado en la tecnología, como ocurrió con las bombas nucleares y sus vectores intercontinentales.

El segundo tipo está impulsado por innovaciones organizativas y operativas, sin poner énfasis en el aspecto tecnológico, para resolver un problema estratégico, lo que implica cambios en la forma de conducir la guerra. Un ejemplo sería la *blitzkrieg* alemana de la Segunda Guerra Mundial.

El tercer tipo está impulsado por cambios sociales, políticos y económicos, como ocurrió en la época de Napoleón. Dichos cambios suelen ocurrir fuera del ámbito militar. Esto es lo que Knox y Murray (2009, p. 7) denominan Revolución Militar.

Las RMA producen nuevas formas de destruir a los adversarios y

> [...] requieren la articulación de una combinación compleja de innovaciones tácticas, organizativas, doctrinales y tecnológicas para implementar un nuevo enfoque conceptual de la forma de conducir la guerra o de una subrama especializada de la guerra (Knox; Murray, 2009, p. 12, traducido por el autor).

Las RMA presentan cuatro características diferentes. En primer lugar, la tecnología desempeña mucho más un papel de catalizador que de dirección en las RMA, es decir, difícilmente es la causa principal del proceso. En segundo lugar, las RMA surgen de soluciones de problemas directamente relacionados con cuestiones tácticas y operativas en teatros de operaciones y enemigos específicos, no contra adversarios hipotéticos. Además, estas revoluciones requieren un marco doctrinal y conceptual coherente y realista, que se base en la experiencia adquirida en ejercicios y experimentos. Por último, las RMA no sustituyen la estrategia, al contrario, siguen vinculadas a ella y limitadas por sus condicionantes (Knox; Murray, 2009, p. 192-193).

En pocas palabras, el proceso de la RMA suele empezar con una adaptación, que genera una oportunidad de innovación que, en última instancia, conduce a una Revolución en Asuntos Militares. La evolución del arte de la guerra es un proceso continuo que incorpora innovaciones y RMA. Estas son algunas de las principales premisas postuladas por los teóricos de la RMA, especialmente después de la Primera Guerra del Golfo.

5 LA INNOVACIÓN MILITAR EN EL USO DE DRONES EN LA GUERRA DE UCRANIA

La Guerra de Ucrania no fue la primera en la que se emplearon drones. Ya se utilizaban drones militares en el conflicto entre Azerbaiyán y Armenia en Nagorno-Karabaj. Sin embargo, la Guerra de Ucrania fue la primera gran guerra en tiempos recientes en la que se enfrentaron

adversarios prácticamente iguales, a diferencia, por ejemplo, de la Guerra del Golfo, en la que claramente solo una de las partes tenía capacidad para aplicar sus innovaciones (Lieven, 2023).

La novedad de la Guerra de Ucrania fue el uso masivo de drones comerciales adaptados, principalmente como vectores aéreos, utilizados en las más diversas funciones de combate. En lugar de depender de sistemas muy sofisticados, Ucrania priorizó el bajo costo, la adaptabilidad y la economía de escala, lo que ha desafiado el pensamiento convencional sobre la tecnología (Hakmeh, 2025).

Al principio, los drones comerciales, adquiridos en su mayoría en China, fueron adaptados para uso militar. El modelo principal se denomina *first person view* (FPV), o "vista en primera persona" y suele asemejarse a un cuadricóptero (Zoria, 2024). Esto permitió una "democratización" del poder aéreo (Slusher, 2025).

Los drones se consideran revolucionarios debido a tres efectos directos que producen en los conflictos militares y la política mundial: su pequeño tamaño dificulta su detección por los radares de otras aeronaves, tienen un coste accesible y un bajo nivel de sofisticación tecnológica y, según algunos, son capaces de eliminar el combate cercano en el campo de batalla gracias a su capacidad para ejecutar ataques de precisión a larga distancia (Calcara *et al.*, 2022, p. 130).

La necesidad provocada por la guerra, el bajo costo y la facilidad de montaje de las piezas de los drones hicieron que Ucrania lograra grandes avances en su propia base industrial, de tal manera que ya prevé construir 4,5 millones de unidades en 2025 (Tanghe, 2025). Esto se ha potenciado con las impresoras 3D (Dass, 2024; Como [...], 2025a), que han ido más allá del montaje, al permitir la producción en el propio campo de batalla. Con la misma facilidad con que se producen, también se destruyen. Se estima que Ucrania perdió aproximadamente 10 mil unidades al mes en 2023, debido a los ataques rusos (Artillery [...], [202-]).

La posibilidad de montar sus piezas como si fueran "piezas de lego" permite configurar los drones con el tamaño, el peso y las piezas necesarias para la misión que les sea asignada, lo que aumenta la probabilidad de su eficacia (Cazalet, 2025). Desde el inicio del conflicto, los drones han evolucionado y se han vuelto cada vez más sofisticados, sigilosos y letales.

Sin embargo, los drones tácticos tienen muchas limitaciones (Jajcay, 2025). Entre el 60% y el 80% de ellos no logran alcanzar su objetivo (Watling; Reynolds, 2025, p. 10). Aun así, se estima que los VANT, en general, ya son responsables de más del 70% de las bajas en ambas partes y de más del 65% de los vehículos blindados rusos destruidos (Ferguson, 2025; Slusher, 2025, p. 3).

Los drones se convirtieron en herramientas esenciales en la guerra, y se utilizan para vigilancia, ataques de largo alcance y poder de fuego táctico, de modo que Ucrania creó una fuerza armada de sistemas no tripulados bajo un mando único, para armonizar enfoques, establecer trabajos conjuntos y hacer más efectivo el uso de estos vehículos en combate (Hodunova, 2025). A su vez, Rusia creó una nueva fuerza militar para supervisar la producción, la operación y las pruebas de drones (Altman, 2025).

Todos los escalones de combate ucranianos cuentan con VANT: pesados para bombardeo, ligeros y FPV. La mayoría de las brigadas disponen de una compañía, un batallón u otra unidad dedicada al uso de drones para apoyar un frente de entre 40 y 70 kilómetros (Watling; Reynolds, 2025, p. 10).

5.1 Los drones y la Revolución en Asuntos Militares

La guerra en Ucrania evidenció las limitaciones de la RMA (Calcara *et al.*, 2022; Lieven, 2023; Robinson, 2022). Las nuevas tecnologías se están utilizando para complementar y reforzar las formas existentes de conducir la guerra, en lugar de cambiarlas (Robinson, 2022, p. 24).

Mucho más que una revolución, los drones forman parte de la evolución del combate aéreo, cuyos principios fundamentales siguen siendo evitar la exposición al fuego enemigo. Por lo tanto, no anulan las asimetrías entre las fuerzas adversas ni eliminan el combate cercano (Calcara *et al.*, 2022, p. 131).

Los drones son capaces de funcionar como municiones guiadas de precisión (PGM, por sus siglas en inglés) (BAE [...], 2025). Sin embargo, a diferencia de lo que algunos argumentaban, que los vehículos pequeños no tripulados PGM reemplazarían a las municiones pesadas, como las de artillería, está ocurriendo lo contrario: se ha producido un aumento en la producción de municiones pesadas en todo el mundo (Fact [...], 2025).

Diferente de las aeronaves, los drones, en particular el FPV, tienen pocas restricciones de uso, una vez que no requieren una infraestructura para operar, como aeropuertos, ni grandes cantidades de suministros, como queroseno de aviación. Además, sus costos de mantenimiento son relativamente bajos o insignificantes, y son prescindibles, es decir, su pérdida prácticamente no tiene consecuencias para quien lo opera (Cazalet, 2025).

La innovación introducida por el uso de VANT no ha reducido la necesidad de grandes fuerzas militares. En la Guerra de Ucrania, donde existen adversarios del mismo nivel, se ha confirmado la necesidad del reclutamiento obligatorio y la movilización de voluntarios, tanto en el caso de Ucrania como en el caso de Rusia (Boechat, 2025; Kirby, 2025; Lieven, 2023).

Aunque los drones y otras tecnologías avanzadas han permitido a Ucrania desafiar a Rusia de forma inesperada, aún no han reemplazado la necesidad del poder militar tradicional. Por el contrario, se utilizan más para complementarlo como una estrategia tecnológica adaptativa (Hakmeh, 2025), además de valerse del principio de masa (Tourret, 2025, p. 5).

Por otro lado, algunas de las predicciones de los teóricos de la RMA se hicieron realidad. Los grandes avances tecnológicos derivados del uso de drones tuvieron un impacto en las municiones, las comunicaciones y la inteligencia, además de haber permitido una mejor visualización del campo de batalla, aumentar la conciencia situacional y formar parte del proceso decisorio.

Las ventajas de los contendientes no se obtuvieron, en realidad, por el uso de tecnologías individuales, sino por la capacidad de superar regularmente al enemigo en el ciclo de innovación (Hakmeh, 2025). Las ventajas tecnológicas suelen ser temporales, una vez que el adversario también se adapta a las nuevas circunstancias. De ahí surge la concepción del principio de acción y reacción o de desafío-respuesta.

Un claro ejemplo de esta guerra fue el uso innovador de la guerra electrónica en la defensa antiaérea contra drones (Zafra *et al.*, 2024), lo que llevó a los combatientes a utilizar drones con fibra óptica para permanecer inmunes a este tipo de defensa (Walsh *et al.*, 2025). Estos drones se están utilizando para destruir los dispositivos de guerra electrónica y, así, permitir el uso de otros drones para otros fines (Fiber-optic [...], 2025).

En este sentido, quien logre utilizar primero una innovación tecnológica mantendrá una ventaja durante el tiempo necesario para que el adversario reaccione y reequilibre el combate. Para

ello, los procesos de innovación, desarrollo y obtención de productos de defensa deben ser más rápidos y menos burocráticos (Cazalet, 2025; Hakmeh, 2025).

El ciclo de obsolescencia es muy rápido. A lo largo del conflicto, muchos armamentos quedan rápidamente obsoletos, sobre todo en lo que respecta a la comunicación, el control y la guerra electrónica en los drones (Cazalet, 2025).

Así, la sustitución de tropas por vehículos robóticos plantea importantes cuestiones sobre aspectos éticos, legales y filosóficos (Calcara *et al.*, 2022, p. 130). El uso de drones redujo la exposición de vidas humanas al riesgo en las operaciones a un costo muy bajo en pérdidas materiales, y aumentó la precisión en el acierto sobre el objetivo. Esto incide directamente en la ética del decisor, una vez que surgen otros matices entre la opción de preservar un activo de alto valor y la de continuar con las operaciones. El decisor tendrá a su disposición un armamento de bajo costo, a gran escala y con una alta probabilidad de eficacia (Slusher, 2025, p. 3-4). En este contexto, podrá verse más inclinado a adoptar una actitud ofensiva.

De hecho, en la Organización de las Naciones Unidas ya se discute, en el marco del derecho internacional, y aún sin resolución, los límites de los robots autónomos respecto a la decisión sobre la vida o la muerte (Barini, 2025).

Finalmente, debido a su bajo costo y facilidad de producción y operación, el uso de drones como armas de guerra ya se ha consolidado de tal manera que los productos de defensa y las tácticas de combate deben adaptarse.

La introducción de drones como armas de guerra, especialmente los que suelen utilizarse con fines comerciales, no ha podido modificar el carácter del conflicto. En lugar de sustituir los principios de guerra, los drones han potenciado las más diversas funciones de combate.

5.2 El uso de drones en las más diversas funciones de combate

Las funciones de combate constituyen los elementos del poder de combate y son seis: mando y control, movimiento y maniobra, inteligencia, fuegos, logística y protección. Las funciones de combate son el conjunto de actividades, tareas y sistemas relacionados (Brasil, 2019, p. 5-6).

Los drones, sobre todo los aéreos, se convirtieron en vectores que impactaron todas las funciones de combate. A partir de estudios y relatos de la Guerra de Ucrania, conviene ahora explicar cómo las innovaciones en el ámbito táctico han derivado de estos vectores.

5.2.1 Mando y control e inteligencia

La función de combate mando y control (C2) reúne actividades y tareas que permiten al comandante ejercer la autoridad y dirigir las acciones (Brasil, 2019, p. 5-6), y es una de las funciones más afectadas por la llegada de los drones.

La función de combate inteligencia incluye actividades relacionadas con la comprensión del entorno operativo, las amenazas, los adversarios, el terreno y las consideraciones civiles, además de ejecutar las actividades de IRVA (Inteligencia, Reconocimiento, Vigilancia y Adquisición de Objetivos) (Brasil, 2019, p. 5-6). Al igual que el C2, la inteligencia ha evolucionado significativamente con el uso masivo de drones en combate.

La proliferación de drones superó la capacidad de gestión de los sistemas de C2 (Tourret, 2025, p. 13), debido a la observación masiva, especialmente dentro de los tres kilómetros de la línea de contacto (Watling; Reynolds, 2025, p. 14), lo que podría llevar a una "sobrecarga de datos" (Obis, 2024). Dicha proliferación también ha comprimido el ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir y Actuar) (Baud, 2024), haciéndolo más rápido. Los VANT también se han convertido en plataformas para ampliar el alcance de las comunicaciones (Slusher, 2025, p. 4).

Con respecto a la adquisición de objetivos, se han utilizado la inteligencia electrónica (ELINT – *electronic intelligence*, en inglés) y las medidas de apoyo electrónico (ESM – *electronic support measures*, en inglés) para identificar drones hostiles (Cazalet, 2025). Se han utilizado drones para realizar reconocimiento en fuerza, es decir, para provocar una reacción del enemigo con el fin de comprender mejor su poder de combate y su posicionamiento, así como para servir de "señuelos" y saturar la defensa enemiga antes del ataque principal (Watling; Reynolds, 2025, p. 15).

5.2.2 Movimiento y maniobra y fuegos

La función de combate movimiento y maniobra está relacionada con el desplazamiento de fuerzas para posicionarlas en una situación ventajosa con respecto a las amenazas. A su vez, la función de combate fuegos está relacionada con el uso colectivo y coordinado de fuegos cinéticos (es decir, con munición) y de fuegos no cinéticos (como la guerra electrónica, los ciberataques y las operaciones psicológicas) (Brasil, 2019, p. 5-6).

Un proyecto ucraniano que resultó en una doctrina de defensa denominada *drone line* (línea de drones, en inglés) o *drone wall* (muro de drones, en inglés) (Dickinson, 2025; Kirichenko, 2025). En el contexto de la guerra de trincheras en la que se convirtió el conflicto, Ucrania pretende mantener un área de 15 a 20 kilómetros llena de drones FPV, para establecer una *kill zone* (zona de aniquilación). Cualquiera que no se encuentre en una trinchera probablemente morirá. Por lo tanto, los combatientes no abandonan sus posiciones para disparar o lanzar granadas; básicamente, mantienen el terreno. Así, no hay mucha observación desde las trincheras, debido al alto riesgo de convertirse en objetivo (Cazalet, 2025).

La línea de drones ha forzado una evolución en las acciones ofensivas de las tropas en contacto. Los ejércitos están utilizando motocicletas y *buggies* (Segura, 2024) porque son más rápidos y difíciles de detectar que los vehículos blindados. La táctica consiste en conquistar una línea de defensa en la retaguardia de las tropas enemigas para cortar sus líneas de suministro. El costo de perder un equipo en motocicleta es menor que el de perder un grupo en un vehículo blindado de transporte de personal. Además, las motocicletas son más baratas y requieren una tripulación reducida (Cazalet, 2025).

Con respecto a los fuegos, se han utilizado los drones de diversas maneras, especialmente combinados con artillería. Se utilizan para ayudar a identificar objetivos, conducir fuegos y evaluar daños (Zafra *et al.*, 2024). También se utilizan como municiones, denominados drones kamikaze, ya sea como municiones merodeadoras (*loitering munition*) –cuando permanecen en el aire a la espera del objetivo– o como OWA (*one way attack*, ataque unidireccional, en traducción libre) –cuando se lanzan con un objetivo específico de ataque. Los drones permiten el uso de PGM a gran escala.

El uso de drones no sustituye a la artillería. Al contrario, potencia la función de combate fuegos. Cabe recordar que la artillería es un "arma de área". El uso de drones depende de las condiciones meteorológicas, la duración de la batería, la luminosidad, la disponibilidad de frecuencias

de radio y es vulnerable a la guerra electrónica. Todo esto puede dejarlos inoperativos. Así que ya no son adecuados como elemento de supresión (Artillery [...], [202-]; Jajcay, 2025).

Con respecto a los fuegos no cinéticos, se han utilizado los drones principalmente de dos maneras. La primera es un efecto colateral: su sonido desencadena efectos psicológicos (Pino; Pettigrew, 2024). La segunda es que su capacidad de filmar acciones bélicas se está utilizando para operaciones de información, mediante la publicación de vídeos en redes sociales, con el objetivo de influir en la opinión pública (Atherton, 2022).

5.2.3 Protección y logística

La protección contra drones ha integrado definitivamente la guerra electrónica en la defensa antiaérea (Watling; Reynolds, 2025, p. 18). Teniendo esto en cuenta, los equipos de guerra electrónica se convirtieron en objetivos prioritarios, que deben neutralizarse antes que cualquier otro, ya sea mediante artillería o drones con fibra óptica (Watling; Reynolds, 2025, p. 10).

A lo largo de la guerra, los vehículos blindados y los demás vehículos han sido adaptados con la incorporación de jaulas para protegerlos contra los drones (jaulas antidrones) (Altman, 2024; Saballa, 2025a). Incluso los drones se están equipando con jaulas para protegerlos contra otros drones (Axe, 2025). La preocupación por la defensa antiaérea ha alcanzado el nivel más bajo de los escalones militares, llevando la complejidad del combate en el dominio aéreo a las unidades tácticas más pequeñas (Salinas; Askew; Levay; 2025).

La logística a nivel táctico se convirtió en un gran desafío, dada la alta exposición a los drones. Ambos países están protegiendo sus principales rutas de suministro e instalaciones logísticas con redes antidrones (Russia [...], 2025; Ukraine [...], 2025). Ucrania ha utilizado redes de pesca para proteger sus carreteras principales (Walsh *et al.*, 2025).

Por otro lado, los drones también posibilitaron el suministro de piezas, municiones (Tourret, 2025, p. 12) e incluso raciones calientes a elementos de apoyo dispersos mediante VANT, lo que reduce el riesgo de exposición (Walsh *et al.*, 2025). Sin embargo, el peso sigue siendo un factor limitante para este método, lo que dificulta el resuministro de materiales más pesados. La parte ucraniana de este conflicto suele limitar la cantidad de suministros a diez kilogramos (Walsh *et al.*, 2025). Los vehículos autónomos terrestres aún no son lo suficientemente fiables para este tipo de tarea. Del mismo modo, la evacuación de los heridos también es un desafío, una vez que requiere el apoyo de fuegos y guerra electrónica (Watling; Reynolds, 2025, p. 17). Además, los vehículos blindados de transporte de personal, como el M113, se han vuelto indispensables para la logística y el apoyo sanitario más cercano (Watling; Reynolds, 2025, p. 21).

6 IMPLICACIONES PARA LA EVOLUCIÓN DE LA DOCTRINA MILITAR TERRESTRE

Al analizar el uso de drones en la Guerra de Ucrania, se puede vislumbrar algunas implicaciones para la evolución de la doctrina militar terrestre.

La automatización del material bélico no sustituirá al "ejército de humanos". El reclutamiento se ha mantenido constante en ambos países a lo largo del conflicto (Boechat, 2025; Kirby, 2025; Lieven, 2023). Sin embargo, con el surgimiento del *drone wall* (Cazalet, 2025), se podrán utilizar los drones en determinadas áreas de operaciones, lo que reduce la presencia de humanos.

Un nuevo perfil de soldado debe ser capaz de manejar esta nueva tecnología. No se trata solo de saber cómo operar el dispositivo, sino de comprender cómo procesar los productos resultantes de su uso. Los drones, especialmente los FPV, están al alcance de cualquier combatiente. Ya no se espera que sean simplemente tiradores, sino que estén preparados para producir datos de inteligencia, conducir fuegos y poseer conocimientos básicos de defensa antiaérea y de guerra electrónica (Salinas; Askew; Levay; 2025).

En este mismo contexto, las funciones de combate deberán integrarse cada vez más. Todas las especialidades del personal militar deben comprender todas las funciones de combate, para evitar que alguna función de combate sea exclusiva de una especialidad específica. Como se ha visto, la guerra electrónica se ha integrado completamente en la planificación de la defensa antiaérea. El proceso de adquisición de objetivos se ha "democratizado" (Fiber-optic [...], 2025; Zafra *et al.*, 2024). La función de combate protección, sobre todo la protección contra drones, es inherente a todas las especialidades.

Cabe recordar que todo armamento innovador genera una nueva doctrina, así como también genera una "antidoctrina", es decir, su antítesis. En general, en un conflicto prolongado con paridad de poder de combate, un ejército solo obtendrá ventaja con un armamento innovador durante el período en que el adversario se adapte al cambio (Hakmeh, 2025). Así, fomentar la innovación, especialmente la adaptación, debe formar parte de la acción de mando a lo largo del conflicto.

Los vehículos blindados actuales y los demás equipos de defensa deben adaptarse para ofrecer protección antidrones, por ejemplo, mediante la instalación de jaulas (Altman, 2024; Saballa, 2025a).

Es un error confiar completamente en el uso de drones en detrimento de otros armamentos más tradicionales. Los drones tienen sus limitaciones y no son capaces de reemplazar, por ejemplo, los fuegos de mortero y de artillería (Artillery [...], [202-]; Zoria, 2024).

La posibilidad de producir piezas a través de impresoras 3D en el propio campo de batalla es algo que debe tenerse en cuenta. La posibilidad de producir y montar, en la zona de combate, drones personalizados para la misión que se va a cumplir reduce el esfuerzo logístico y el tiempo de respuesta (*lead time*) (Dass, 2024; Como [...], 2025a).

La cantidad de información que los drones obtienen puede provocar una "sobrecarga de datos" (Obis, 2024), lo que afecta el ciclo OODA (Baud, 2024). Por lo tanto, los decisores deberán estar cada vez más preparados para gestionar enormes cantidades de datos en un tiempo relativamente corto. Es fundamental que comprendan cómo utilizar la ciencia de datos, el aprendizaje automático (*machine learning*) y la inteligencia artificial, entre otras herramientas, en su beneficio.

Por otro lado, la sobrecarga de datos de los decisores puede provocar una "paradoja de la elección" (cuando existen numerosas opciones), lo que provoca una "parálisis por análisis". Por lo tanto, los comandantes y los Estados Mayores deberán prepararse para actuar con "claridad de pensamiento" (Forester, 2023).

Con respecto a la inteligencia artificial, al aplicarla en los drones, se potencia el uso de este vector, haciéndolos autónomos y más eficaces (Como [...], 2025b; Hakmeh, 2025; Stepanenko, 2025, p. 1). Así que conviene mantener investigaciones centradas en el desarrollo y la integración de inteligencia artificial en drones para uso militar.

Con respecto a la elección de drones comerciales para su uso en la Guerra de Ucrania, esto se debió en gran medida al costo accesible y al bajo nivel de sofisticación tecnológica de los productos (Calcara *et al.*, 2022, p. 130). Así, es necesario evaluar si resulta más ventajoso invertir en equipos de alta tecnología o en equipos menos sofisticados (Baud, 2024).

Es oportuno considerar la posibilidad de modificar las estructuras organizativas de todas las unidades militares, incluidas las de apoyo, para prever fracciones o puestos con capacitación en operación de drones. Del mismo modo, las fuerzas armadas deben evaluar la necesidad de crear unidades especializadas en drones, siguiendo el ejemplo de la aviación (Hodunova, 2025; Russias's [...], 2025).

La posibilidad de reducir la exposición de vidas humanas al riesgo en las operaciones a un costo muy bajo de pérdidas materiales, junto con el aumento de la probabilidad de eficacia en el acierto sobre el objetivo, puede hacer que el decisor se incline más hacia una actitud ofensiva con el uso de drones (Slusher, 2025, p. 3-4). Esto tiene el potencial de plantear cuestiones éticas y morales (Calcara *et al.*, 2022, p. 130). La automatización en la guerra permite causar muchos daños sin pérdidas de vidas humanas y sin los daños producidos por una bomba atómica. Es probable que esto influya en la ética del decisor y de la sociedad al elegir la guerra como instrumento para imponer su voluntad.

En este estudio se presentaron algunas posibles implicaciones para la doctrina militar terrestre respecto al uso de drones en la Guerra de Ucrania. Se buscó que no fueran en modo alguno exhaustivas, sino ilustrativas, de manera que puedan contribuir al debate y a la profundización de las investigaciones.

7 CONCLUSIÓN

Este artículo analizó el impacto del uso de drones, sobre todo los VANT, en la Guerra de Ucrania, con el objetivo de comprender sus implicaciones para la evolución de la doctrina militar terrestre. Mediante un estudio de caso único, centrado en el conflicto como un "laboratorio de innovación militar", se pudo identificar que los drones representan una evolución significativa en el arte de la guerra, pero no una RMA.

El análisis reveló que los drones, en particular los drones comerciales adaptados, han potenciado todas las funciones de combate –mando y control, inteligencia, fuegos, movimiento y maniobra, protección y logística–, pero no han modificado el carácter fundamental de la guerra. Los drones son complementos, y no sustitutos, del armamento tradicional, como la artillería.

Este estudio utilizó una metodología estructurada como un estudio de caso único, según la definición de Yin (2001), cuya unidad de análisis fue el uso de drones en la Guerra de Ucrania. La recopilación de datos incluyó documentos, reportajes e informes de *think tanks* para identificar patrones e inferir interpretaciones sobre el impacto de los drones.

El estudio destacó que los drones han proporcionado avances notables, como una mayor conciencia situacional, ataques de precisión y una reducción del riesgo para vidas humanas, pero también ha evidenciado las limitaciones en su uso, como una alta tasa de fallos, la dependencia de las condiciones meteorológicas y su vulnerabilidad ante la guerra electrónica.

La Guerra de Ucrania demostró la importancia de los procesos de innovación ágiles, que permitieron a Ucrania superar temporalmente las asimetrías con Rusia, evidenciado así la relevancia de la adaptación continua en conflictos prolongados.

Por otro lado, el análisis confirmó que los drones no han eliminado la necesidad de grandes fuerzas militares, lo que desafía las premisas tradicionales de la RMA, como la sustitución de grandes ejércitos por unidades reducidas y más letales.

Todavía es demasiado pronto para analizar todas las consecuencias del conflicto en curso en la evolución del arte de la guerra. Sin embargo, este artículo tiene el potencial de contribuir al debate sobre el tema, dado que puede proponer algunas bases para investigaciones más profundas.

REFERENCIAS

AKSENOV, P.; CHERNYSH, O.; HOWELL, J. Como o conflito na Ucrânia está mudando como se faz guerra. **BBC**, 23 nov. 2024. Disponible en: https://www.bbc.com/portuguese/articles/c5yg552dvzyo. Accedido en: 4 mayo 2026.

ALTMAN, H. Russia adds anti-drone 'cope cages' to all-terrain buggies, motorcycles. **TWZ**, 4 jun. 2024. Disponible en: https://www.twz.com/news-features/russia-adds-anti-drone-cope-cages-to-all-terrain-buggies-motorcycles. Accedido en: 21 jul. 2025.

ALTMAN, H. Russia Creates New Military Branch Dedicated to Drone Warfare. **TWZ**, 13 nov. 2025. Disponible en: <https://www-twz-com.translate.goog/news-features/russia-creates-new-military-branch-dedicated-to-drone warfare?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pto=tc> Accedido en: 15 jun. 2026.

Análise: Operação Teia de Aranha não foi o "Pearl Harbor" de Putin, mas deve impor custos elevados ao Kremlin. **InfoMoney**, 3 jun. 2025. Disponible en: https://www.infomoney.com.br/mundo/analise-operacao-teia-de-aranha-foi-o-pearl-harbor-de-putin/. Accedido en: 5 mayo 2026.

ARTILLERY vs strike drones. **Calibre Defence**, [202-]. Disponible en: https://www.calibredefence.co.uk/artillery-vs-strike-drones/. Accedido en: 5 jul. 2025.

ATHERTON, K. D. How drones in Ukraine help fuel propaganda and shape perception. **The Center for Public Integrity**, 26 mar. 2022. Disponible en: http://publicintegrity.org/national-security/ukraine-in-crisis/how-drones-in-ukraine-help-fuel-propaganda-and-shape-perception/. Accedido en: 4 mayo 2026.

AXE, D. Ukraine is adding anti-drone cages to drones. **Forbes**, 14 maio 2025. Disponible en: https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2025/05/14/ukraine-is-adding-anti-drone-cages-to-drones/. Accedido en: 21 jul. 2025.

AZEVEDO, C. E. F.; MESA, A. F. Inovações tecnológicas e organizacionais (doutrinárias) em defesa: um modelo conceitual. *In*: AZEVEDO, C. E. F.; RAMOS, C. E. F. (orgs.). **Estudos de defesa**: inovação, estratégia e desenvolvimento industrial. Rio de Janeiro: FGV, 2022. p. 260-294.

BAE Systems realiza lançamento inédito de munição guiada a partir de drone multirrotor. **Tecnologia e defesa**, 17 jul. 2025. Disponible en: https://tecnodefesa.com.br/bae-systems-realiza-lancamento-inedito-de-municao-guiada-a-partir-de-drone-multirrotor/. Accedido en: 30 jul. 2025.

BARINI, F. A guerra no século XXI: com drones e robôs autônomos, evolução no campo de batalha desafia direito internacional. **O Globo**, 27 jul. 2025. Disponible en: https://oglobo.globo.

com/mundo/especial/a-guerra-no-seculo-xxi-com-drones-e-robos-autonomos-evolucao-no-campo-de-batalha-desafia-direito-internacional.ghtml. Accedido en: 4 mayo 2026.

BAUD, J. **The Russian art of war**: how the West led Ukraine to defeat. [*s. l.*]: Max Milo, 2024.

BARBOSA, F. G. F. T.; CALDEIRA, A. B. Desafios da inovação como estratégia para a geração de capacidades militares terrestres. **Coleção Meira Mattos**, v. 15, n. 54, p. 273-293, 2021.

BENDETT, S. Roles and implications of AI in the Russian-Ukrainian conflict. **Russia Matters**, 20 jul. 2023. Disponible en: https://www.russiamatters.org/analysis/roles-and-implications-ai-russian-ukrainian-conflict. Accedido en: 23 jun. 2025.

BOECHAT, Y. Ucrânia quer mais brasileiros lutando em suas trincheiras. **Deutsche Welle**, 23 abr. 2025. Disponible en: https://www.dw.com/pt-br/ucr%C3%A2nia-quer-mais-brasileiros-lutando-em-suas-trincheiras/a-72316590. Accedido en: 4 mayo 2026.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD35-G-01**: Glossário das Forças Armadas. 5. ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.214**: Manual de campanha: vetores aéreos da força terrestre. 2. ed. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. – Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.102**: Manual de fundamentos: doutrina militar terrestre. 2. ed. Brasília, DF, 2019.

CALCARA, A. *et al*. Why drones have not revolutionized war: the enduring hider-finder competition in air warfare. **International Security**, v. 46, n. 4, p. 130-171, 2022. DOI: https://doi.org/10.1162/isec_a_00431

CAZALET, M. Beyond the drone line: lessons from the drone war in Ukraine. **European Security & Defence**, Bonn, 9 jun. 2025. Disponible en: https://euro-sd.com/2025/06/articles/44741/beyond-the-drone-line-lessons-from-the-drone-war-in-ukraine/. Accedido en: 28 jun. 2025.

CHAPMAN, G. An introduction to the revolution in military affairs. *In*: Amaldi Conference on Problems in Global Security, ED., local, data. Ed. 15, Helsinki: 2003 **Anais** [...]. Austin: University of Texas, 2003. Disponible en: https://www.semanticscholar.org/paper/An-Introduction-to-the-Revolution-in-Military-Chapman/76feaa7bf299c35ecc930948015ee7f327a150ec. Accedido en: 23 jun. 2025

COOPER, J. R. Another view of the revolution in military affairs. *In*: FIFTH ANNUAL STRATEGY CONFERENCE, 1994, Carlisle Barracks. **Proceedings** [...]. Carlisle Barracks: US Army War College Press, 1994. Disponible en: https://press.armywarcollege.edu/monographs/257/. Accedido en: 16 jun. 2025.

COMO as impressoras 3D de metal estão mudando a guerra moderna na Ucrânia. [*s. l.: s. n.*], 2025a. 1 vídeo (12 min). Publicado pelo canal **Wes O'Donnell**. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=vm9Dl_ACSxk. Accedido en: 24 jul. 2025.

COMO os drones de IA alemães estão mudando a guerra na Ucrânia! [*s. l.: s. n.*], 2025b. 1 vídeo (11 min). Publicado pelo canal **Wes O'Donnell**. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=3kPy9-BJLeM. Accedido en: 22 jul. 2025

COSTA, R. V. Introdução. *In*: SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1997. p. 1-13. (Coleção Os economistas).

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research Design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5. ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.

CUOCO, C. A. **The revolution in military affairs**: theoretical utility and historical evidence. Athens: Research Institute for European and American Studies, 2010.

DASS, R. 3D-Printing in conflict zones: a game-changer? **Global Network on Extremism and Technology (GNET)**, 14 oct. 2024. Disponible en: https://gnet-research.org/2024/10/14/3d-printing-in-conflict-zones-a-game-changer/. Accedido en: 29 jun. 2025.

DICKINSON, Peter. **Ukraine's drone wall is Europe's first line of defense against Russia**. Disponible en: https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/ukraines-drone-wall-is-europes-first-line-of-defense-against-russia/ Accedido en: 5 jul. 2025.

DINIZ, D.; TONELLI, D. Inovação organizacional no contexto militar: paradigmas influentes e lacunas de pesquisa no avanço do setor de defesa. **Coleção Meira Mattos**, v. 18, n. 62, p. 289-306, 2024. DOI: https://doi.org/10.52781/cmm.a134

Fact sheet on efforts of Ukraine defense contact group national armaments directors. **US Department of War**, 10 jan. 2025. Disponible en: https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/4026238/fact-sheet-on-efforts-of-ukraine-defense-contact-group-national-armaments-direc/. Accedido en: 28 jun. 2025.

FARRELL, T.; TERRIFF, T. (ed.). **The sources of military change**: culture, politics, technology. [*s. l.*]: Lynne Rienner Publishers, 2002.

FERGUSON, C. Drones rack up 70% of troop losses in the Ukraine war – and AI's killing spree will make it worse. **Euromaidan**, 14 jun. 2025. Disponible en: https://euromaidanpress.com/2025/06/14/drones-rack-up-70-of-troop-losses-in-the-ukraine-war-and-ais-killing-spree-will-make-it-worse/. Accedido en: 28 jun. 2025.

Fiber-optic drones: can they change Russian-Ukrainian war? **Espreso**, 2 jan. 2025. Disponible en: https://global.espreso.tv/military-news-fiber-optic-drones-can-they-change-russian-ukrainian-war. Accedido en: 5 mayo 2026.

FORESTER, B. Toward the data-driven army of 2040: avoiding analysis paralysis and harnessing the power of analytics. **Modern War Institute at West Point**, 17 maio 2023. Disponible en: https://mwi.westpoint.edu/toward-the-data-driven-army-of-2040-avoiding-analysis-paralysis-and-harnessing-the-power-of-analytics/. Accedido en: 5 mayo 2026.

GORMEZANO, D. Drone warfare stalls progress on Ukraine's front line. **France 24**, 14 fev. 2025. Disponible en: https://www.france24.com/en/europe/20250214-drone-warfare-stalls-progress-on-ukraine-s-front-line. Accedido en: 5 mayo 2026.

GRAY, Colin S. **Strategy for Chaos**: Revolutions in Military Affairs and the Evidence of History. London: Frank Cass, 2002.

HAKMEH, J. What Ukraine can teach Europe and the world about innovation in modern warfare. **Chatham House**, 5 mar. 2025. Disponible en: https://www.chathamhouse.org/2025/03/what-ukraine-can-teach-europe-and-world-about-innovation-modern-warfare. Accedido en: 14 jun. 2025.

HECHT, E. Drones in the Nagorno-Karabakh war: analyzing the data. **Military Strategy Magazine**, v. 7, n. 4, p. 31-37, 2022. DOI: https://doi.org/10.64148/msm.v7i4.5

HODUNOVA, K. Ukraine unites Unmanned Systems Forces with top "Drone Line" units under new command group. **The Kyiv Independent**, 20 jun. 2025. Disponible en: https://kyivindependent.com/ukraine-creates-new-grouping-of-unmanned-systems-forces/. Accedido en: 5 mayo 2026.

IISS – INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES. **The Military Balance 2024**. London: Routledge, 2024.

JAJCAY, J. I fought in Ukraine and here's why FPV drones kind of suck. **War on the rocks**, 26 jun. 2025. Disponible en: https://warontherocks.com/2025/06/i-fought-in-ukraine-and-heres-why-fpv-drones-kind-of-suck/. Accedido en: 22 jul. 2025.

JENSEN, B. M. **Forjando a espada**: evolução da doutrina do Exército dos Estados Unidos. Rio de Janeiro: BIBLIEx, 2023.

KIRBY, P. Putin dá início à maior convocação militar da Rússia em mais de uma década. **BBC**, 1º abr. 2025. Disponible en: https://www.bbc.com/portuguese/articles/c985y019200o. Accedido en: 29 jun. 2025.

KIRICHENKO, D. Ukraine's drone wall is Europe's first line of defense against Russia. **Atlantic Council**, 2 jul. 2025. Disponible en: https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/ukraines-drone-wall-is-europes-first-line-of-defense-against-russia/. Accedido en: 5 jul. 2025.

KNOX, M.; MURRAY, W. **The dynamics of military revolution, 1300-2050**. New York: Cambridge University Press, 2009.

LIEVEN, A. Ukraine's paradoxical lessons for the future of warfare. **Responsible Statecraft**, 14 jun. 2023. Disponible en: https://responsiblestatecraft.org/2023/06/14/ukraines-paradoxical-lessons-for-the-future-of-warfare/. Accedido en: 5 mayo 2026.

MARTYANOV, A. **The (real) revolution in military affairs**. Atlanta: Clarity Press, 2019.

MAZZUCATO, M. **O Estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MOZUR, P.; HOPKINS, V. Guerra de drones da Ucrânia esbarra em obstáculo inédito: China não coopera. **Estadão**, São Paulo, 27 nov. 2023. Disponible en: https://www.estadao.com.br/internacional/guerra-de-drones-da-ucrania-esbarra-em-um-obstaculo-a-falta-de-cooperacao-da-china/. Accedido en: 5 mayo 2026.

OBIS, A. Army faces data overload but LLMs are not the answer. **Federal News Network**, 3 jul. 2024. Disponible en: https://federalnewsnetwork.com/army/2024/07/army-faces-data-overload-but-llms-are-not-the-answer/. Accedido en: 5 mayo 2026.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; EUROSTAT. **Oslo Manual 2018**: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4. ed. Paris: OECD Publishing; Luxembourg: Eurostat, 2018.

O'HANLON, M.. **Technological change and the future of warfare**. Washington, DC: Brookings Institution Press, 2000.

PARASHAR, B. *et al*. Foundation concepts for industry 4.0. *In*: NAYYAR, A.; NAVED, M.; RAMESHWAR, R. (eds.). **New horizons for industry 4.0 in modern business**. Cham: Springer, 2023. p. 51-68.

PINO, A.; PETTIGREW, S. Drones having psychological impact on soldiers. **Red Diamond**, 11 dec. 2024. Disponible en: https://g2webcontent.z2.web.core.usgovcloudapi.net/OEE/Red%20Diamond/TRADOC_11DEC2024_Drone_Psychological_Impact_Peno_Pettigrew.pdf. Accedido en: 5 mayo 2026.

POSEN, B. R. **The sources of military doctrine**: France, Britain, and Germany between the world wars. London: Cornell University Press, 1984.

ROBINSON, P. The Russia-Ukraine conflict and the (un)changing character of war. **Journal of Military and Strategic Studies**, v. 22, n. 2, p. 65-88, 2022.

RUSSIA and Ukraine trade biggest drone attacks of conflict. **Al Jazeera**, 10 nov. 2024. Disponible en: https://www.aljazeera.com/news/2024/11/10/russia-and-ukraine-trade-biggest-drone-attacks-of-conflict. Accedido en: 23 jun. 2025.

RUSSIA deploy anti-drone nets along critical supply routes in Donetsk. [*s. l.: s. n.*], 2025. 1 vídeo (10 min). Publicado pelo canal Kanal13. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=2Il7f-g8lqo. Accedido en: 21 jul. 2025.

SABALLA, J. British army considering modifying challenger 2 tanks with 'cope cages.' **The Defense Post**, 29 jan. 2025a. Disponible en: https://thedefensepost.com/2025/01/29/british-army-challenger-cages/. Accedido en: 5 mayo 2026.

SALINAS, A.; ASKEW, M.; LEVAY, J. P. The meaning of drone-enabled infantry striking beyond line of sight. **War on the rocks**, 23 jun. 2025. Disponible en: https://warontherocks.com/2025/06/the-meaning-of-drone-enabled-infantry-striking-beyond-line-of-sight/. Accedido en: 22 jul. 2025.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1997. (Coleção Os economistas).

SEGURA, C. Exército russo aposta em motos e buggies para ataques-relâmpago no front de guerra na Ucrânia. **O Globo**, 20 jun. 2024. Disponible en: https://oglobo.globo.com/mundo/noticia/2024/06/20/exercito-russo-aposta-em-motos-e-buggies-para-ataques-relampago-no-front-de-guerra-na-ucrania.ghtml. Accedido en: 5 jul. 2025.

SHESTAKOV, D.; POLIARUSH, O. The degree of innovation: through incremental to radical. **Investytsiyi: praktyka ta dosvid**, v. 11, p. 66-75, 2019.

SLUSHER, M. Lessons from the Ukraine conflict: modern warfare in the age of autonomy, information, and resilience. **CSIS**, 2 maio 2025. Disponible en: https://www.csis.org/analysis/lessons-ukraine-conflict-modern-warfare-age-autonomy-information-and-resilience. Accedido en: 2 jul. 2025.

SPUTNIK. **Russia's ground drones: the game-changers reshaping warfare**. 4 mar. 2025. Twitter: @SputnikInt. Disponible en: https://x.com/sputnikint/status/1896937964103725113?s=48&t=MzCB_v-I4wB4bpe1ko4p3w. Accedido en: 6 mar. 2025.

STEPANENKO, K. The battlefield AI revolution is not here yet: the status of current russian and ukrainian ai drone efforts. **Institute for the Study of War**, 2 jun. 2025. Disponible en: https://understandingwar.org/backgrounder/battlefield-ai-revolution-not-here-yet-status-current-russian-and-ukrainian-ai-drone. Accedido en: 28 jun. 2025.

TANGHE, M. Russia assails Ukraine's drone wall. **CEPA**, 4 jun. 2025. Disponible en: https://cepa.org/article/russia-assails-ukraines-drone-wall/. Accedido en: 28 jun. 2025.

TAYLOR, M. Z. **Políticas de inovação**: porque alguns países são melhores que outros em Ciência & Tecnologia. Rio de Janeiro: BIBLIEx, 2023.

THE RUSSIA-UKRAINE drone war: innovation on the frontlines and beyond. [*s. l.: s. n.*], 2025. 1 vídeo (55 min). Publicado pelo canal CSIS – Center for Strategic and International Studies. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=WvSY973xWig. Accedido en: 5 mayo 2026.

TOURRET, V. **Design, destroy, dominate**. The mass drone warfare as a potential military revolution. Paris: IFRI, 2025.

UKRAINE covers frontline roads with anti-drone nets. **RFI**, 15 jul. 2025. Disponible en: https://www.rfi.fr/en/international-news/20250715-ukraine-covers-frontline-roads-with-anti-drone-nets. Accedido en: 16 jun. 2026.

UKRAINE DEFENSE SUPPORT. **How to buy drones for Ukraine**. Disponible en: https://ukrainedefensesupport.org/wp-content/uploads/2023/12/How-to-buy-drones-for-Ukraine.pdf. Accedido en: 17 feb. 2025.

VAN CREVELD, M. **Technology and war**: from 2000 b.c. to the present. New York: The Free Press, 1991.

WALSH, N. P. *et al*. Ukraine's fishing net defense against high-tech threat shows the challenges for Kyiv to respond to Russia's summer offensive. **CNN**, 29 jul. 2025. Disponible en: https://edition.cnn.com/2025/07/29/europe/ukraines-fishing-nets-drones-russia-latam-intl. Accedido en: 5 mayo 2026.

WATLING, J.; REYNOLDS, N. Tactical developments during the third year of the Russo–Ukrainian War. **RUSI**, 14 feb. 2025. Disponible en: https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/tactical-developments-during-third-year-russo-ukrainian-war. Accedido en: 4 jul. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAFRA, M. *et al*. How drone combat in Ukraine is changing warfare. **Reuters**, 26 mar. 2024. Disponible en: https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/DRONES/dwpkeyjwkpm/. Accedido en: 5 mayo 2026.

ZORIA, Y. Expert: FPV drones can not replace artillery but are comparable with battalion mortar systems. **Euromaidan**, 19 jan. 2024. Disponible en: https://euromaidanpress.com/2024/01/19/expert-fpv-drones-can-not-replace-artillery-but-are-comparable-with-battalion-mortar-systems/. Accedido en: 28 jun. 2025.