

1.3

# Inteligencia Artificial y sistemas de armas autónomas letales

Por el CR I (R) OIM "VGM" Juan Carlos Villanueva (\*)

## Temario

Introducción y antecedentes.

Inteligencia Artificial (IA) y su aplicación en el ámbito Militar.

Sistemas de Armas Autónomas Letales (LAWS) e Inteligencia Artificial (IA).

Aplicaciones de IA en LAWS.

Beneficios y Riesgos asociados: Empleo de IA en LAWS.

Consideraciones finales.

Bibliografía y fuentes.

**PALABRAS CLAVE: INTELIGENCIA ARTIFICIAL - IA - AUTONOMÍA - ARMAS AUTÓNOMAS LETALES - LAWS - DRONES E IA - ENJAMBRES DE UAS - SWARMS - TARGETING.**

## Resumen

Los *Sistemas de Armas Autónomas Letales (LAWS)* y la fusión de ellas con la *Inteligencia Artificial (IA)* suelen ser descritas como la “*Tercera Revolución en la guerra*”, luego de las generadas por “*la Pólvora*” y las “*Armas Nucleares*”. Las aplicaciones militares de la *IA en LAWS*, están generando grandes estímulos para la I&D en IA, por sus características, las áreas de aplicación y el *efecto multiplicador del poder de combate* que aportan a las fuerzas militares. Muchos países avanzan en programas del área y las empresas comienzan a competir, en un mercado potencial creciente y promisorio. No obstante ello, se empieza a cuestionar el grado de autonomía que será finalmente otorgado a estas armas debido a su letalidad. Muchas naciones se esfuerzan por acordar globalmente, la implementación de un marco regulatorio y adecuados mecanismos de control, que contribuyan a minimizar los efectos no deseados de su empleo generalizado en el ámbito militar, así como los riesgos de proliferación de estos disruptivos sistemas.

## Objetivo y alcance del trabajo

El Objetivo del trabajo es introducir los conceptos básicos relacionados con Inteligencia Artificial (IA) y su fusión con los Sistemas de Armas Autónomas Letales (*Lethal Autonomous Weapons Systems - LAWS*). A través de trabajos de divulgación sobre tecnologías emergentes, potencialmente disruptivas, tratamos de aportar información y conocimiento, sobre diferentes Áreas de Interés de la Defensa, que puedan resultar de utilidad para futuros planes de recomposición de capacidades de nuestras FFAA.

El Alcance del trabajo se limita a los Sistemas de Armas Autónomas con Capacidad Letal (*Lethal Autonomous Weapons Systems - LAWS*) del tipo convencional.

## Introducción - Antecedentes

Los avances en I & D de *Nuevas Tecnologías Digitales* (NTD) han repercutido de manera extraordinaria en todas las áreas del conocimiento a nivel global, obviamente con mayor incidencia en los países más desarrollados.

Algunas de las NTD que podemos destacar son: *Internet de las Cosas (IoT)*, *Big Data*, *Banda Ancha móvil*, *Computación en la nube*, *Blockchain*, dispositivos biométricos para identificación y reconocimiento de personas, etc. Pero tal vez la que más impacto y difusión está teniendo actualmente, es el desarrollo y el empleo masivo de *Inteligencia Artificial (AI)*.<sup>1</sup>

Respecto a ésta última, el término "**Inteligencia Artificial**" (IA) está cada vez más presente en los medios de comunicación, especialmente en la última década. Y quienes estamos relacionados con diferentes ámbitos de las tecnologías, nos preguntamos cómo seguirá la evolución de esa integración de IA con muchas de las NTD antes mencionadas, para su aprovechamiento en infinidad de aplicaciones. Y de qué manera todo ello repercutirá globalmente, teniendo en cuenta el enorme crecimiento que se observa, relacionado con los programas y desarrollos específicos, que tienen por objetivo incorporar las capacidades de la IA en todas las áreas tecnológicas.

Si bien es difícil precisar una fecha cierta del nacimiento del concepto de IA, existe bastante acuerdo en asignar a *Alan Turing*<sup>2</sup> y su equipo, los primeros trabajos tendientes a desarrollar una máquina capaz de emular la inteligencia humana. Contratados por el Servicio de Inteligencia Británico en los inicios de la Segunda Guerra Mundial, su objetivo era descifrar los mensajes que producía una máquina encriptadora denominada "Enigma" y operada por el servicio secreto alemán.

El complejo sistema que ideó Turing para entender y resolver el comportamiento de Enigma, puede considerarse como uno de las primeras aproximaciones posibles, al intento de emular el comportamiento de la Inteligencia humana, mediante una máquina con "*Inteligencia no humana*".

Sus trabajos que siguieron en ese campo de la ciencia, sentaron las bases para el desarrollo moderno de la computación digital. Es considerado por muchos expertos, como el creador de la IA, la ciencia cognitiva moderna y uno de los primeros científicos en plantear la hipótesis de que "*el cerebro humano es en gran parte, una máquina de computación digital*".<sup>3</sup>

Desde ese momento hasta la actualidad, las ideas de Turing y otros científicos siguieron creciendo en diferentes áreas. Pero podemos afirmar que es en el siglo XXI, donde especialmente las aplicaciones de la IA están mostrando un gran impulso, con desarrollos y productos que de manera más natural, van formando parte de nuestra vida cotidiana, individual y colectiva, privada y laboral.

<sup>1</sup> Inteligencia artificial: una mirada multidisciplinaria / Manuel A. Solanet. Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas, 2021.

<sup>2</sup> [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/alan-turing-arma-secreta-aliados\\_16352](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/alan-turing-arma-secreta-aliados_16352)

<sup>3</sup> Ibid.

Muchos expertos consideran que estamos ante verdadera *“Revolución de la IA”* y no somos completamente conscientes del impacto que la misma está produciendo y producirá en el futuro, sobre la vida y el bienestar de los seres humanos, la economía global y las relaciones entre los países.

Todo está por desarrollarse y con expectativas de ser incorporado, siendo el argumento optimista que promueve ese crecimiento, el hecho de que en un futuro cercano y con los aportes de la IA, la calidad de vida de la humanidad se verá extraordinariamente beneficiada en todos los órdenes. Este parece ser el aporte *“indiscutible”* de la IA, como impulsor principal del desarrollo futuro.

Como analistas en las diferentes áreas de interés de la Defensa, la tarea sistemática de *Vigilancia Tecnológica* (VT) que realizamos en el CEPTM *“Gr1 Mosconi”* nos impulsaron este año, a incursionar en el emergente y potencialmente disruptivo tema de la *Inteligencia Artificial y su Empleo Militar*.

El proceso metodológico integral de VT, nos llevó a tratar de comprender los alcances de estas tecnologías y lo que es más importante, aprender sobre ellas. Intentamos a través de estos trabajos de divulgación, aportar otra mirada más sobre diferentes Áreas de Interés de la Defensa, que puedan resultar de utilidad para los planes de recomposición de capacidades de nuestras FFAA.

Por ello, lo importante es que *“No podemos desconocer que existen”* y que la presencia de IA en los sistemas militares en los próximos conflictos, incluso en el corto plazo, serán una realidad. Este análisis y la explotación de la información disponible, nos pueden dar ideas y herramientas que permitan *implementar mejoras en las propias organizaciones*. Nos permiten además, *identificar tendencias tecnológicas*, así como nuevas amenazas y las implicancias de las mismas sobre nuestras capacidades y doctrina.

Comenzamos entonces con la pregunta **¿Qué entendemos por INTELIGENCIA ARTIFICIAL?**

El Diccionario de la RAE define como *Inteligencia Artificial*: *“Una disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico”*.<sup>4</sup>

Tal es la importancia que se da al advenimiento de estas tecnologías y a los efectos que producen la aplicación de las mismas en diversas áreas de la vida de los seres humanos, que en el año 2022 la *“Fundación del Español Urgente”* (FundéuRAE) otorgó el título de *“Palabra del año”*, a la expresión compleja *“Inteligencia artificial”* (IA).<sup>5</sup>

Fuera del ámbito de la lengua hispana, en el documento denominado *“Guías éticas para una Inteligencia Artificial fiable”*<sup>6</sup>, la Comisión Europea define a los *Sistemas de Inteligencia Artificial* como *“sistemas de software (y en ocasiones hardware) diseñados por humanos que, ante un objetivo complejo, actúan en el mundo físico o digital percibiendo su entorno a través de la adquisición e interpretación de datos estructurados, semiestructurados o nada estructurados, razonando con el conocimiento, procesando la información derivada de estos datos y decidiendo las mejores acciones a realizar para alcanzar el objetivo. Los sistemas de IA utilizan modelos simbólicos para razonar, aprender mediante modelos numéricos y adaptar su comportamiento analizando cómo se ve afectado el entorno por sus decisiones previas”*.<sup>7</sup>

A modo de síntesis, podríamos decir entonces que un *Sistema de IA* es *“un software diseñado y desarrollado para aprender a pensar y tomar sus propias decisiones, de la misma forma que lo hace un ser humano pero a velocidades extraordinariamente mayores”*. Y que ese proceso de aprendizaje, está basado en el *procesamiento de grandes cantidades de datos*, que permitan simplificar el proceso de toma de decisiones y ejecución de acciones específicas.

4 <https://dle.rae.es/inteligencia?m=form#2DxmhCT>

5 <https://tynmagazine.com/artificial-intelligence-cual-es-la-definicion-de-ia-segun-la-rae/>

6 European Commission (2019): Ethics Guidelines for Trustworthy AI. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

7 Ibid.

Seguramente podrán encontrarse otras definiciones, más acordes a los diferentes campos de aplicación de la IA. Pero lo cierto es que la idea original, de una IA que simplemente reúne y procesa información de manera veloz y eficiente, que resulta además de gran ayuda para las acciones y decisiones de los humanos, con el tiempo se ha ido transformando.

Actualmente ha pasado a convertirse en una IA, que es capaz de evaluar diferentes cursos de acción frente a un problema, tomar resoluciones propias, aprender de anteriores intervenciones y en base a un complejo proceso de realimentación, hasta ejecutar las acciones más convenientes en cada caso. Las resoluciones que adopta y las acciones que finalmente ejecuta, estarán basadas en enormes cantidades de información y antecedentes existentes, lo que normalmente sería imposible de realizar para la mente humana, ni siquiera trabajando en grandes grupos de individuos y con la rapidez que la IA lo hace.

## Inteligencia artificial y su aplicación en el ámbito militar

A grandes rasgos y con una visión muy optimista, lo expresado antes parece maravilloso y con enorme potencial de beneficios para la humanidad. Obviamente, eso siempre y cuando su aplicación *está orientada a hacer el bien*, fortalecer la industria y el comercio global, mejorar los estándares de vida de las personas y gestionar eficientemente los recursos disponibles en caso de catástrofes o pandemias.

Pero **¿Qué ocurre con los *Riesgos Asociados*, que estas nuevas tecnologías también muestran y que pueden tener efectos y alcances aún desconocidos?**. Riesgos que puedan provocar consecuencias no deseadas, como resultado de *su aplicación a herramientas o sistemas que integren IA*, para su empleo con fines delictivos o para ejercer poder sobre individuos y países, al actuar sobre la vida, los recursos y los bienes de los seres humanos a nivel global.

La incorporación de IA, en *sistemas capaces de causar daño o destrucción de vidas y bienes*, o la posibilidad *de su empleo con fines delictivos* por parte de actores no estatales o terrorismo, ha dado lugar desde hace años a serios debates a nivel global, por parte de organismos, instituciones, ONG's y representantes del ámbito académico y de la C&T.

Principalmente, en aquellos ámbitos que formulan la necesidad de la prohibición de los "*Sistemas de Armas Autónomas Letales*" (LAWS)<sup>8</sup>, o al menos la estricta regulación de su desarrollo y empleo, mediante la *Instrumentación de un severo Control Internacional* de los programas relacionados con IA, que se llevan adelante tanto en el ámbito pública como privado de los países.

Esas discusiones han mostrado que estamos ante una tecnología que debe abordarse y tratarse con cautela, de la que aún queda mucho por aprender en relación con su poder real, pero también acerca de sus límites. Límites que aún no conocemos, pero sobre los que deberíamos intentar imaginar, reflexionar, definir y establecer de manera concreta, *Acuerdos Comunes* entre los países que permitan seguir avanzando de manera coordinada y sobre todo segura, en programas orientados a la incorporación de la IA en "*Sistemas con Capacidad Letal*".

## La inteligencia artificial en sistemas de armas autónomas letales

En esta parte del trabajo, nos referiremos particularmente a la IA integrada a los denominados *Sistemas de Armas Autónomas Letales* (LAWS).

Pero **¿Qué entendemos por *Autonomía***? En términos sencillos "*Autonomía*" puede ser definida como: "la habilidad de una máquina de ejecutar tareas sin la participación del humano, utilizando las interacciones de lo establecido en programas de computadora, con el medio ambiente".<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Lethal Autonomous Weapons Systems.(LAWS). Colocamos su acrónimo en idioma inglés por ser el utilizado como referencia internacional

<sup>9</sup> A. P. Williams and P. D. Scharre, "Autonomous Systems: Issues for Defence Policymakers". (NATO: Norfolk, VA, 2015)

Podemos decir entonces que un **“Sistema Autónomo”** es todo sistema, ya sea hardware o software, que una vez iniciado, puede realizar sus tareas por sí mismo y sin que sea necesaria la intervención humana.

Entendemos asimismo que el **“Concepto de Autonomía”**, puede resultar una expresión interpretada de diferentes maneras, por distintos individuos y según sea el ámbito de aplicación. Por ello nos pareció adecuado complementar el esquema anterior, tomando como referencia la **“Categorización de los Sistemas Autónomos”** que se presenta en el trabajo de V. Boulain sobre IA en el ámbito nuclear.<sup>10</sup>

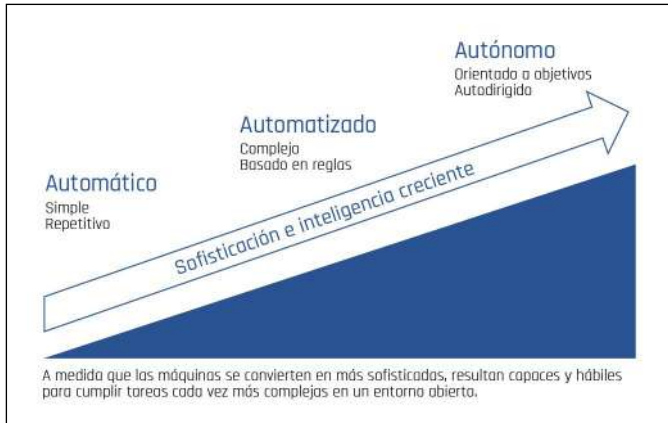
Ya definimos al principio del trabajo lo que entendíamos por **Inteligencia Artificial**, y lo cierto es que **su incorporación en muchas áreas de interés de las organizaciones militares**, ha pasado a ser un objetivo altamente apreciado. Así lo demuestran, la cantidad y variedad de programas en curso, que promueven el desarrollo de nuevas capacidades sustentadas en la aplicación de IA, en diversas áreas de empleo militar.

Por los **efectos disruptivos** de ciertas capacidades que la IA podría otorgar, su incorporación progresiva es considerada imprescindible para los responsables de las áreas de defensa de los países. Especialmente las grandes potencias y los países más avanzados tecnológicamente, que convocan para sus programas a los más destacados especialistas en la materia del ámbito científico, académico y la industria.

De esa manera, las aplicaciones militares de la **IA en Sistemas de Armas Autónomas Letales**, generan grandes estímulos para el I&D específico, por sus características, su variedad de aplicaciones y el **efecto multiplicador del poder de combate** que aportan a las organizaciones.

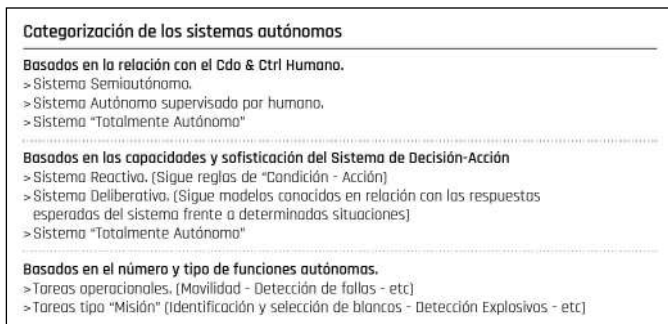
Los **Responsables de las Organizaciones Militares** evalúan la posibilidad de incorporar tecnologías que aportan capacidades específicas, que se equiparen e incluso superen a las capacidades de sus potenciales oponentes. Como ocurre normalmente, se trata de **“una carrera interminable”**, con final incierto y con infinitas posibilidades.

FIGURA 1: ESPECTRO DE INTELIGENCIA DE LAS MÁQUINAS



Fuente: Adaptación de P. Scharre "Army of None": 2018

FIGURA 2: CATEGORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS AUTÓNOMOS



(Adaptación de V. Boulain; et al. "Artificial Intelligence") (SIPRI-2020)

10 V. Boulain; et al. "Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk". (SIPRI-2020) p.14

Los mayores avances en los últimos años, se han orientado principalmente a las aplicaciones en sistemas de armas cada vez más sofisticadas. Los países líderes en los programas de aplicación de IA, avanzan en su incorporación en diversas áreas y funciones específicas. Desde sensores de alerta y vigilancia, sistemas de comando y control de todo tipo de armas, Defensa Aérea y Drones de todas las categorías, terrestres, aéreos y marítimos, con opciones de empleo individual y en enjambres (*Swarms*).

Además, la demanda creciente de sistemas “cada vez más autónomos, más versátiles y más económicos”, han potenciado de manera extraordinaria el *interés de la Industria, Estatal y Privada*. La misma observa en estas tecnologías emergentes, una “fuente sostenida de recursos económicos”, con asignaciones presupuestarias plurianuales en el área de proyectos para la defensa de los países. Esto es lo que está ocurriendo en Rusia y Ucrania, con la formación de cientos de nuevas empresas locales y el aporte de inversiones extranjeras, para atender la demanda de I&D y producción de Sistemas Autónomos.<sup>11</sup>

Los conglomerados de empresas que componen la *Base Industrial de Defensa (BID)* de los países, se asocian con las empresas tecnológicas más avanzadas en el campo de la IA, para unirse en proyectos conjuntos de gran envergadura. Los enormes presupuestos que se están destinando al desarrollo y aplicación de IA en la defensa, hace que las empresas encuentren un extraordinario mercado potencial, con gran crecimiento y márgenes de rentabilidad.<sup>12</sup>

Nadie quiere quedarse rezagado en “esta carrera”, pero la variedad de opciones que se abren en las distintas etapas de un desarrollo, pueden tener también objetivos que se sitúen en “zonas grises”, al incorporar capacidades que estén reñidas con las reglas y normas que deben respetarse, de acuerdo a lo establecido en el *Derecho Internacional Humanitario (DIH)*<sup>13</sup> que rige para los conflictos armados.

Como bien nos enseña además la historia de la humanidad, las guerras inexorablemente continuarán entre los seres humanos, ya sea por poder, riquezas, religión o conquista de territorio entre otras causas. Y los medios empleados para ganar en esas guerras, han adquirido y adquirirán cada vez más poder de destrucción y letalidad. *Las Armas de Destrucción Masiva (ADM)*, ya han sido utilizadas en conflictos y pese a las Convenciones y Acuerdos multilaterales e intentos de regulación, están siempre “*presentes como una amenaza latente*” entre nosotros.<sup>14</sup>

Esto nos da argumentos suficientes para pensar que, en caso de guerra, quien disponga de armas más poderosas que su enemigo, aunque existan acuerdos y compromisos multilaterales, y su empleo sea rechazado por la comunidad internacional, “*en caso de extrema necesidad serán utilizadas como último recurso*”. En un mundo convulsionado y con conflictos en curso, se mantiene siempre latente el peligro potencial de la Escalada Nuclear de las ADM.

Nos preguntamos entonces **¿Qué ocurre entonces si a la amenaza latente de las ADM, le incorporamos los riesgos asociados a la incorporación de IA en los sistemas de C&C de esas armas?**

Lo mencionado en el párrafo anterior en relación con IA y ADM, es uno de los asuntos presentes en la agenda de temas del más alto nivel, de los países que disponen de armamento con capacidades nucleares.<sup>15</sup> Como podemos ver, el campo general y las áreas de aplicación de *IA en el Ámbito Militar* es muy amplio, pero no avanzaremos en lo relacionado con “*IA +ADM*”, ya que ello excede el alcance del presente trabajo.

11 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=12381>

12 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11748>

13 <https://www.icrc.org/es/doc/assets/files/other/dih.es.pdf>

14 <https://edition.cnn.com/2024/05/06/europe/putin-tactical-nuclear-weapon-drill-russia-ukraine-intl/index.html>

15 <https://thebulletin.org/2024/07/humans-should-teach-ai-how-to-avoid-nuclear-war-while-they-still-can/>

Como mencionamos antes, solo desarrollaremos aspectos relacionados particularmente con los “Sistemas de Armas Autónomas Letales” (LAWS).

Paul Scharre, un reconocido experto en el análisis del impacto de las tecnologías en el ámbito militar, los Sistemas de Armas Autónomas y la IA, ha desarrollado ampliamente el tema en su libro “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”.<sup>16</sup> Los conceptos y conclusiones vertidos en el citado trabajo, nos han resultado de gran interés para aportar claridad a los conceptos que tratamos de difundir aquí.

El autor, que además es un soldado ya retirado con vasta experiencia de guerra y un estudioso del efecto de las nuevas tecnologías en las guerras actuales y futuras, sintetiza en una frase *el criterio que debería regular la utilización de estas tecnologías en el Ámbito Militar*: “Debemos adoptar la Tecnología que pueda hacer la guerra más precisa y humana, pero cuando la elección es sobre la vida o la muerte, no hay sustituto que reemplace al corazón Humano”.<sup>17</sup>

Comenzamos entonces formulándonos las siguientes preguntas:

**¿Con que finalidad se puede incorporar la IA a los Sistemas de Armas Autónomas Letales?.**

**¿Existen desarrollos y proyectos que incluyan la incorporación de IA en Sistemas de Armas Autónomas Letales?.**

**¿Cuáles son los Beneficios y también los Riesgos, asociados a la incorporación de IA en Sistemas de Armas Autónomas Letales?.**

Trataremos de responder estos interrogantes en los apartados que a continuación desarrollamos:

- > Sistemas de armas autónomas letales e inteligencia artificial
- > Aplicaciones de inteligencia artificial en sistemas de armas autónomas letales
- > Beneficios y riesgos asociados con el empleo de inteligencia artificial en sistemas de armas autónomas letales

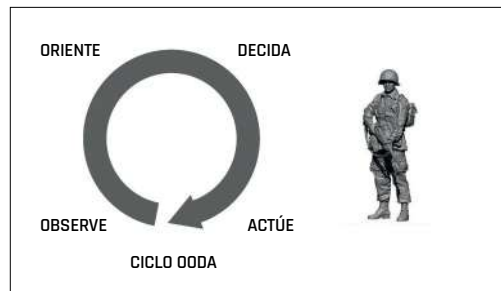
## Sistemas de armas autónomas letales e inteligencia artificial: Conceptos de Interés

Los Sistemas de Armas Autónomas Letales (*Lethal Autonomous Weapon System – LAWS*<sup>18</sup>) son ingenios desarrollados para identificar, seleccionar - adquirir y neutralizar objetivos considerados “blancos de interés”, sin la intervención del componente humano.

Existen diferentes tipos y grados de autonomía de los sistemas de armas, siendo el más extremo aquel en el cual el **componente humano queda fuera del ciclo de decisión** para “detectar - identificar – seleccionar - adquirir – neutralizar” un blanco de interés.

Ese ciclo se suele llevar a la práctica utilizando el muy conocido concepto del “Ciclo OODA”, de gran difusión en el ámbito militar y de la seguridad a nivel global. Las letras del acrónimo OODA se refieren a las siguientes acciones: Observe - Oriente – Decida – Actúe.

FIGURA 3: CICLO OODA



(Adaptación de P. Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. 2018)

<sup>16</sup> P. Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. (2018) W.W Norton & Co

<sup>17</sup> Ibid.

<sup>18</sup> Mantenemos el acrónimo con el cual globalmente se suele referir a estos sistemas, LAWS ( Lethal Autonomous Weapons Systems)

Según afirma P. Scharre,<sup>19</sup> *“en este paradigma clásico del combate y enfrentamiento entre fuerzas, aquella parte que más rápidamente complete el ciclo OODA, será la que normalmente obtenga la victoria”*.

Pero ocurre también, que con la evolución de los sistemas computarizados y la incorporación de IA a los sistemas de armas, ante la necesidad y demanda de las partes de *“cada vez más velocidad”* para completar el “Ciclo OODA”, esto llevará a que el operador / decisor humano, queden inexorablemente fuera del ciclo. Y lamentablemente, lo que por lo general estará en juego en el caso de sistemas letales, son decisiones con efecto directo sobre la vida o la muerte de seres humanos.

Tomamos como referencia la forma en que P. Scharre presenta la *“Categorización de los Sistemas Autónomos”*, planteando el concepto de *“Las tres Dimensiones de la Autonomía”*.<sup>20</sup>

Para la determinación de las **Tres dimensiones de Autonomía**, se tiene en consideración el tipo de tarea que deberá realizar la máquina:

- > La máquina solo hace la tarea que se le ha indicado previamente. (*Semiautónomo*)
- > La relación del humano con la máquina, cuando ésta hace la tarea. (*Autónomo Supervisado*)
- > La sofisticación del proceso de toma de decisiones y acción de la máquina, cuando ella hace la tarea de manera totalmente independiente. (*Autonomía Total*)

Vemos entonces que la incorporación progresiva de IA, tendrá su caso más extremo *cuando el sistema dispone de su grado máximo de autonomía*, que es la que denominamos *“Autonomía Total”*.

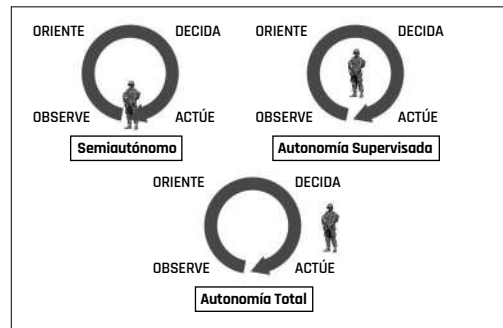
La mayor complejidad con la que se desarrolla un sistema autónomo, trae como consecuencia aspectos que deben ser rigurosamente considerados durante el proceso. A medida que el sistema tiene más autonomía e incorpora más complejidad, resulta más difícil predecir su comportamiento frente a situaciones inesperadas o que simplemente nunca han ocurrido antes, como para poder preverlas en el desarrollo de los programas computacionales que regulan el funcionamiento del sistema.

Porque puede ocurrir que la máquina, aún la más sofisticada, adopte una decisión errónea frente a una situación inesperada o no prevista. *¿Qué ocurre entonces frente al error, si la tarea que le estoy delegando al sistema autónomo incluye la decisión de “Matar – No matar”?*

Aclarado el concepto sobre *“A que nos referimos cuando hablamos de Armas Autónomas Letales” (LAWS)*, presentamos a continuación la *opinión y definiciones de algunos organismos e instituciones* sobre el particular.

En su documento *“Posición del Comité Internacional de la Cruz Roja – CICR”*<sup>21</sup>, expresa: *“Los sistemas de armas autónomos seleccionan y emplean la fuerza contra objetivos sin intervención humana. Tras la activación inicial o el lanzamiento ejecutados por una persona, un sistema de armas autónomo inicia por sí mismo un ataque en respuesta a la información del entorno recibida a través de*

FIGURA 4: LAS TRES DIMENSIONES DE LA AUTONOMÍA



(Adaptación de P. Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. 2018)

<sup>19</sup> P. Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. (2018) W.W Norton & Co

<sup>20</sup> Ibid.

<sup>21</sup> <https://www.icrc.org/es/document/posicion-del-cicr-sobre-los-sistemas-de-armas-autonomos>

*sensores y sobre la base de un perfil de objetivo generalizado. Esto quiere decir que el usuario no elige o ni siquiera sabe cuáles son los objetivos, ni el momento, ni la ubicación exactos de la aplicación de la fuerza del arma en cuestión*”.

Por lo expresado entonces, la IA otorga nuevos niveles de performance y autonomía a los Sistemas de Armas Autónomos. Y por el estado de avance alcanzado en los desarrollos, se afirma que los LAWS ya estarían presentes, en escenarios de guerra actuales. (*Ucrania/Rusia; Hamas / Israel, Conflicto en el Mar Rojo, etc*).

Por su parte el documento “US National Security Commission on Artificial Intelligence (NS-CAD) – Final Report (2021)”<sup>22</sup>, expresa: *“Las Tecnologías de IA son algunas de las herramientas más importantes que las últimas generaciones han tenido a su disposición, para expandir el conocimiento, incrementar la prosperidad y enriquecer la experiencia humana. Pero también es la Tecnología de “doble uso” por excelencia. La capacidad de una máquina para percibir, evaluar y actuar con mayor rapidez y precisión que un ser humano, representa una ventaja competitiva en cualquier campo, ya sea civil y militar. Las tecnologías de IA serán una fuente de enorme poder para las empresas y también para los países que las aprovechen”*.

El citado documento expresa además: *“.....las capacidades de los sistemas potenciados por la IA, serán las herramientas utilizadas como primer recurso en una nueva era de conflictos estratégicos. Pero los competidores desarrollan tecnologías y conceptos para usos militares y además para otros usos malignos, utilizando aplicaciones de IA económicas y disponibles comercialmente, como los drones letales, los ciberataques o la desinformación.....Defenderse contra adversarios con capacidades de IA en sus sistemas, que operan y resuelven a velocidades que solo las máquinas pueden alcanzar, sin emplear AI los sistemas de las propias fuerzas, es una invitación al desastre”*.<sup>23</sup>

Por todo lo anteriormente citado, si bien la mayoría de los desarrollos existentes hoy, *“incluirían”*<sup>24</sup> aún al Operador Humano (OH) en la decisiones finales de empleo, lo cierto es que el Estado del Arte de la Tecnología, ya ha alcanzado un grado tal de madurez, que permitiría en un plazo no muy lejano, quitar al OH del *“ciclo de operación – vigilancia – adquisición – ejecución”*.

Ya mencionamos en párrafos anteriores, la necesidad que tienen las partes enfrentadas en un conflicto militar, de disponer de *“cada vez más velocidad”* para completar el *Ciclo OODA* propio, lo que inevitablemente llevará a que el operador / decisor humano queden fuera de ese Ciclo.

Y esto es, como veremos más adelante, lo que motiva debates y severos cuestionamientos, sobre la *“Legitimidad – Moralidad – Aceptabilidad”* de estas revolucionarias armas, a las que el mismo hombre que las desarrolla, les está cediendo la decisión final sobre asuntos que afecten la vida de los seres humanos.

Relacionado con ello, P. Scharre afirma: *“La fuerza letal debe quedar siempre bajo control del humano, en el marco de un futuro previsible. Pero con el desarrollo de una IA que avanza a una velocidad extraordinaria, ¿Qué grado de certeza pueden realmente tener nuestras previsiones acerca del futuro?”*<sup>25</sup>

## Aplicaciones de inteligencia artificial en sistemas de armas autónomas letales

Los últimos conflictos entre FFAA convencionales como *Azerbaijan - Armenia (Nagorno Karabaj)*, la invasión de Rusia a Ucrania y las operaciones de Israel contra Hamas en GAZA, resultan una ex-

<sup>22</sup> “Final Report- US National Security Commission on Artificial Intelligence”. ( 2021). <https://reports.nscai.gov/final-report/>

<sup>23</sup> Ibid

<sup>24</sup> Por el grado de reserva y confidencialidad que tienen los desarrollos relacionados con IA en LAWS en los diferentes países, se desconoce a ciencia cierta el grado real de avance en este tipo de programas de armas letales.

<sup>25</sup> P. Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. (2018) W.W Norton & Co.

traordinaria fuente de experiencias y lecciones aprendidas, sobre la vigencia de los sistemas de armas tradicionales como Blindados, Artillería de tubo, cohetes y misiles, armas de combate cercano y guerra electrónica.

Pero también y tal vez lo más destacado, es la relevancia que han tenido las nuevas tecnologías como drones UAS, UCAS, FPV<sup>26</sup>, Loitering Munition y Misiles Hipersónicos, herramientas que cambian las relaciones de poder relativo entre fuerzas, al aportar nuevas capacidades a quién las dispone.

Además, si tanto a las armas convencionales como a estas últimas, las integramos e incorporamos las capacidades extraordinarias que aporta la IA, los resultados pueden ser decisivos en el campo de batalla.

En un artículo publicado por *The Conversation*, titulado “*LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL YA SE ESTÁ FUSIONANDO CON LA ROBÓTICA...*”,<sup>27</sup> se menciona que el interés por la incorporación de robots en el ámbito de seguridad y militares, ha tenido un fuerte crecimiento en los últimos años. Se trata de un sector que está siendo explorado en muchos países y varias compañías desarrollan programas específicos. Para el caso de los productos que operan sistemas letales, los mismos están siendo evaluados y en algunos casos cuestionados, cuando disponen de “*Autonomía total*”.<sup>28</sup>

Además, la fusión de los Robots con la Inteligencia Artificial (IA), que posibilite a los sistemas en forma individual o en equipos, realizar misiones de ataque o gestionar el ciclo de neutralización de amenazas sin la intervención humana, constituye una capacidad que todos ambicionan por las ventajas que otorgan.

En esta parte del trabajo nos referiremos particularmente a algunos casos de *Aplicaciones de la IA en LAWS*. El concepto de LAWS es muy amplio y como una primera aproximación general, podemos agruparlos en tres grandes categorías:

- > Misiles y Municiones Guiadas.
- > Plataformas Autónomas. (Terrestres, aéreas, navales. fijas y móviles).
- > Sistemas operacionales con grados de autonomía: (Adquisición de blancos / Targeting; Defensa Ae & Mis, Asistencia a la puntería y disparo del combatiente individual, etc)

Si nos interesa profundizar un poco más el concepto, podemos tomar como referencia los trabajos presentados por SIPRI:<sup>29</sup> “*Mapping the development of Autonomy in Weapons Systems*” (Boulain-Verbruggen. 2017),<sup>30</sup> y también “*Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk*” (V. Boulain; et al. 2020),<sup>31</sup> en los que sus autores describen las *posibles aplicaciones y áreas de desarrollo*, para la incorporación de “*Mas Autonomía*” en LAWS.

Sintetizando los conceptos e ideas expuestos en los documentos citados, los sistemas con capacidades letales y distintos “*Grados de Autonomía*”, pueden agruparse básicamente en:

- > Sistemas de Adquisición de Blancos y “Targeting”.
- > UCAS - Loitering Munitions – FPV Drones.<sup>32</sup>
- > Enjambres (Swarms) de Drones.

26 UAS (Unmanned Aerial System) – UCAS (Unmanned Combat Aerial System) – FPV (First Person View) drones.

27 <https://theconversation.com/ai-is-already-being-melded-with-robotics-one-outcome-could-be-powerful-new-weapons-216576>

28 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=13599>

29 SIPRI – Stockholm International Peace Research Institute

30 V. Boulain – M. Verbruggen. “Mapping the development of Autonomous Weapons Systems”. SIPRI ( Nov 2017). Pg 62.

31 V. Boulain; L. Saalman; T. Topychkanov; F. Su; M. Carlsson. “Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk”. (SIPRI: Stockholm, jun 2020) p.38

32 UCAS: Unmanned Combat Aerial System– FPV (First Person View) dron.

- > Armas Centinela Robóticas (Robot Sentry Weapons.). Weapon Remote Station (WRS).
- > Sistemas de Asistencia a la puntería y disparo para armas portátiles.
- > Sistemas de Defensa Aérea & Misiles.
- > Sistemas de Protección Activa (APS) para Vehículos Blindados.
- > Misiles y Municiones Guiadas de Artillería.

Por la extensión del presente trabajo y solo a modo de referencia, *describiremos brevemente algunos casos y ejemplos*, de sistemas que se encuentran en desarrollo, experimentación e incluso parcialmente operativos. Por tratarse de programas reservados, la información disponible es limitada a lo publicado en medios de difusión, los que aportan algunos aspectos generales de las mismas. No obstante ello, la descripción general de estos desarrollos, sirven para destacar la importancia y la prioridad en recursos y financiamiento, que les asignan los países que disponen de programas que fusionan LAWS e IA.

Un aspecto destacable en algunos países (*EEUU, Unión Europea, etc*), es la convocatoria de las autoridades del área de defensa, a las *Instituciones de I&D y Universidades, públicas y privadas*, para sumarse a los diferentes programas. Las expectativas de importantes recursos económicos y financieros disponibles en un futuro cercano, generan asimismo el interés por participar, de las *Empresas públicas y privadas* relacionadas con la *Base Industrial de Defensa* de esos países.

Otro aspecto importante a mencionar, es la *tendencia a acelerar los procesos de desarrollo* de estos sistemas, su incorporación rápida en diferentes plataformas, los que incluso prematuramente son enviados para su experimentación al mismo campo de batalla. Esto lo hemos visto tanto en el conflicto de *Nagorno –Karabaj (Azerbaijan / Armenia)*, como en la *guerra Ucrania / Rusia* y posiblemente esté ocurriendo también en el conflicto *Hamas / Israel en GAZA*.

## Sistemas de reconocimiento, adquisición de blancos y “targeting”.

Plataformas y sensores - Procesamiento de la información con IA / ML- Misiones de apoyo de fuego.

Mencionamos la palabra “*Targeting*” por resultar un término muy difundido en el ámbito militar. Consiste en “*el proceso analítico que permite vigilar, identificar, procesar y ejecutar acciones sobre los objetivos, necesarios para alcanzar los efectos deseados por el Comando de Fuegos Conjunto (JFC)*”.<sup>33</sup> El concepto de “*Targeting*” en el nivel de Fuerzas Conjuntas, resulta un elemento clave para la planificación y ejecución de toda operación militar.

FIGURA 5: RECONOCIMIENTO, IDENTIFICACIÓN, ADQUISICIÓN DE BLANCOS - “TARGETING”



Fuente: Army Press – EDA Europa

33 Joint Publication (JP) 3-60, Joint Targeting (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office [GPO], 28 September 2018)

Más allá del aprovechamiento que las fuerzas militares realizan de la información proporcionada por satélites y las grandes plataformas aéreas de vigilancia, en las últimas guerras se ha observado el extraordinario aporte y los resultados obtenidos, del empleo masivo de UAS / UCAS en apoyo de los fuegos de artillería y aéreos, operando como sensores ISR para vigilancia, identificación y ubicación de los blancos de interés. En los escenarios de guerra actual y futura, estas capacidades resultan indispensables y ninguna fuerza armada puede carecer de ellas.

La dinámica de las guerras ha cambiado completamente y hoy resulta poco conveniente, el establecimiento de posiciones estáticas en el terreno, dejando a disposición del enemigo la ventaja de identificar emplazamientos propios, para que luego la artillería de tubo y cohetes del enemigo “*hagan su trabajo*” con extrema precisión. Eso fue lo que ocurrió en el conflicto de “*Nagorno-Karabaj*” entre Ucrania y Azerbaiján, donde este último empleó todo tipo de sistemas UAS de última generación, adquiridos a Turquía e Israel, lo que otorgó a Azerbaiján un dominio absoluto del aire, desde los primeros días del conflicto.<sup>34</sup>

Y también es lo que ocurre hoy en Ucrania por la invasión rusa de Feb 2022, donde ambas partes están utilizando cientos de sistemas UAS de uso militar y comerciales, con diferentes grados de autonomía y capacidades, que de a poco comienzan a incorporar IA para la identificación de blancos de interés.

Desde hace años, algunas plataformas utilizan diferentes tipos de software relacionados con lo que se suele identificar como “*Automated Target Recognition*” (ATR).<sup>35</sup> Los mismos proveen al sistema UAS de “*patrones de identificación*” de objetivos, en algunos casos rudimentarios, pero que le permiten reconocer un blindado, una pieza de artillería, lanzadores de cohetes (MLRS) o una instalación radar, entre otros.

Se trata básicamente de programas desarrollados con ese fin, que operan en las plataformas con la misión de reconocer diferentes tipos de blancos, sobre la base de perfiles de imagen o señales predefinidos. El proceso de toma de decisiones es simple: “*Si la firma del objetivo coincide o no con la plantilla de firmas almacenada en la biblioteca de identificación de objetivos de interés*”, el blanco se adquiere.<sup>36</sup>

Los avances alcanzados hoy con la implementación de “*Machine Learning*”, en especial los relacionados con *reconocimiento de imágenes*, su procesamiento y clasificación, abren un camino que inexorablemente potenciará las capacidades para el reconocimiento y adquisición de blancos.

La incorporación de IA, particularmente la revolucionaria “*Inteligencia Artificial Generativa*” (IAG), permite avanzar de manera más eficiente en un proceso automatizado de identificación de blancos. De esa forma, el sistema puede ir aprendiendo y adaptándose de manera interactiva en el proceso, mejorando en la medida que el oponente cambia también sus tácticas de movimiento, enmascaramiento y empleo.

Progresos en las técnicas de empleo de enjambres de LAWS, pronto “*otorgarán capacidades a grupos de plataformas*”, de manera tal que ellas sean capaces de ejecutar ataques en enjambres, en forma completamente autónoma.<sup>37</sup>

El aporte que está haciendo la IA en éste área, se relaciona no solamente con esas capacidades de identificación cada vez más precisas, sino además con el procesamiento de la enorme cantidad de información que el Elemento de C & C, recibe de todos los sensores que saturan el campo de batalla

<sup>34</sup> <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/10/TEC1000-2021-Digital.pdf>

<sup>35</sup> ATR: Reconocimiento automatizado de blancos.

<sup>36</sup> V. Boulainin – M. Verbruggen. “Mapping the development of Autonomous Weapons Systems”. SIPRI ( Nov 2017). Pg 24.

<sup>37</sup> H. Roff, ‘Sensor-fused munitions, missiles and loitering munitions: speaker’s summary’, Autonomous Weapon Systems: Implication of Increasing Autonomy in the Critical Functions of Weapons, Expert Meeting, Versoix, Switzerland, 15–16 Mar. 2016, pp. 33–34

moderno. Sensores cada vez más accesibles y eficientes, están presentes en todos los niveles, desde el táctico inferior (*Gpo Tir*) hasta los sistemas *SIGINT* del nivel operacional y estratégico.

*Y toda esa información debe ser procesada en escaso tiempo*, asignando las misiones de fuego sobre cada blanco, a los sistemas de armas disponibles y de la manera más eficiente.

**ISRAEL** es un país que lidera a nivel global el desarrollo de sistemas de uso militar que incorporan las tecnologías más avanzadas. Son reconocidos y probados en combate los sistemas de Def Ae & Mis “*Iron Dome*” y “*David Sling*”, los Sistemas de Protección Activa (APS) para blindados “*Trophy*”, referente en el mercado de APS, que equipan los tanques Merkava (Israel) y a los Abrams M1 (EEUU). También la familia de UAS, UCAS y Loitering Munition israelíes como el Harop y Harphy, que operados por las FFAA de Azerbaijan en el conflicto del *Nagorno Karabaj*, hicieron estragos en las fuerzas de Armenia.<sup>38</sup>

En el conflicto anterior de May 2021 en la Franja de Gaza, fuentes oficiales de Israel manifestaron que su país había combatido en “*La Primera guerra con IA*” utilizando “*Machine Learning*” y “*Computación avanzada*”.<sup>39</sup> Como ocurre en muchos conflictos, resulta difícil poder confirmar lo que las partes expresan, principalmente cuando se hace referencia a los “*éxitos obtenidos*” al emplear nuevas tecnologías en el campo de batalla. Sea por disuasión o estrategia de marketing, “*la verdad es también una de las víctimas de la guerra, siempre*”.

Describiremos a continuación algunos desarrollos de *Sistemas de Adquisición de Blancos y Targeting*. Citaremos incluso como referencia, los conflictos recientes en Ucrania y en GAZA, en los que se menciona la utilización de sistemas de vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos que incorporan IA.

### **Habsora (The Gospel). (ISRAEL)**

Uno de ellos es el “*Targeting Acquisition System*” Israelí denominado “*The Gospel*” (*Habsora*). El conflicto en desarrollo en Gaza ha dado la oportunidad a las Fuerzas de Defensa de Israel (FDI) de usar esta herramienta de adquisición de blancos que emplea IA. La misma ha acelerado el ciclo completo de gestión de los blancos, al punto que por su velocidad de procesamiento y entrega de opciones de ejecución, sus usuarios lo describen como una “*Fábrica de blancos en línea*”.<sup>40 41</sup>

El citado artículo de “*The Guardian*” expresa: “*La imagen que muestra de que manera las FDI están aprovechando la IA, ocurre en un contexto de crecientes preocupaciones acerca de los riesgos que se presentan, en la medida que los ejércitos más avanzados del mundo amplían el uso de Sistemas Autónomos complejos en el campo de batalla*”.<sup>42</sup>

En una declaración en el sitio web de las FDI, expresan que se está utilizando en la guerra contra Hamas, un sistema asistido por IA denominado “*The Gospel*” (*Habsora*), el que es capaz de “*generar objetivos a un ritmo muy veloz*”. Y agrega que, “*mediante una rápida y automatizada obtención de información, The Gospel produce recomendaciones de objetivos para los analistas, a fin de asegurar una coincidencia completa entre lo recomendado por la máquina y la identificación realizada por el humano*”.<sup>43</sup>

<sup>38</sup> <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/10/TEC1000-2021-Digital.pdf>

<sup>39</sup> [https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm\\_source=Newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm\\_campaign=Edge+of+Defence+%2326](https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm_source=Newsletter&utm_medium=email&utm_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm_campaign=Edge+of+Defence+%2326)

<sup>40</sup> Ibid.

<sup>41</sup> El medio de prensa de RUGB “*The Guardian*”, afirma que la información presentada en sus artículos revela detalles del “*Gospel*”, su rol central en la guerra en Gaza y que sus fuentes son entrevistas con personal de inteligencia y afirmaciones de FDI y oficiales retirados.

<sup>42</sup> [https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm\\_source=Newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm\\_campaign=Edge+of+Defence+%2326](https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm_source=Newsletter&utm_medium=email&utm_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm_campaign=Edge+of+Defence+%2326)

<sup>43</sup> Ibid.

Por lo expresado, si bien el sistema acelera el proceso de clasificación de los blancos, se deduce que aún se mantiene la decisión final de las acciones legales, bajo responsabilidad de operadores humanos.

Aviv Kochavi, ex jefe de FDI, comentó que *“La División Objetivos está fortalecida por la incorporación de capacidades de IA pero incluye también en la tarea a cientos de oficiales y soldados”*.<sup>44</sup>

En una entrevista publicada antes de la guerra en Gaza, Kochavi expresó: *“Es una máquina que produce enormes cantidades de datos de manera más efectiva que cualquier humano y los transforma en objetivos a atacar”*. *“Cuando The Gospel fue empleado por primera vez en Gaza (2021), generaba decenas de objetivos por día. En el pasado y sin IA nosotros producíamos 50 objetivos al año. Ahora The Gospel produce 100 Objetivos diarios, de los cuales el 50% de ellos son finalmente atacados”*.<sup>45</sup>

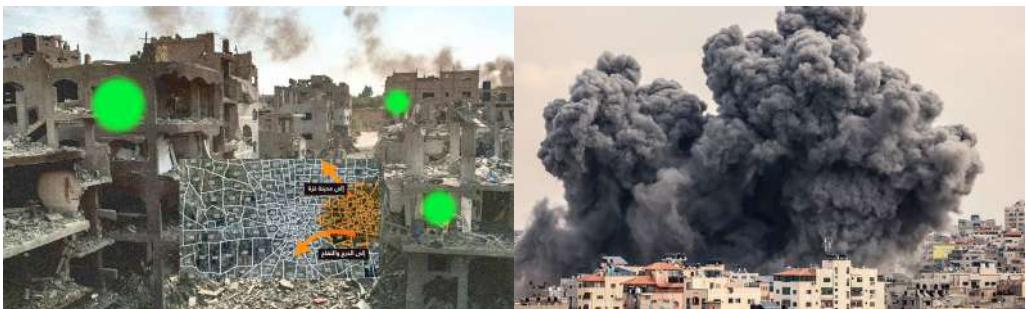
Obviamente, la manera en que funciona el ciclo completo de la gestión de la información y su transformación en *“Objetivos”* es completamente reservada, por lo que solo podemos describir cómo funcionaría el sistema, en base a la información publicada en medios de prensa.

FIGURA 6: INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA ANÁLISIS DE IMÁGENES Y OBTENCIÓN DE OBJETIVOS. IMAGEN SATELITAL DE UN CAMPAMENTO PALESTINO EN GAZA. UN SISTEMA CON IA PUEDE ANALIZAR UNA IMAGEN DE ESTE TIPO Y SELECCIONAR OBJETIVOS DE INTERÉS, MUCHO MÁS RÁPIDO QUE UN OPERADOR HUMANO. (MAXAR TECHNOLOGIES).



Fuente: Adaptación de P. Scharre "Army of None". 2018

FIGURA 7: MIENTRAS LOS VIEJOS SISTEMAS PRODUCÍAN UNOS POCOS OBJETIVOS DIARIOS, THE GOSPEL PERMITE A LAS FDI OBTENER 100 OBJETIVOS/DÍA. (GETTY IMAGES)



Fuente: newarab.com

<sup>44</sup> Ibid.

<sup>45</sup> [https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm\\_source=Newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm\\_campaign=Edge+of+Defence+%2326](https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm_source=Newsletter&utm_medium=email&utm_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm_campaign=Edge+of+Defence+%2326)

Según menciona “*The Guardian*”, expertos en *Sistemas de Apoyo a las decisiones sobre Objetivos* basados en IA, coinciden en que estos sistemas normalmente reúnen y analizan grandes cantidades de información. Las mismas provienen de variedad de sensores y fuentes como: *Drones ISR – Interceptación de Comunicaciones – Vigilancia de datos – Información obtenida de monitorear los movimientos y patrones de comportamiento de individuos y grandes grupos de personas*, entre otros.<sup>46</sup>

Por su parte, Blaze Misztal del “*Jewish Institute of National Security of America*” menciona que, pese a que no se conoce exactamente cuáles son los datos, que en cada caso “*The Gospel*” utiliza para sugerir los objetivos a batir, los mismos se obtienen de mensajes de telefonía celular, imágenes satelitales, videos de UAS y hasta sensores sísmicos.

En el conflicto anterior contra Hamas (2021), el grupo de trabajo de B. Misztal documentó el empleo de “*The Gospel*” y otros programas de IA, los que fueron utilizados para la identificación de objetivos como lanzadores de cohetes y diferentes tipos de armas. El sistema era capaz de identificar objetivos estáticos y móviles, habiendo concretado cientos de blancos a neutralizar.<sup>47</sup>

En el informe posterior al conflicto de 2021, B. Misztal expresó: “*pese a que el sistema de IA disponía de enorme cantidad de información para ser entrenado y aprender, acerca de las características que definen un objetivo de interés, faltaban también datos que los analistas humanos empleaban, para decidir qué cosas no eran objetivos*”. De esa forma, si el sistema no fue entrenado *también con la información de los objetivos a descartar*, es posible que el aprendizaje del sistema haya tenido *“cierto grado de sesgo y error”*.<sup>48</sup>

En la actual guerra que se inició en Oct 2023, las FDI comentan en un blog post del 02nov23, la manera en que “*The Gospel*” está siendo empleado en el conflicto.<sup>49</sup>

La Dirección de Objetivos del Ejército está utilizando IA para producir blancos de la manera más rápida, con la última información de Icia disponible. “*The Gospel*” *provee recomendaciones de objetivos* a los analistas humanos, que deciden si las pasan como misión de ataque a los elementos de combate. “*No es un sistema automatizado*”, enfatiza Mitszal. “*Si el sistema encuentra algo que podría ser un potencial objetivo, lo envía al analista de inteligencia para su revisión y adoptar la decisión final*”.<sup>50</sup>

Debe tenerse en cuenta que las acciones militares que las FDI llevan adelante en Gaza, se ejecutan en un escenario totalmente urbano, en el que los combatientes de Hamas se encuentran conviviendo y mimetizados entre civiles. Las autoridades de las FDI, afirman que *los fuegos no son indiscriminados* y que las decisiones sobre la ejecución de los ataques, quedan siempre bajo la responsabilidad de la autoridad militar a cargo. O sea que *el humano seguiría estando presente* en el ciclo de “*Decisión – Acción*”.

Relacionado con ello, la Dra Marta Bo, investigadora del SIPRI (*Stockholm International Peace Research Institute*), expresó que, por más que “*el humano se encuentre en el ciclo*”, existe el riesgo que los operadores desarrollen “*un sesgo de automatización*” y confíen demasiado en sistemas de IA, que por sus características, pueden llegar a tener influencia sobre decisiones humanas complejas.<sup>51</sup>

46 Ibid.

47 [https://www.npr.org/2023/12/14/1218643254/israel-is-using-an-ai-system-to-find-targets-in-gaza-experts-say-its-just-the-st?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=edge+of+defence+%2326+%7c+the+gospel&utm\\_campaign=edge+of+defence+%2326](https://www.npr.org/2023/12/14/1218643254/israel-is-using-an-ai-system-to-find-targets-in-gaza-experts-say-its-just-the-st?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_content=edge+of+defence+%2326+%7c+the+gospel&utm_campaign=edge+of+defence+%2326)

48 [https://www.npr.org/2023/12/14/1218643254/israel-is-using-an-ai-system-to-find-targets-in-gaza-experts-say-its-just-the-st?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=edge+of+defence+%2326+%7c+the+gospel&utm\\_campaign=edge+of+defence+%2326](https://www.npr.org/2023/12/14/1218643254/israel-is-using-an-ai-system-to-find-targets-in-gaza-experts-say-its-just-the-st?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_content=edge+of+defence+%2326+%7c+the+gospel&utm_campaign=edge+of+defence+%2326)

49 Ibid.

50 Ibid.

51 [https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm\\_source=Newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm\\_campaign=Edge+of+Defence+%2326](https://www.theguardian.com/world/2023/dec/01/the-gospel-how-israel-uses-ai-to-select-bombing-targets?utm_source=Newsletter&utm_medium=email&utm_content=Edge+of+Defence+%2326+%7C+The+Gospel&utm_campaign=Edge+of+Defence+%2326)

Por su parte, A. King, profesor de la Universidad de Exeter (RUGB) afirma: “*Los militares de todo el mundo han estado experimentando con IA por más de una década. La atracción por la IA es muy clara”. Y agrega: “*Las fuerzas militares más modernas se están reduciendo en tamaño y necesitan a la tecnología para ayudarlos a “cerrar la brecha”. Y los sistemas de IA son los que pueden ayudar a buscar y procesar enormes cantidades de información y datos de inteligencia, para intentar encontrar al enemigo”.*<sup>52</sup>*

Ampliando lo anterior, diversas fuentes comienzan a mencionar que junto con “*The Gospel*”, se habría desarrollado un nuevo programa basado en IA, denominado “*LAVENDER*”. Este sistema tendría un rol central en la identificación y seguimiento preciso de blancos humanos, constituidos por *combatientes y referentes de las ramas militares de Hamas y Jihad Islamica Palestina (PIJ)*, los que progresivamente van siendo identificados y registrados como posibles blancos a neutralizar.<sup>53</sup>

Según la fuente citada, el sistema habría comenzado a emplearse desde los primeros días del conflicto actual. Se menciona que en algunos casos, *solo se requieren 20 seg* entre que se identifica el blanco y se da la autorización para atacarlo.

La diferencia fundamental entre “LAVENDER” y “The Gospel”, es que mientras éste último adquiere como blancos edificios o estructuras de interés especial, donde puede encontrarse equipamiento, puestos de comando o fracciones operativas del enemigo, ‘LAVENDER’ identificaría específicamente individuos, que resultan blancos potenciales de interés para ser neutralizados.<sup>54</sup>

El empleo de “*The Gospel*” y “*LAVENDER*” por parte de Israel, está siendo seguido con mucha atención por los analistas y expertos de todo el mundo, particularmente en lo relacionado con el grado de *participación real de los operadores humanos en la decisión final* de ataque a los objetivos.

Probablemente, este escenario de conflicto y la utilización de nuevas tecnologías emergentes y potencialmente disruptivas por una de las partes, constituya una referencia muy aproximada, de la forma en que se desarrollarán los “*Escenarios de Guerra Futuros*” en el corto plazo.

### **Fire Weaver (ISRAEL)**

Otro proyecto interesante que lleva adelante Israel es el Sistema *Fire Weaver*, desarrollado por la empresa *RAFAEL* de ese país. Se trata de un revolucionario sistema interconectado “*Sensor – Operador*”<sup>55</sup> que vincula en una red integrada en tiempo real, a todos los sistemas ISR disponibles, con los sistemas de armas y las fuerzas desplegadas en el campo de combate. El mismo se enmarca en el proceso de “*Digitalización del campo de batalla*” de las FDI.<sup>56</sup> En el 2020 el Ministerio de Defensa adquirió este nuevo sistema en red, que a partir del 2021 comenzó a ser utilizado por las unidades del FDI.

*Fire Weaver* complementa al BMS (*Battle Management System*), al conectar a todos los sensores y a los operadores de armas en tiempo real, presentando la información relevante mediante “*realidad aumentada*” en los sistemas de puntería de las armas. De esa manera, el sistema es capaz de seleccionar el operador / arma más relevantes para cada objetivo, optimizando el empleo de los recursos disponibles y permitiendo la ejecución de fuegos simultáneos de precisión en diferentes blancos.<sup>57</sup>

52 [https://www.npr.org/2023/12/14/1218643254/israel-is-using-an-ai-system-to-find-targets-in-gaza-experts-say-its-just-the-st?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=edge+of+defence+%2326+%7c+the+gospel&utm\\_campaign=edge+of+defence+%2326](https://www.npr.org/2023/12/14/1218643254/israel-is-using-an-ai-system-to-find-targets-in-gaza-experts-say-its-just-the-st?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_content=edge+of+defence+%2326+%7c+the+gospel&utm_campaign=edge+of+defence+%2326)

53 <https://www.972mag.com/lavender-ai-israeli-army-gaza/>

54 *Ibid.*

55 Cuando citamos “Operador”, nos referimos a quien opera un sistema de arma letal. Puede ser una Pieza de artillería / Mor, Arma Atan, Drone letal, etc

56 <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrars/3126544/israel-adquiere-sistema-combate-red-fire-weaver-rafael>

57 <https://www.rafael.co.il/es/worlds/tierra/fire-weaver/>

FIGURA 8: FIRE WEAVER (RAFAEL - ISRAEL). A) IMAGEN DEL TERMINAL DONDE SE MUESTRAN LA INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE FUEGOS. B) IMAGEN DEL OPERADOR IDENTIFICANDO Y ADQUIRIENDO OBJETIVOS



Fuente: Rafael Advanced Defense Systems

*Fire Weaver* localiza e identifica posiciones enemigas, notifica a la unidad de combate que considera está en la mejor posición como para batir el blanco, incluso colocando en el retículo de puntería del operador, el icono señalando el blanco que debe batir.<sup>58</sup> El rol del operador humano, acorde a lo presentado en un video<sup>59</sup> que explica el funcionamiento del sistema, es elegir entre dos botones: “Aprobar o abortar”.<sup>60</sup>

El beneficio principal de *Fire Weaver*, es otorgar a las unidades operativas un lenguaje táctico común, que está basado en una estructura geo-pixelada independiente del GPS, lo que se logra a través de la integración de toda la información generada por sensores, sistemas de armas y municiones asociadas a esa red.<sup>61</sup>

Según expresa su fabricante, se trata de un producto completamente maduro, que cumple con los más exigentes estándares para los sistemas de armas y que además, permite a los combatientes recibir y compartir datos, mediante iconos de “*Realidad aumentada*” en los sistemas de puntería de las armas.<sup>62</sup>

*RAFAEL* ha vendido este producto a las FDI, e incluso ha realizado demostraciones a autoridades militares de EEUU y de Alemania.

Además de Israel, otros países llevan adelante el desarrollo e implementación de sistemas de Análisis de Información e Icia asistidos por IA, en apoyo de las operaciones terrestres, aunque por lo general, se trata de proyectos cuya información se mantiene bajo mucha reserva.

### Project Maven (EEUU)

En 2017, la búsqueda de capacidades que permitieran “*ganar guerras utilizando algoritmos computarizados e IA*”, era uno de los temas prioritarios a desarrollar del DoD (Pentágono) de EEUU.<sup>63</sup>

Ello dió lugar a un programa denominado “*Project MAVEN*”, que se orientó al desarrollo de un sistema que utilizando algoritmos computarizados<sup>64</sup> e IA, aprovechara las capacidades que aportan las denominadas Big Tech’s como ‘*Machine Learning*’, “*Deep Learning*” y “*Big data*”.<sup>65</sup>

58 Ibid.

59 <https://youtu.be/gJHjCukNbpw>

60 <https://www.technologyreview.com/2023/08/16/1077386/war-machines/>

61 <https://www.defensa.com/africa-asia-pacifico/ejercito-israel-digitaliza-campo-batalla-fire-weaver-rafael>

62 <https://youtu.be/gJHjCukNbpw>

63 <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1254719/project-maven-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end/>

64 Un algoritmo computarizado es un conjunto de reglas que se deben seguir durante las operaciones de resolución de problemas.

65 <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1254719/project-maven-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end/>

FIGURA 9: PROYECTO MAVEN. UN SISTEMA QUE AYUDA A LOS OPERADORES, A LIDIAR CON LA CANTIDAD EXTRAORDINARIA DE INFORMACIÓN Y DATOS EN FORMATO DE IMÁGENES Y VIDEO QUE INGRESAN A LOS ÓRGANOS DE C&C



Fuente: Defense.gov – Daily Mail

El objetivo inicial era que el sistema resultante, permitiera el escaneo de imágenes obtenidas por todos los sistemas sensores (*Satélites, drones, aeronaves, fuerzas en el terreno, etc*), con la finalidad de realizar la identificación y reconocimiento de objetivos en el campo de batalla. Se buscaba que el sistema ayudara a los operadores y analistas, a procesar la cantidad extraordinaria de información y datos en formato de imágenes que ingresaban a los órganos de C&C, lo que incluía además miles de horas de video de múltiples sistemas sensores operando en todos los niveles.

El equipo de proyecto se puso como meta para fines del 2017, disponer ya instalados en plataformas, algoritmos computarizados avanzados que fueran capaces de identificar, objetos reconocidos a partir de cantidades masivas de datos, provenientes de imágenes estáticas y en movimiento. Se esperaba que con este soporte, los analistas militares en operaciones, pudieran hacer su tarea hasta 2/3 veces más rápido.<sup>66</sup>

Desde el principio el proyecto presentó grandes interrogantes, por existir el dilema de “*si era conveniente y legítimo*”, que las FFAA utilizaran programas capaces de realizar reconocimiento automático de objetivos en las guerras. “*No ayudaba mucho además, el poco espacio que existía para la innovación en el DoD*” expresó Will Roper, profesional que trabajaba en la Oficina de Capacidades Estratégicas del Pentágono y afectado al programa.<sup>67</sup>

Se analizó la posibilidad de acordar con las empresas tecnológicas de Silicon Valley, líderes globales en estos temas, la forma en que las mismas podrían integrarse con el DoD en este objetivo. Una alternativa, era adaptar desarrollos que las empresas habían alcanzado, en áreas relacionadas al empleo militar.

Inicialmente el proyecto implicó el uso de tecnologías que incorporaban IA desarrolladas por Google, aplicándolas al análisis de las imágenes obtenidas por drones. La finalidad era disponer de la capacidad de seleccionar las imágenes de mayor interés o aquellas que cumplieran con determinadas características de los potenciales objetivos, para su revisión posterior por los analistas militares.

El Proyecto MAVEN se orientó entonces hacia desarrollos de “*Computer Vision*” existentes, área en la cual Google tenía el liderazgo en I&D. Por ello era muy importante para el DoD asociarse con esta empresa.

Sin embargo, la posibilidad de que estos desarrollos fueran destinados al Uso militar asociado con Sistemas Letales, provocó en el 2019 un reclamo de los empleados de Google a las autoridades.

<sup>66</sup> <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2024-02-29/inside-project-maven-the-us-military-s-ai-project>

<sup>67</sup> Ibid.

Cientos de ellos realizaron una petición, para que la compañía terminara su contrato con el DoD, e incluso muchos renunciaron directamente a su participación. Pocos meses más tarde, Google decidió dar por terminado su acuerdo millonario con el Pentágono.<sup>68</sup>

De todas maneras y pese a este percance, varias compañías e instituciones académicas de EEUU, ya estaban trabajando también en lo más avanzado del estado de arte de “*Computer Vision*” de uso civil. Por esa razón, impulsados por la posibilidad de inversiones por US\$ 36.000 Millones previstas, la respuesta del Sector Tecnológico fue inmediata. Pronto se logró incorporar el Know-how de I&D de las Universidades de *California-Berkeley, Stanford, Carnegie Mellon* y el *Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)*.<sup>69</sup>

Apoyarse en los avances alcanzados por las grandes empresas del Sector Tecnológico, era una eficiente manera de acelerar los procesos de desarrollo en el DoD, disponiendo en los equipos de proyecto a los tecnólogos y desarrollistas del ámbito civil, más destacados en todas las ramas de aplicación de la IA. El concepto que prevaleció era que “*mucho de lo que la industria estaba por hacer, como tratar de identificar edificios, rutas y objetos, tenía gran similitud con lo que son las necesidades militares en el campo de batalla. Después de todo, identificar un automóvil o un tanque tienen muchas cosas en común*”.<sup>70</sup>

En el 2020 el *US ARMY* realizó ejercicios en el terreno, empleando munición de guerra con el fin de evaluar los avances alcanzados. El “*18th Airborne Corps*” fue la unidad de combate designada para el proceso de ensayos y experimentación del *Project MAVEN*.

En el citado ensayo funcional y operativo, los soldados recibieron en las computadoras del Puesto Comando las imágenes satelitales de los blancos. También estaba recibiendo esas imágenes el sistema MAVEN, con instrucciones de escanearlas, identificar y sugerir objetivos a batir. El sistema indicó a los operadores su sugerencia de blanco, en este caso un tanque de batalla, solicitando autorización para batirlo. Cuando la misión de fuego se autorizó, el sistema envió un mensaje a un sistema lanzador de misiles M142 HIMARS<sup>71</sup> con la orden de hacer fuego. Minutos después, el tanque había sido destruido.<sup>72</sup>

Se afirma que fue en estos ejercicios (2020), la primera oportunidad en que soldados del *US Army* batieron un blanco localizado e identificado por un “Programa de IA”.<sup>73</sup>

Posteriormente se realizaron otros ejercicios más complejos con fuego real, en los que se pudo observar que el desempeño de estos sistemas no siempre es perfecto. Se verificó que, mientras el 84% de los soldados identificaban bien las imágenes de un tanque, los algoritmos de IA / ML<sup>74</sup> de MAVEN lo hacían correctamente solo en un 60%. Los expertos determinaron que el nivel de certeza en la identificación se reducía hasta un 30% en un día con nieve.<sup>75</sup> Los desarrollistas “*tomaron nota*” de estas experiencias, ya que la “*selección de objetivos de interés*” normalmente incluye decisiones en la aplicación de fuerza letal.

68 <https://www.engadget.com/waymo-gets-approval-to-deploy-its-robotaxi-service-in-los-angeles-100018409.html>

69 <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1254719/project-maven-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end/>

70 <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2024-02-29/inside-project-maven-the-us-military-s-ai-project>

71 High Mobility Artillery Rocket System. Sistema de Lanzadores múltiples de cohetes a rueda. Un sistema relevante para la artillería de cohetes y misiles de EEUU.

72 Ibid.

73 <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2024-02-29/inside-project-maven-the-us-military-s-ai-project>

74 AI / ML: Artificial Intelligence / Machine Learning

75 <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2024-02-29/inside-project-maven-the-us-military-s-ai-project>

## Como funciona el Sistema MAVEN.76

En el esquema de funcionamiento de MAVEN y presentado de manera simplificada, participan los siguientes componentes y subsistemas integrados:

**SENSORES:** Además de las imágenes y video obtenidos por diferente tipos de sensores aéreos y terrestres, un Radar de Apertura Sintética “puede ver” a través de nubes, lluvia y humo. Los Sensores infrarrojos (IR) detectan calor.

**GEO TAGS:** Se obtienen, integran y procesan multiplicidad de fuentes de Direcciones IP, Smartphones y contenidos de redes sociales, las que permiten obtener información precisa de Geolocalización.

**IMÁGENES:** El componente de IA de MAVEN es entrenado con diferentes bibliotecas actualizadas de imágenes de equipamiento militar, por lo que puede aprender a identificar objetos específicos, de manera similar a lo que realizan actualmente los CAPTCHA.

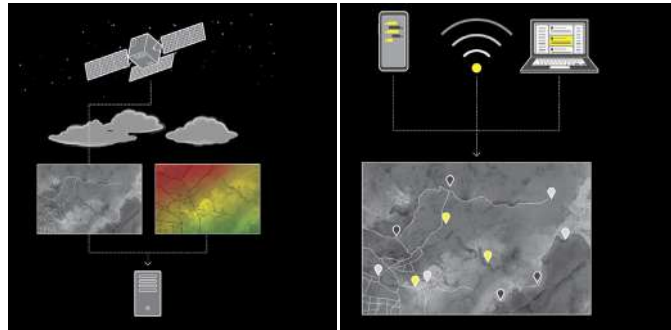
**MAVEN SMART SYSTEM:** En la interface de Smart System, se presenta multiplicidad de información y datos, de forma tal que los comandantes pueden observar todo el campo de batalla en tiempo real. Esto permite a los comandos respectivos conocer y evaluar la situación y su evolución, para analizar, resolver y ordenar las acciones pertinentes, incluyendo la ejecución de los fuegos.

En estos años de desarrollo, participaron en el área de la plataforma principal de fusión de datos, empresas como: *Palantir Tech, Amazon Web Services, ECS Federal, L3Harris, Maxar Tech y Microsoft.*

En colaboración con otros organismos de EEUU y aliados como RUGB (UK), el “18th Airborne Corps” ha seguido ensayando a MAVEN integrado a otros sistemas de armas como bombarderos, aviones de combate, artillería y drones, para destruir blancos.<sup>77</sup>

Ya han transcurrido 7 años desde el lanzamiento del programa y si bien todavía no se ha oficializado su despliegue en operaciones, existe información de que ya estaría participando en diferen-

COMPONENTES DEL SISTEMA MAVEN (SENSORES - GEOLOCALIZACIÓN - IMÁGENES - MAVEN SMART SYSTEM) Fuente: Bloomberg



SENSORES

GEOLOCALIZACIÓN



IMÁGENES

MAVEN SMART SYSTEM

76 <https://www.bloomberg.com/features/2024-ai-warfare-project-maven/?srnd=homepage-americas&sref=62t700Zl>

77 <https://www.bloomberg.com/features/2024-ai-warfare-project-maven/?srnd=homepage-americas&sref=62t700Zl>

tes escenarios de conflicto. El ataque de Hamas a Israel del 07Oct23, fue un importante incentivo para que el DoD, de un nuevo impulso al desarrollo, para la incorporación de MAVEN a las unidades operativas.<sup>78</sup>

En Feb 2024, EEUU atacó más de 85 objetivos en Irak y Siria en respuesta a un ataque de milicias pro-iraníes a tropas estadounidenses y ha bombardeado también objetivos de las milicias Houthis en Yemen, como respuesta a los ataques a buques mercantes en el Mar Rojo. Se desconoce el empleo de MAVEN en este caso, pero extraoficialmente se menciona que el empleo de MAVEN en escenarios de conflicto real, ha permitido verificar que aún falta tiempo y experiencia para que esté en condiciones operativas.

En Agosto 2024 el CSET (*Center for Security and Emerging Technology*) presentó un informe relacionado con las experiencias y lecciones aprendidas, en nuevas ejecuciones operacionales del US Army “18th Airborne Corps” empleando el MAVEN Smart System.<sup>79</sup>

Mientras el DoD continúa ensayándolo e intentando acelerar el proceso de optimización del sistema, se observa que países como Ucrania o Israel, ya están usando tecnologías similares en los conflictos en curso. Esto ha realimentado un gran debate en el ámbito de defensa de EEUU y muchos otros países, acerca de “*si el mundo está realmente listo ya para incorporar a la IA en la guerra*”.<sup>80</sup>

### Proyecto Titan (PALANTIR - US ARMY)

La empresa *PALANTIR Technologies* anunció durante el 2023, el desarrollo de un Software denominado “*ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORM*”(AIP),<sup>81</sup> que permite la integración de “*Large Language Models*” (LLM) con otros productos de uso dual (*civiles y militares*), que esa compañía desarrolla y produce.<sup>82</sup>

En demostraciones de video del AIP en You Tube,<sup>83</sup> se presentan diferentes aplicaciones en Def & Seg. En uno de ellos se demuestra el aporte de AIP para hacer más eficiente el ciclo completo de toma de decisiones de un comando operacional.<sup>84</sup> (*El detalle se puede ver en el video de la referencia*)

El 06mar24, siguiendo la tendencia de las empresas tecnológicas de incursionar en proyectos que aprovechen las capacidades de la IA, PALANTIR USG anunció el desarrollo conjunto con el US Army, de un programa denominado TITAN (*Tactical Intelligence Targeting Access Node*) Ground Station System.

El sistema a desarrollar, constituirá la nueva generación de plataformas integradoras de sensores avanzados asistidos por IA/ML, con la que experimentarán elementos operacionales del US Army.<sup>85</sup>

TITAN consistirá en una Estación Terrestre, con acceso a toda la información proporcionada por los múltiples sensores espaciales, de gran altitud, aéreos y terrestres, que proveen datos de valor sobre potenciales objetivos. El sistema procesa todo ello, a fin de presentar un cuadro de la situación en tiempo real, entregando además las opciones posibles para accionar, con el fin de mejorar el ciclo de decisiones del Cdo Op, así como la velocidad de ejecución y precisión de los fuegos precisos de largo alcance (LRPF).<sup>86</sup>

<sup>78</sup> Ibid.

<sup>79</sup> <https://cset.georgetown.edu/publication/building-the-tech-coalition/>

<sup>80</sup> Ibid.

<sup>81</sup> <https://www.palantir.com/>

<sup>82</sup> <https://www.technologyreview.com/2023/08/16/1077386/war-machines/>

<sup>83</sup> <https://youtu.be/rxKghrZU5w8>

<sup>84</sup> [https://youtu.be/XEM5qz\\_\\_HOU](https://youtu.be/XEM5qz__HOU)

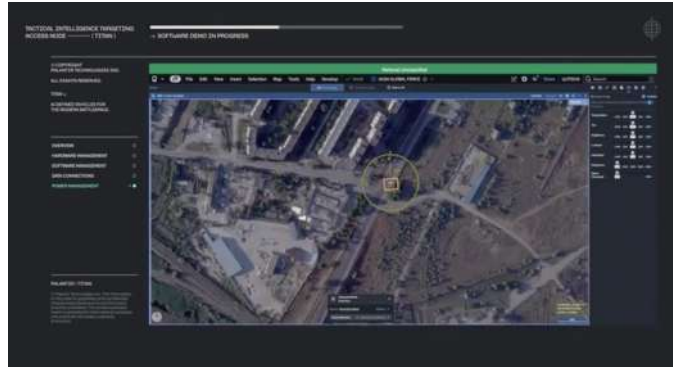
<sup>85</sup> <https://intelligencecommunitynews.com/palantir-secures-us-army-titan-prototype-agreement/>

<sup>86</sup> Ibid.

El ambicioso acuerdo entre ambas partes (*US Army – PALANTIR*) por un monto de US\$ 178.4 Millones, incluye el desarrollo del sistema y, como “*producto entregable*” para su evaluación, la cantidad de 10 (diez) TITAN (Prototipos), de los cuales 5 son de la versión “*Avanzada*” y 5 de la “*Básica*”.

TITAN provee inteligencia en tiempo real, empleando AI/ML para procesar a extraordinaria velocidad, grandes cantidades de datos de diversos tipos, proporcionados por diferentes sistemas sensores, de utilidad para su empleo en el nivel táctico. Esto otorga la capacidad de fusionar, correlacionar e integrar, datos de inteligencia que permitan a las fuerzas operativas, disponer una imagen general del estado de situación de su zona de acción, para tomar mejores

FIGURA 11: PROYECTO TITAN (TACTICAL INTELLIGENCE TARGETING ACCESS NODE)



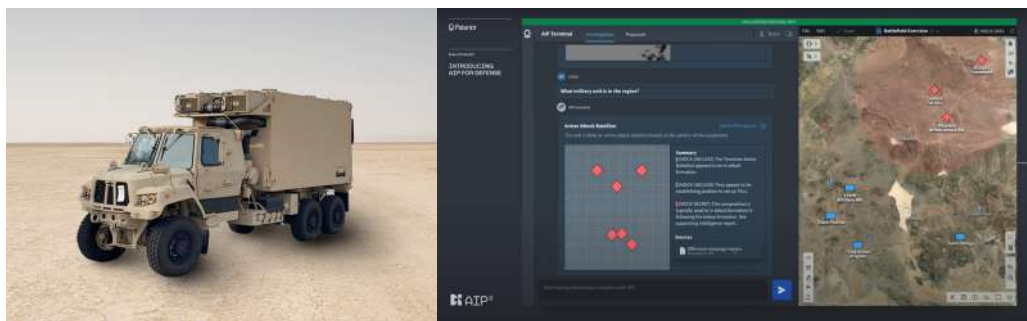
Fuente: PALANTIR

decisiones en tiempo real. Además, esto incrementará notablemente la precisión y efectividad de los fuegos artillería y de otros sistemas de armas.<sup>87</sup>

Además, provee *asesoramiento acerca de las mejores opciones de empleo de los recursos disponibles*, de acuerdo a las características del terreno, condiciones operacionales, así como las características y ubicación de las fuerzas enemigas.

En May 2024, PALANTIR informó la asociación con importantes empresas globales *Anduril, Northrop Grunman, L3Harris* y otras, para el desarrollo e implementación del sistema TITAN incorporado en una *Estación Terrestre Vehicular* flexible y escalable, capaz de acompañar en el movimiento las operaciones de los elementos del US Army.<sup>88</sup>

FIGURA 12: SISTEMA TITAN VEHICULAR. ESTACIÓN TERRESTRE VEHICULAR FLEXIBLE Y ESCALABLE, CAPAZ DE ACOMPAÑAR A LAS UNIDADES EN EL MOVIMIENTO EN OPERACIONES



Fuente: PALANTIR

<sup>87</sup> Ibid.

<sup>88</sup> <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=14340>

De esta manera PALANTIR junto con las empresas citadas, desarrollarán una estación terrestre vehicular, que puede operar sistemas que incorporan IA / ML, fusionando los sensores ISR a largas distancias, con los sistemas de armas y sus operadores. Esto permite una gestión más eficiente de los fuegos precisos de largo alcance, así como de otros medios de combate que operan hoy en el campo de batalla moderno.

El sistema TITAN operando desde sus estaciones móviles otorgará además indudables beneficios tales como: Flexibilidad y movilidad del elemento de Cdo; incrementar la supervivencia del Cdo; reducir los tiempos “*Sensor – tirador*”; mayor eficiencia en los fuegos; reducir la carga de trabajo y carga cognitiva de los operadores, entre otros.<sup>89</sup>

### **Ucrania: el empleo de algoritmos de ia en la guerra**

A pocos meses de iniciada la invasión rusa en Feb 2022, las fuerzas ucranianas comenzaron a utilizar diversos sistemas informáticos de apoyo a las operaciones. Uno de ellos es el “*Sistema de Información Geográfica para Artillería*” (GIS “*Arta*”),<sup>90</sup> que procesa e integra los datos de coordenadas GPS de objetivos rusos en el campo de batalla, generando la información necesaria para evaluar y determinar los elementos de artillería, en mejores condiciones de ejecutar las misiones de fuego. Su empleo principal asistiendo a las unidades de artillería, satisface necesidades específicas del planeamiento de los fuegos, su ejecución y la explotación de la información de los resultados obtenidos.

Según el sitio web del producto,<sup>91</sup> el mismo habría comenzado a utilizarse en Ucrania en 2014 durante la invasión rusa a Crimea y el conflicto separatista en el Donbas, habiendo demostrado una gran eficiencia en comparación con otros sistemas de C & C tradicionales.

Luego de sufrir Ucrania el severo revés del 2014 frente a Rusia y la pérdida de parte de su territorio en Crimea, las FFAA realizaron una revisión de sus capacidades y desempeño. Dentro de las *Lecciones aprendidas* en ese conflicto, las principales deficiencias encontradas en el caso de los fuegos de artillería, fueron:

- > *La poca precisión de sistemas de armas obsoletos.*
- > *La cartografía desactualizada e incompleta.*
- > *Las tropas escasamente entrenadas.*
- > *Y la Información Geoespacial muy poco confiable.*

No obstante ello, un aspecto a favor que ya se mencionaba hace 10 años, eran los beneficios que había aportado el empleo GIS “*Arta*”, para balancear la inferioridad de capacidades frente al enemigo. Se destacaba particularmente, una operación muy riesgosa de apoyo de fuego a propias tropas en retirada, en la localidad de *Debaltseve*, donde la utilización del sistema GIS “*Arta*” optimizando el empleo de los escasos fuegos propios de artillería a disposición, había contribuido a salvar muchas vidas.<sup>92</sup>

En 2017 fue creada la “*Liga de Empresas de Defensa de Ucrania*”,<sup>93</sup> para coordinar los esfuerzos de 75 fabricantes privados, contratistas de defensa y empresas tecnológicas, con el objetivo de ponerse inmediatamente a disposición para satisfacer las necesidades futuras de la Defensa Nacional.

Entre los proyectos listados como necesidad, se encontraban los de la empresa GIS “*Arta*” LLC. La compañía estaba constituida por un pequeño grupo de desarrolladores de software liderados por

<sup>89</sup> <https://www.palantir.com/offering/defense/titan/>

<sup>90</sup> Geophyc Information System of Artillery

<sup>91</sup> <https://gisarta.org/en/>

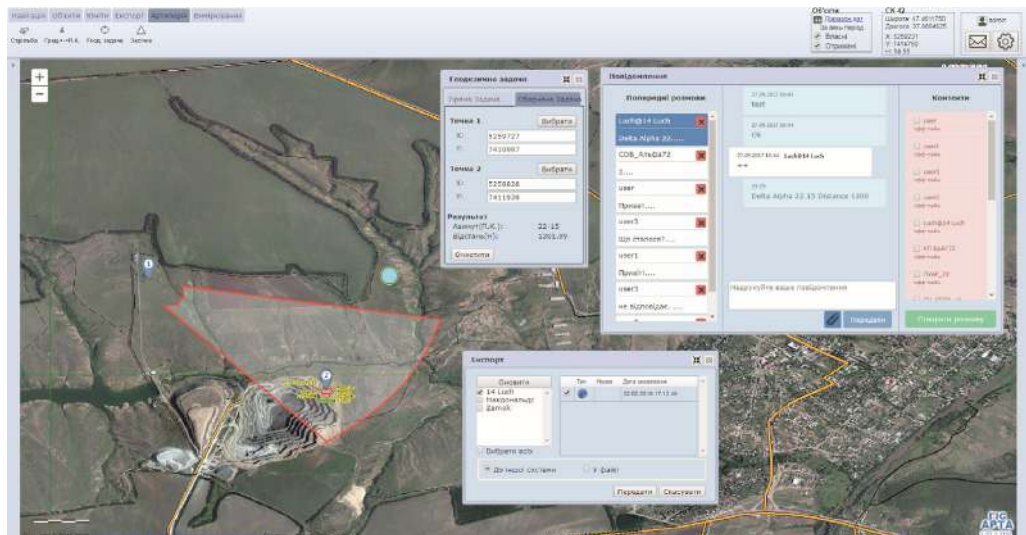
<sup>92</sup> <https://themoloch.com/conflict/uber-for-artillery-what-is-ukraines-gis-arta-system/>

<sup>93</sup> <https://ldc.org.ua/en/>

Yaroslav Sherstyuk. En esa oportunidad, se presentó la propuesta de un software militar para las tropas en el terreno, que funcionara de manera muy similar al concepto de las aplicaciones de movilidad automotor.

La idea básica era un sistema que centralizara la información de Icia del campo de batalla y que con ella produjera información de "Objetivos a batir".<sup>94</sup> La Demanda a satisfacer era la reunión y el procesamiento de la información. El Producto a entregar era la selección de los "blancos a batir".

FIGURA 13: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA ARTILLERÍA. GIS "ARTA". (UCRANIA)



Fuente: GIS Arta.org

Según un informe del periódico británico *"The Times"*, GIS "Arta" funcionaría de manera similar a los algoritmos de Uber que relacionan conductores y pasajeros. Pero en este caso, relacionando e integrando "Sistemas de Armas con Blancos a Batir", se reduce enormemente el tiempo desde que el blanco es detectado y adquirido, hasta que el mismo es alcanzado por los proyectiles.

El sistema ha demostrado ser un buen instrumento para mantener actualizada la situación de las operaciones en los centros de C&C. Se destaca además, que el programa está en desarrollo permanente y es actualizado de manera constante, en base a un trabajo muy cercano de los desarrollistas con las tropas en los frentes de combate, lo que realimenta el proceso de mejora del sistema.

Se menciona comparativamente que, antes de disponer de GIS "Arta", el proceso "adquisición del blanco – misión de fuego cumplida" en frentes de combate, demandaba unos 20 minutos. Hoy lleva solo 1 minuto.<sup>95</sup>

También desde los inicios del conflicto actual (2022) y con la asistencia militar proporcionada por EEUU y aliados, Ucrania estaría empleando versiones de software de gestión de la información, principalmente la geográfica, como los desarrollados por la empresa estadounidense PALANTIR.

<sup>94</sup> <https://themoloch.com/conflict/uber-for-artillery-what-is-ukraines-gis-arta-system/>

<sup>95</sup> <https://www.technologyreview.com/2023/08/16/1077386/war-machines/>

### Como funciona GIS “Arta”

Los Observadores adelantados, sistemas ISR como UAS y otros elementos de exploración, comparan con el elemento de C & C la información de objetivos en tiempo real, a través de una red encriptada. Esa red es multibanda y puede utilizar satélites, internet e información de radio definida por software (SDR), mediante el empleo de diferentes dispositivos, disponibles en los todos los escalones de la organización.

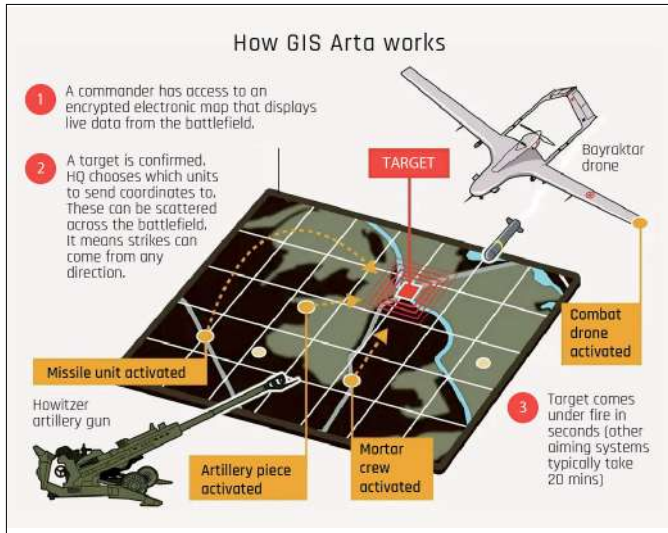
Esto permite al elemento de C & C la verificación de la información situacional y de los objetivos, para tomar la decisión de ejecutar los fuegos más eficientes en el menor tiempo posible. En función de la ubicación del blanco y sus características, se evalúa cual el sistema de armas más adecuado y en mejores condiciones para accionar. El requerimiento de fuego, se realiza entonces al elemento que se encuentre en la condición más favorable por su ubicación, situación y disponibilidad.<sup>96</sup>

El CEO de Palantir Alex Karp, expresó que *“la guerra en Ucrania había cambiado el clima político en Silicon Valley”*.<sup>97</sup> Los cuestionamientos acerca de los riesgos de desarrollar sistemas militares que integran tecnologías derivadas de AI / ML, ha dado lugar a muchos debates. En los mismos, A. Karp y otros CEO's de empresas tecnológicas, manifestaron que *“la defensa que realiza Ucrania de su territorio, es una buena guerra”*, que ha impulsado a muchas empresas a avanzar más rápidamente en sus desarrollos.<sup>98</sup>

La asociación público-privada implementada bajo la presión del esfuerzo de guerra, es la que ha dado un impulso extraordinario al desarrollo de cientos de proyectos tecnológicos de aplicación militar.

Por lo expresado, observamos que muchos países siguen con atención los detalles de esta larga guerra, analizando las experiencias y lecciones aprendidas con la incorporación de herramientas tecnológicas emergentes, para su empleo en el nivel táctico y operacional. Las enseñanzas que se observan para la gestión más eficiente de la *“Kill Chain”*<sup>99</sup> por parte de Ucrania, sirven además a los países de la NATO para adquirir sus propias experiencias y realimentar sus desarrollos y sistemas.

FIGURA 14: CÓMO FUNCIONA GIS “ARTA”.



Fuente: Researchgate.net

96 <https://themoloch.com/conflict/uber-for-artillery-what-is-ukraines-gis-arta-system/>

97 <https://www.washingtonpost.com/opinions/2022/12/19/palantir-algorithm-data-ukraine-war/>

98 Ibid.

99 “Kill chain”: “Cadena de muerte”. Es un concepto militar que identifica la estructura involucrada y las etapas de un ataque con sistemas de armas letales. Identificación del objetivo – Designación de los medios a emplear – Ejecución del ataque – Destrucción del objetivo – Evaluación de resultados.

“El poder de los datos es el nuevo motor de la guerra y los sistemas están siendo actualizados constantemente.”, expresa D. Ignatius, columnista del Washington post.<sup>100</sup> Y agrega: “Con cada ataque de artillería, las evaluaciones de datos se retroalimentan en la red digital, para favorecer los modelos predictivos”.

Como síntesis de este apartado de “SISTEMAS DE TARGETING”, nos pareció interesante citar lo expresado por Alex Karp (Palantir): “El poder de los Sistemas Algorítmicos Avanzados en la guerra es ahora tan grande, que podría compararse con la diferencia de disponer de armas tácticas convencionales o nucleares entre dos fuerzas enfrentadas. El público en general, tiende a subestimar esto. Nuestros adversarios no lo harán!”.<sup>101</sup>

### **Loitering Munition - UCAS - DRONES “FPV”**

La Guerra en Ucrania ha sido llamada por muchos analistas y expertos como la “Primera guerra de drones” y también la “Primera Guerra de StarLink”, considerando el rol que estas tecnologías tienen en las guerras modernas.<sup>102</sup> En Jul 2023 un titular del Washington Post afirmaba: “El conflicto en Ucrania está causando una Revolución en la guerra, con drones de ataque que emplean Inteligencia Artificial”.<sup>103</sup>

Durante ese año, muchos informes de ese conflicto, describían que tanto Rusia como Ucrania, estaban utilizando pequeños drones de bajo costo, muchos de ellos comerciales, a los que se les incorporaba IA a fin de mejorar sus prestaciones operacionales, para vigilar, identificar objetivos y ejecutar de manera autónoma misiones de ataque. Si los sistemas llevan incorporados algoritmos de IA a bordo de la plataforma, implica que los mismos dispondrían actualmente de “un alto grado de autonomía” para el cumplimiento de su misión.

Los antecedentes de los últimos conflictos y la proliferación de UAS en el campo de batalla, nos permiten considerar entonces, que los modernos UCAS, *Loitering Munition (LM)* y drones “FPV”<sup>104</sup> hoy en desarrollo y muchos ya en servicio, tendrían incorporados algoritmos de IA en sus módulos de vigilancia, reconocimiento y toma de decisiones, mejorando así su performance y letalidad.

Ya en 2020, un informe de ONU mencionaba que un ataque con drones letales en Libia contra las fuerzas del *Libyan National Army*, empleando el “*Drone Kamikaze*” STM Kargu-2<sup>105</sup> de origen turco, se había realizado sin dirección ni supervisión humana.<sup>106</sup> Este informe consideraba incluso, que ese evento fue el 1er caso documentado de empleo de LAWS, de la categoría denominada “*Slaughterbot*”<sup>107</sup> drones.

En la parte del presente trabajo, relacionada con “*Enjambres de drones*”, ampliaremos algunos conceptos relacionados con el empleo del Kargu-2. Pero de ser cierto que éste fue el primer caso documentado de empleo de LAWS con “*Autonomía total*”, es muy probable que esas capacidades se hayan seguido utilizando en otros ataques individuales selectivos.

La precisión de los mismos al atacar su objetivo, depende del nivel de información que el sistema disponga y a su vez, de la calidad de los sensores que permitan discriminar los objetivos en la

100 <https://www.washingtonpost.com/opinions/2022/12/19/palantir-algorithm-data-ukraine-war/>

101 Ibid.

102 <https://www.hoover.org/research/drone-warfare-ukraine-historical-context-and-implications-future>

103 <https://www.washingtonpost.com/world/2023/07/26/drones-ai-ukraine-war-innovation/>

104 FPV (First person View) drones; También llamados “Drones kamikaze”. El pilotaje con visión remota o pilotaje en inmersión, también llamado FPV es un procedimiento que consiste en dirigir un móvil (en este caso aéreo) por medio de una cámara de vídeo a distancia y una pantalla o unas gafas de vídeo.

105 <https://youtu.be/auRlh-f2wwQ>

106 <https://spectrum.ieee.org/LETHAL-AUTONOMOUS-WEAPONS-EXIST-THEY-MUST-BE-BANNED/>

107 “Slaughterbot”: Drone de matanza / asesinato. Es el término usualmente utilizado por las organizaciones que reclaman por la prohibición de LAWS.

fase final del ataque, para saber “*a que blanco tienen que impactar*”. En todos esos casos y dada la autonomía requerida para ejecutar la acción, la plataforma debe necesariamente estar asistida por algoritmos de IA.

Uno de los motivos por los cuales en el conflicto de Ucrania, comenzaron a tener cada vez más relevancia los drones del tipo “FPV”, fue el hecho que ambas partes, pero principalmente Rusia, empezaron a desplegar y utilizar sofisticados sistemas de Guerra Electrónica (GE/ EW)<sup>108</sup> que permitían actuar como sistemas “*anti-dron*”(C-UAS) no cinéticos.<sup>109</sup>

Tal vez el caso más mencionado de los efectos de GE sobre el accionar de los drones, sea el del Bayraktar TB-2 (Turquía). Se trata de un sistema UCAS<sup>110</sup> que tuvo un destacado desempeño y adquirió renombre en el conflicto de Nagorno Karabaj (2020), siendo utilizado por Azerbaijanes para realizar devastadores ataques a blindados, posiciones de artillería, Def Ae y radares de su oponente, Armenia.<sup>111</sup>

En el conflicto Ucrania / Rusia, el Bayraktar TB-2 fue utilizado también por Ucrania en las fases iniciales con muy buenos resultados.<sup>112</sup> Sin embargo, Rusia aprovechó restos de TB-2 derribados para obtener información vital relacionada con la “*firma electrónica*” del sistema. De esa manera, rápidamente adaptaron sus tácticas y capacidades de GE a la nueva amenaza, con lo que fueron progresivamente neutralizando los TB-2 logrando no solo derribos, sino además la destrucción de los puestos de C&C de estos sistemas semiautónomos, que fueron localizarlos frecuentemente.<sup>113</sup>

Es interesante destacar que un Módulo TB-2 tiene un costo de US\$ 5 millones. Si es destruido y su dotación neutralizada, la reposición integral del sistema resulta compleja y costosa. Ocurre algo similar con el Misil Atan JAVELIN que cuesta US\$ 200.000 y el adiestramiento de sus operadores requiere mucho tiempo y dinero. Rusia adaptó sus tácticas de empleo y recursos de GE, actuando también sobre el sistema de guiado y control de estos misiles Atan, tratando de minimizar el efecto letal sobre sus blindados.<sup>114</sup>

Si bien ambos sistemas mencionados (*TB-2* y *JAVELIN*) tienen un nivel de sofisticación y letalidad incuestionable, lo cierto es que los *drones FPV* resultan una alternativa letal de menores costos, en tiempo y en recursos. Por valores entre US\$ 2.000 y US\$ 35.000 pueden obtenerse una variedad de FPV, siendo este último valor lo que costaría un ZALA Lancet (Rusia). Y estos modestos FPV pueden cumplir, aunque con limitaciones, misiones similares a las asignadas al TB-2 y al JAVELIN. Porque aunque no destruyan completamente sus objetivos, son capaces de producir daños que los dejen fuera de servicio. Un FPV con una pequeña carga explosiva impactando en el sistema de orugas de un tanque de 60 tn, lo dejará fuera de servicio, inmóvil y expuesto a nuevos ataques y su destrucción total.

Por ello, tanto Rusia como Ucrania entendieron que en esta guerra, “*cantidad resulta mejor que perfección*”. Y apuestan a la disponibilidad masiva de FPV de bajo costo, ensamblados incluso hasta en talleres caseros, con el objetivo que “*nunca falten en las manos de los combatientes de primera línea*”.

108 GE/ EW: Guerra Electronic/ Electronic Warfare

109 C-UAS (Counter Unmanned Aerial System). Sistema de defensa contra drones aéreos)

110 UCAS (Unmanned Combat Aerial System). Suele colocarse dentro de esta categoría a los UAS que además de sus capacidades ISR, disponen de Armas de ataque.

111 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptrm/wp-content/uploads/2022/10/TEC1000-2021-Digital.pdf>

112 Ibid.

113 <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/weathering-storm-western-security-assistance-defensive-ukraine>

114 Ibid.

UAS y FPV de todo tipo están siendo fabricados de a miles en Ucrania, por empresas y pequeños emprendedores, que se sumaron desde los inicios a las tareas de sostener el esfuerzo de guerra de su país.

Rusia también ha implementado una eficiente base productiva de estos drones, involucrando además la infraestructura de su poderosa Base Industrial de Defensa, estatal o privada, así como las PyMES, ansiosas de incorporarse al esfuerzo. Todo por "*Espíritu Patriótico*" y también por la disponibilidad de importantes recursos económicos y financieros, que el estado ruso pone a disposición.

El crecimiento y proliferación de drones FPV con sofisticados sensores, ha causado que tanto Ucrainianos como rusos, incrementen su empleo en el marco táctico, para vigilancia, reconocimiento y para atacar posiciones enemigas, sometiéndolas a un constante hostigamiento. Pero además, la amenaza de los FPV es tan grande que incluso las tropas ucranianas, difundieron la práctica de "cazar" los operadores de FPV del enemigo. "*Un dron FPV es barato; pero formar un piloto de FPV lleva meses al enemigo*", comentó un FPV Hunter.<sup>115</sup>

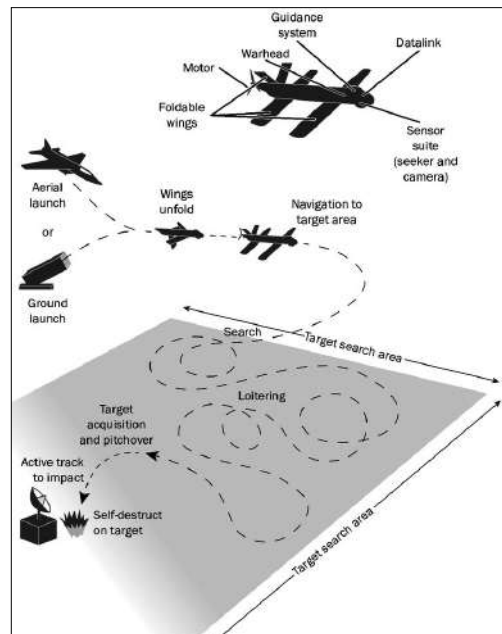
Según el artículo de RUSI<sup>116</sup> "*Weathering the Storm...*",<sup>117</sup> Ucrania está haciendo un uso masivo de este tipo de "*drones de ataque económicos*", al punto que se estima que para lograr un efecto disruptivo sobre las fuerzas rusas en el frente de batalla, se necesitarían unos 10.000 FPV semanales. Los FPV deberían disponer de suficientes sensores, poder letal y la incorporación de IA, que les permitieran resistir las acciones de "*jamming*" que implementa Rusia, para que aun en el caso que la conexión con el operador se corte, el FPV sea capaz de alcanzar el objetivo seleccionado de manera completamente autónoma

Esta incorporación de moderno software de IA a los FPV, permitiría hacer frente a las interferencias de GE rusas y que el dron permanezca en curso de ataque al objetivo adquirido previamente. En esa condición, el mismo solo puede ser neutralizado con medios cinéticos, lo que resulta muy complejo de lograr por las pequeñas dimensiones y la baja firma radar de los FPV, que dificultan su adquisición por los sistemas tradicionales Def Ae.

Ambas partes en conflicto, han informado de manera general, que sistemas FPV / LM han ido incorporado software de IA. En relación con ello, también es cierto que hay opiniones encontradas acerca de la veracidad de la información proporcionada, tanto por Ucrania como por Rusia. Algunos expertos consideran, que se trata de una cuestión "*de propaganda*" acerca de las capacidades disponibles, cuando en realidad el grado de avance sería modesto y parcial, e incluso muy difícil de verificar.

La directora del Programa de Defensa del Center of New American Security (CNAS) *Stacie*

FIGURA 15: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOITERING MUNITION / FPV DRONE



Fuente: Voulainin V. - SIPRI

115 <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/weathering-storm-western-security-assistance-defensive-ukraine>

116 RUSI: Royal United Studies Institute.

117 <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/weathering-storm-western-security-assistance-defensive-ukraine>

Pettyjohn,<sup>118</sup> expresó que *“El Lancet-3 (Rusia) fue promocionado como que tiene la capacidad autónoma de identificar blancos y atacarlos, pero esa afirmación no se ha podido verificar. Ambas partes afirman estar usando IA que permiten a sus FPV alcanzar los blancos, pero realmente las mejoras y resultados son limitados”*.<sup>119</sup>

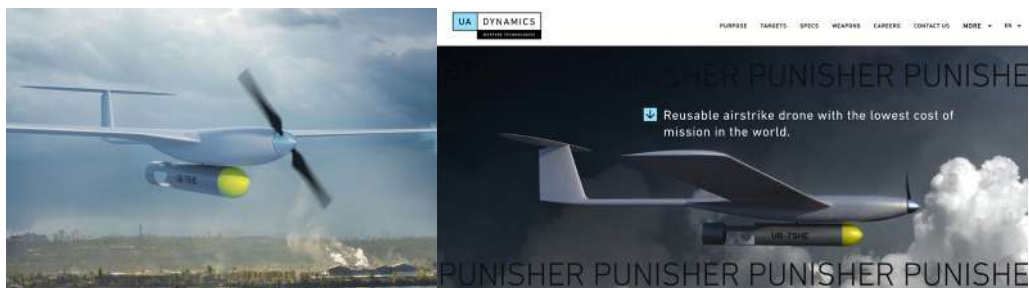
Por su parte, P. Scharre, en *“Army of None:...”*,<sup>120</sup> afirma que las LM no requieren de información precisa de inteligencia previa a su lanzamiento. Una vez lanzadas, se dirigen a buscar blancos a una zona del terreno predeterminada (*Caja de búsqueda*), sin conocer específicamente que blancos habrá allí. Algunas LM continúan conectadas con el operador, para que este autorice el ataque. Pero otras LM, realizarían todo el proceso de manera completamente autónoma.

Respecto de UCRANIA, algunos casos que podemos citar sobre los cuales se estaría experimentando con IA son: el UCAS “PUNISHER” (UA Dynamics), el FPV ST-35 “Silent Thunder” (Athlon Avia) y la familia de FPV desarrollados por la empresa “WARBIRDS”.

**PUNISHER:**<sup>121</sup> UA-Dynamics (Ucrania). La empresa lo había desarrollado y fabricado en el 2014 con motivo del conflicto por Crimea. Con capacidad letal, puede llevar una carga explosiva de 3kg, alcanzar blancos a 50km y un tiene un techo de servicio de 400m. De pequeño tamaño y facilidad de operación, resulta ideal para fracciones aisladas en combate. Una vez lanzado, *PUNISHER* puede volar con otro dron que lo acompañe, el “Spectre”, como apoyo en tareas ISR e identificación de objetivos a batir.

La empresa *UA Dynamics* afirma que: *“El Punisher ha llevado a cabo con éxito cientos de misiones contra las tropas rusas desde que comenzaron su invasión”*.<sup>122</sup>

FIGURA 16: PUNISHER - UNMANNED COMBAT AERIAL SYSTEM (UCAS), (UCRANIA)



Fuente: UA Dynamics

**ST-35 Silent Thunder:**<sup>123</sup> Desarrollado por *Athlon Avia* (Ucrania). Se trata de un FPV / LM que emplea un sistema multirrotor para su lanzamiento y despegue vertical. Ese multirrotor se separa de la LM a 400m y retorna a punto de lanzamiento, mientras la LM continúa su vuelo horizontal hacia la zona objetivo, con una altura máxima operativa de 1200m. Peso Total: 9.5kg. Cabeza de guerra: 3.5kg (EF - incendiaria - Termobárica). Peso de LM y Mochila Transporte: 15kg. Su perfil

<sup>118</sup> <https://www.cnas.org/people/stacie-pettyjohn>

<sup>119</sup> [https://breakingdefense.com/2024/02/the-revolution-that-wasnt-how-ai-drones-have-fizzled-in-ukraine-so-far/?utm\\_campaign=dfn-ebb&utm\\_medium=email&utm\\_source=sailthru&SToverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d](https://breakingdefense.com/2024/02/the-revolution-that-wasnt-how-ai-drones-have-fizzled-in-ukraine-so-far/?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&SToverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d)

<sup>120</sup> Paul Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. (2018) W.W Norton & Co. (Pag 54)

<sup>121</sup> <https://uadynamics.com/>

<sup>122</sup> [https://www.ondacero.es/noticias/mundo/the-punisher-dron-ucraniano-que-esta-castigando-tropas-rusas-ucrania\\_20220310622a4a-27f635520001515e45.html](https://www.ondacero.es/noticias/mundo/the-punisher-dron-ucraniano-que-esta-castigando-tropas-rusas-ucrania_20220310622a4a-27f635520001515e45.html)

<sup>123</sup> <https://athlonavia.com/en/st-35-silent-thunder/>

de ataque es completamente vertical, lo cual dificulta su neutralización al aproximarse sobre la parte más vulnerable de los blancos. Su configuración alar consiste en dos planos "en X". *Tiempo de vuelo*: 60 min. *Alcance*: 30km. *Velocidad max*: 140km/h.

Requiere de la asistencia de un operador humano para localización de los blancos. Cargada esa información al sistema, el mismo es guiado en modo semiautónomo empleando IR /TV, lo que se puede emplear alternativamente, según las condiciones meteorológicas. La *fase final de ataque es completamente autónoma*. El conjunto está compuesto por un módulo de control y sistema de lanzamiento por cada 3 (tres) LM, que pueden ser transportadas por el soldado a pie, en mochilas especiales provistas con el equipo. En el video del link se puede ver el sistema en funcionamiento.<sup>124</sup>

FIGURA 17: ST-35 SILENT THUNDER. LOITERING MUNITION. (UCRANIA)



Fuente: Athlon Avia

Ucrania ha hecho público el esfuerzo de los ingenieros y expertos en IA, buscando la forma de instalar software con algoritmos de IA, que permitan a los económicos FPV evitar las contramedidas de GE / EW que Rusia ha adoptado con buenos resultados.

Cuando Ucrania empezó en 2022 a emplear drones comerciales del tipo DJI (China), con dispositivos para lanzar granadas y explosivos sobre posiciones enemigas, Rusia encontró la solución. Consistió en la instalación de equipos de GE portátiles RP-377<sup>125</sup> <sup>126</sup> a lo largo de los frentes de batalla, capaces de bloquear o interferir la señal de los FPV con sus operadores.

Cuando un dron FPV pierde la señal, vuela fuera de su curso y no puede alcanzar el blanco que el operador está "viendo" en la pantalla de su control. *"La conexión del dron FPV con el operador, es el punto de mayor vulnerabilidad del sistema frente al efecto de los medios de GE"*, expresó S. Bendett del CSIS.<sup>127</sup>

Ucrania comenzó entonces a trabajar en soluciones para hacer frente a la GE de Rusia. Los desarrolladores de drones y expertos en IA, encontraron la posibilidad de incorporar algoritmos de IA a los FPV, que les de la capacidad de aprender a reconocer objetivos de interés. De esta manera, si la interferencia se vuelve intensa y el dron pierde la señal de su Cdo, el algoritmo de IA toma el control y con la última información disponible, dirige el FPV hacia el blanco ya adquirido.<sup>128</sup>

Más de 200 compañías ucranianas están fuertemente involucradas en la producción de drones y trabajan cerca de las unidades operativas en el frente de batalla, intercambiando experiencias del empleo de los sistemas para mejorar sus capacidades de reconocimiento y ataque.

<sup>124</sup> <https://youtu.be/NT6S1loEL7U>

<sup>125</sup> Se trata de los sistemas portátiles RP-377 que se transportan en una mochila. Fueron desarrollados hace unos años para proteger a las tropas rusas de los IED empleados en lugares como Siria, que eran activados con señales de radio y empleados en rutas para atacar convoyes o patrullas.

<sup>126</sup> <https://www.thedailybeast.com/ukraines-ai-drones-are-making-war-much-deadlier-for-russia>

<sup>127</sup> Ibid.

<sup>128</sup> Ibid.

La compañía ucraniana **Twist Robotics**,<sup>129</sup> menciona que ha ensayado exitosamente un algoritmo de “*drone targeting*”, el que una vez fijado el objetivo, permite al dron continuar de manera completamente autónoma.<sup>130</sup> Los sensores del dron reconocen las características físicas del objetivo, gracias a los algoritmos de IA incorporados y pueden entonces, ajustar de forma autónoma la trayectoria de ataque al blanco. “*Es algo así como un JAVELIN de los pobres*” expresó un ingeniero de Twist Robotics,<sup>131</sup> en relación a la manera en que los FPV pueden sustituir en parte a los caros y escasos misiles Atan provistos por EEUU.

**WARBIRDS**<sup>132</sup> es otra compañía Ucraniana que ha crecido extraordinariamente durante el conflicto y que avanza en la incorporación de IA en sus productos. La empresa ofrece una vasta gama de FPV que pueden cumplir todo tipo de misiones ISR, de apoyo a los fuegos de artillería y drones kamikaze.

El Ministro de Innovación

ucraniano Mykhailo Fedorov,

a cargo del programa de I&D

“Army of Drones”, expresó: “*el*

*desafío que tenemos es que los*

*productos en cada categoría,*

*puedan adaptarse y modificarse*

*para obtener más ventajas para*

*nuestras tropas*”. Este programa

que ha dado buenos resultados,

tiene por objeto disponer

de más UAS de ataque y de reco-

nocimiento de blancos para la artillería,

con la finalidad de compensar las

desventajas que Ucrania

tiene frente a Rusia, en poder de

fuego terrestre y aéreo.<sup>133</sup>

Debe tenerse en cuenta que

Ucrania ha recibido como parte de

la ayuda militar de EEUU, una gran

cantidad de LM<sup>134</sup> “Switchblade”

que fabrica la compañía Aerovironment.<sup>135</sup>

Esta empresa muy innovadora

en el área de LM, afirmó haber

alcanzado avances en la incorporación

de IA a sus productos.

En Ene 2023 Aerovironment

comentó en el sitio especializado

DefenseOne, que la empresa ya

había presentado al US DoD,

demonstraciones acerca de

capacidades que tenían sus

productos “Switchblade”, para

identificar de manera Completamente

Autónoma, hasta 32 modelos

diferentes de blindados.

La empresa resaltó sin embargo,

que dadas las restricciones que

establecen la legislación y

directivas vigentes en EEUU,

los ataques con LAWS sin la

intervención humana “no están

FIGURA 18: GALKA LOITERING MUNITION. (UCRANIA)



Fuente: WARBIRDS

<sup>129</sup> <https://twistrobotics.com/>

<sup>130</sup> <https://www.washingtonpost.com/world/2023/07/26/drones-ai-ukraine-war-innovation/>

<sup>131</sup> <https://www.cnas.org/press/in-the-news/the-war-in-ukraine-is-spurring-a-revolution-in-drone-warfare-using-ai>

<sup>132</sup> <https://warbirds.com.ua/en/#products>

<sup>133</sup> <https://www.cnas.org/press/in-the-news/the-war-in-ukraine-is-spurring-a-revolution-in-drone-warfare-using-ai>

<sup>134</sup> Loitering Munition.

<sup>135</sup> <https://www.avinc.com/tms/switchblade>

<sup>136</sup> <https://israelnoticias.com/militar/lancet-el-dron-kamikaze-ruso-identifica-sus-propios-objetivos/>

<sup>137</sup> Ibid.

FIGURA 19: SWITCHBLADE 600 (AEROVIRNOMENT - EEUU)



Fuente: Aerovironment

**Por parte de RUSIA**, tal vez el caso más destacado de LAWS es el del **FPV / LM ZALA "LANCET"**.

**ZALA LANCET:**<sup>138</sup> Origen: Rusia. Fabricado por **ZALA Aero (Kalashnikov Group)**. LANCET tiene una estructura similar a un pequeño misil, con su cuerpo cilíndrico y planos de sustentación con un diseño aerodinámico tipo "doble X" y una muy reducida "firma radar".

En servicio desde 2019, se producen en dos versiones, ZALA LANCET Z-51 y Z-52, ambas con propulsión eléctrica. Alcance: 50 y 40 km. Carga explosiva: 3 y 1kg.

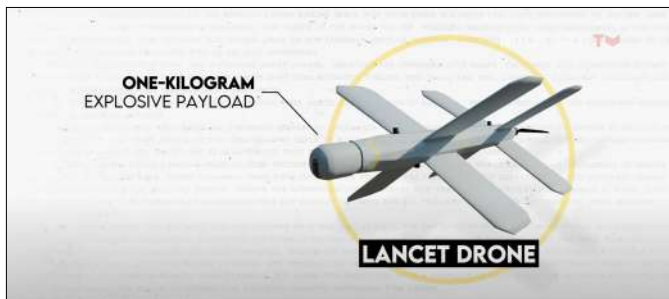
Emplea diferentes opciones de sistemas de guiado, tanto por GPS como optoelectrónico, o combinando ambos.<sup>139</sup> Dispone además de un canal de telecomunicación, que permite transmitir imágenes del blanco a efectos de confirmar el resultado de la misión.

Se empleó esporádicamente en Siria desde 2021, donde Rusia brinda apoyo al gobierno de ese país contra las fuerzas rebeldes al régimen y se los suele llamar "The Flying Kalashnikov".<sup>140</sup>

Los LANCET han participado en la guerra con Ucrania desde el 2022, en muchos de los ataques a todo tipo de objetivos, por lo que se considera que fue en este conflicto, donde el sistema se consolidó y comenzó a emplearse a gran escala.<sup>141</sup>

Desde su primer uso difundido en Julio 2022, ha sido empleado en grandes cantidades contra blindados, piezas de artillería y otras plataformas. Su alta disponibilidad al ser producido en el país y su bajo costo, las dificultades para neutralizarlo por sus pequeñas dimensiones y escasa firma radar, así como su efectividad comprobada, lo han convertido en uno de los LM

FIGURA 20: ZALA "LANCET" LOITERING MUNITION. (RUSIA)

Fuente: Captura pantalla <https://youtu.be/JyX4uRjCkfM>

<sup>138</sup> <https://zala-aero.com/en/>

<sup>139</sup> <https://youtu.be/lgGOHvBJj9E>

<sup>140</sup> [https://www.defensemirror.com/news/32914#.Y1A97\\_3MKUt](https://www.defensemirror.com/news/32914#.Y1A97_3MKUt)

<sup>141</sup> <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11058>

más utilizados por Rusia. Varios sitios mayormente pro-rusos, hacen una difusión masiva de videos e imágenes de los ataques, a través de las redes sociales como X o Telegram y otros.<sup>142</sup>

“Hay señales que muestran que la Industria de Defensa Rusa está aumentando la producción de Lancet, además de incorporar actualizaciones y mejoras para optimizar su rendimiento”<sup>143</sup> expresó S. Bendett,<sup>144</sup> reconocido analista que escribe para publicaciones como CSIS, CNA y otros. En el sitio web oficial de ZALA Group,<sup>145</sup> se pueden observar diferentes videos en los cuales se muestran casos del empleo de los sistemas, que serían evidencias obtenidas del campo de batalla. No se hace mención específica e la incorporación de IA, pero se estima que existirían proyectos para incorporar más autonomía a este eficiente sistema LM.

Se considera que tanto para Rusia como Ucrania, el empleo de IA en drones FPV y LM se encuentra en pleno estado de desarrollo, implementación y evaluación. Y aunque no se ha podido verificar que los drones de ambas partes estén funcionando realmente con IA, algunos sitios hacen mención a drones rusos que ya operarían con algoritmos de IA.<sup>146</sup>

La posibilidad de incorporar sofisticados programas de IA en económicos drones, que pueden ser producidos localmente en lotes de a miles, que además son las cantidades que se consumen diariamente, resulta un gran desafío pendiente. Se trata también de un objetivo a alcanzar y sostener, para los ingenieros y desarrollistas de ambos países y sus aliados, en esta larga e intensa guerra.

Principalmente para Ucrania, que ante la notable diferencia de capacidades y poder militar respecto de Rusia, ha debido aguzar el ingenio para lograr obtener el mayor rendimiento posible de sus modestos sistemas. Como ya mencionamos, en Ucrania se ha involucrado institucionalmente una enorme cantidad de RRHH e infraestructura, para sostener no solo la capacidad de producción de estos sistemas de alta demanda, sino además un nivel de I&D moderno y flexible.

Y también lo ha hecho Rusia, que ha sacado a relucir la poderosa capacidad productiva y la flexibilidad de su Base Industrial de Defensa, adecuándola a las condiciones del conflicto y a las restricciones económicas y comerciales de carácter global que se le han impuesto, luego de su invasión y ataque a un país soberano.

Otro aspecto destacado, es el máximo aprovechamiento posible que se hace de tecnologías de drones comerciales disponibles “Of-the-shelf”,<sup>147</sup> lo que simplifica el ciclo de abastecimiento y economiza costos en la cadena de desarrollo – producción - entrega.

A esta altura del desarrollo de este trabajo nos preguntamos:

*¿Cuál es el grado de eficacia realmente obtenido por ambas partes con el empleo de todo tipo de drones, desde los clásicos UAS hasta FPV/LM? ¿Cuánto de verdad hay respecto del empleo de drones asistidos por IA y que resultados se obtuvieron?*

Los avances que ambos países dicen haber alcanzado, son difíciles de probar. Resulta todavía muy complejo sacar conclusiones debidamente fundamentadas, a la distancia y con información pública proveniente de ambas partes, manipulada y sesgada en el típico escenario de “niebla de la guerra”, que todo conflicto habitualmente conlleva.

Las supuestas capacidades existentes para incorporar IA en pequeños UAS no están debidamente sustentadas, debido a los requerimientos físicos y funcionales que hoy demanda, disponer de IA

142 <https://www.19fortyfive.com/2023/10/the-lancet-kamikaze-drone-is-russias-most-effective-weapon-and-it-is-getting-deadlier/>

143 <https://lostarmour.info/articles/recognition-of-lancet>

144 <https://www.csis.org/people/samuel-bendett>

145 [https://zala-aero.com/wp-content/videos/svo/z\\_16\\_2024.MP4](https://zala-aero.com/wp-content/videos/svo/z_16_2024.MP4)

146 <https://warontherocks.com/2024/01/how-the-west-can-match-russia-in-drone-innovation/>

147 “Of – the- shelf”: “En la estantería”: Se refiere a algo que tiene una alta disponibilidad comercial y escasas restricciones.

en términos de dimensiones, pesos y capacidad de procesamiento del hardware, necesario para “correr” los programas informáticos mencionados.<sup>148</sup>

Miniaturizar los componentes, requeridos para disponer de la capacidad de procesamiento de información que se supone tendrían que tener los FPV / LM, es algo que aún no han alcanzado ni siquiera las superpotencias como EUA o China.<sup>149</sup>

En un análisis realizado por S. FREEDBERG JR en su trabajo *“The revolution that Wasn’t: How AI drones has Fizzled in Ukraine”*, se afirma: *“El complejo ciclo de toma de decisiones requiere de software muy sofisticado, que además debe ejecutarse en procesadores que dispongan de chips de alta velocidad, los que asimismo requieren de potencia, capacidad de enfriamiento, protección contra vibraciones y resistencia a la interferencia electrónica. Ninguna de estas características operativas, estarían hoy disponibles en el tipo de pequeños y económicos drones que ambas partes utilizan en esta guerra”*.<sup>150</sup>

Lo mencionado antes nos permite pensar que, aunque tal vez esas características operativas no estén disponibles hoy, *dentro de poco tiempo si pueden estarlo*, a muy bajo costo y con alta disponibilidad.

Relacionado con ello, S. Bendett afirmó también en el artículo citado antes: *“....., quién consiga un gran avance en el área mencionada y pueda difundirlo lo más rápidamente posible, obtendrá una gran ventaja”*.<sup>151</sup>

Este conflicto nos ha mostrado, como se puede generar una verdadera carrera hacia la innovación, enfocada en sistemas aéreos autónomos letales con la incorporación de IA. Los resultados y lecciones aprendidas no solo de su empleo efectivo en combate, sino además en la *implementación de una Base Industrial de Defensa*, capaz de soportar la demanda productiva de estos ingenios militares de alto consumo, es algo que a nivel global se está observando con gran atención.

Vemos así como los LAWS en su versión aérea y también naval, están teniendo su oportunidad de instalarse como *una tendencia en crecimiento* por su empleo masivo en Ucrania – Rusia. Ambos países buscan por todos los medios acceder a ellos, ya sea a través de la compra o desarrollo propio y produciéndolos en el propio país.

Observamos además, como el crecimiento exponencial en los últimos 5 años, de las *Tecnologías relacionadas con IA* en todas las áreas de aplicación, también ha *alcanzado el ámbito militar*. Y tiene probablemente su máxima pero también más cuestionada versión, cuando *las ventajas* de la IA pero también *sus riesgos potenciales*, son incorporados a los *Sistemas de Armas Autónomas con Capacidad Letal (LAWS)*.

La posibilidad de utilización concreta de LAWS en escenarios de guerra y conflictos, como actualmente presenciamos en Ucrania / Rusia y en Gaza (Israel / Hamas), donde los ingenios desarrollados pasan directamente del centro de desarrollo o montaje, a ser experimentados, evaluados y mejorados en escenarios de combate real, nos permiten visualizar *“en qué dirección y como puede evolucionar el campo de batalla futuro”*.

### Enjambres De Drones (DRONE SWARMS)

Relacionado con el crecimiento del empleo de LAWS en el campo de batalla, es interesante mencionar los desarrollos que se llevan adelante para el *empleo masivo de drones*, que sean capaces

148 [https://breakingdefense.com/2024/02/the-revolution-that-wasnt-how-ai-drones-have-fizzled-in-ukraine-so-far/?utm\\_campaign=d-fn-ebb&utm\\_medium=email&utm\\_source=sailthru&SToVerlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d](https://breakingdefense.com/2024/02/the-revolution-that-wasnt-how-ai-drones-have-fizzled-in-ukraine-so-far/?utm_campaign=d-fn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&SToVerlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d)

149 Ibid.

150 [https://breakingdefense.com/2024/02/the-revolution-that-wasnt-how-ai-drones-have-fizzled-in-ukraine-so-far/?utm\\_campaign=d-fn-ebb&utm\\_medium=email&utm\\_source=sailthru&SToVerlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d](https://breakingdefense.com/2024/02/the-revolution-that-wasnt-how-ai-drones-have-fizzled-in-ukraine-so-far/?utm_campaign=d-fn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&SToVerlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d)

151 Ibid.

de operar sincronizados *dentro de un enjambre (Swarm)* e incorporando algoritmos de *Inteligencia Artificial*.

Podemos definir un ENJAMBRE DE DRONES (*Drone Swarm*) como “un gran número sistemas UAV volando organizados como una entidad, unificada y coordinada”.<sup>152</sup> Esa coordinación puede ser controlada de manera remota o bien autodirigida por el conjunto, mediante la incorporación de algoritmos de automatización desarrollados al efecto. Esa coordinación tiene mucha similitud con lo que se puede observar en la naturaleza, con el comportamiento de enjambres de insectos, bandadas de aves o cardúmenes de peces. En un enjambre de drones, cada unidad es programada para seguir una ruta de vuelo específica, o bien colectivamente pueden ir adaptando su curso al comportamiento del conjunto.

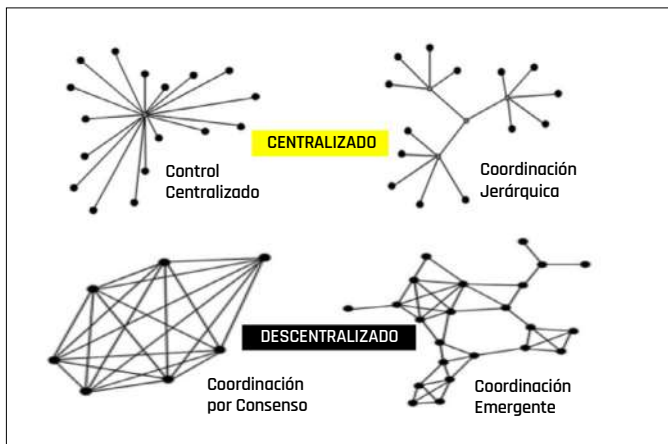
Los *tipos y estructura de Comando y Control* de enjambres de drones se puede clasificar en:<sup>153</sup>

- > **Centralizados:** Control Centralizado y Coordinación Jerárquica.
- > **Descentralizados:** Coordinación por Consenso y Coordinación Emergente.

El esquema que se presenta a continuación muestra las características particulares de cada uno de ellos.<sup>154</sup>

La corporación RAND en su trabajo de Arquilla y Ronfeldt “*Swarming & Future of Conflict*” (2000) describió hace más de 20 años el concepto de SWARMING de la siguiente manera: “*El enjambre es algo aparentemente amorfo, pero que en realidad es una forma estratégica, coordinada y deliberadamente estructurada, capaz de atacar en todas las direcciones, mediante una aplicación sostenida de fuerza y fuego, tanto desde posiciones cercanas como más alejadas. Funcionará mejor, si se diseña principalmente en torno al despliegue de innumerables pequeñas unidades de maniobra, dispersas y en red. Desarrollar un fuerza de enjambre, implica cambios radicales en las estructuras organizativas militares actuales*”.<sup>155</sup>

FIGURA 21: TIPOS Y ESTRUCTURA DE C & C DE ENJAMBRES DE DRONES



Fuente: Adaptación de trabajo de P. Scharre: “*Robotics on the Battlefield Part II: The Coming Swarm*”. (CNAS Oct. 2014).

radicales en las estructuras organizativas militares actuales”.<sup>155</sup>

Para abordar conceptualmente el tema de “*Swarming*”, podemos decir entonces que un sistema de este tipo, está formado por un conjunto que incluye:

- > **Elemento / Arma:** Drones (UAS / UCAS / LM – FPV).<sup>156</sup>
- > **Modo empleo:** Enjambres (Swarms).
- > **Nuevas Tecnologías aplicadas:** *Inteligencia Artificial*.

<sup>152</sup> <https://www.dsiac.org/wp-content/uploads/2020/05/dsiac-2191004.pdf>

<sup>153</sup> P. Scharre. “*Robotics on the battlefield: The coming swarm*”. (2014). Center for a New American Security (CNAS)

<sup>154</sup> *Ibid* pg 39.

<sup>155</sup> [https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/documented\\_briefings/2005/RAND\\_DB311.pdf](https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/documented_briefings/2005/RAND_DB311.pdf)

<sup>156</sup> UAS / UCAS / FPV – LM: Unmanned Aerial System / Unmanned Combat AS / First Person View – Loitering Munition

Algunos expertos afirman que este “conjunto”, de concretarse la optimización de su desarrollo y alcanzar un adecuado grado de madurez, podría ser considerado como un “Nuevo tipo de Arma de Destrucción Masiva (ADM)” de los tiempos futuros.<sup>157</sup> El video que se cita como referencia es una representación de ficción, pero que resultaría factible en escenarios de guerra en un futuro cercano.<sup>158</sup>

Podemos decir entonces que “Swarming” o “Autonomía Cooperativa”, como suelen denominarlo expertos e investigadores en el tema, se presenta como el nuevo escalón que los desarrollistas en el área de drones tienen por objetivo alcanzar.

Desde hace tiempo, los “enjambres” comenzaron a emplearse en aplicaciones civiles, como la agricultura o la respuesta en Emergencias & Catástrofes, pero también en exhibiciones conocidas como “Drone Light Shows”, existiendo importantes empresas dedicadas a este mercado del entretenimiento.<sup>159</sup>

Las ventajas de tener enjambres de sistemas autónomos para realizar tareas diversas, rápidamente llamó la atención también de los militares de muchos países, por su posibilidad de empleo en el ámbito de la defensa. Fue así que en las FFAA de EEUU, junto con el aporte de universidades que habían logrado avances tecnológicos en I&D de IA, se comenzó a trabajar en ello hace algunos años.

En Octubre del 2016 la *US Strategic Capabilities Office* empleó un aeronave F/A 18 para el lanzamiento de de 103 “*PERDIX drones*”<sup>160</sup> operando en enjambres. El Pentágono describió este experimento como: “*un organismo colectivo, compartiendo un cerebro distribuido para la toma de decisiones y adaptándose entre ellos, de la manera en que los grupos de seres vivos lo hacen en la naturaleza*”.<sup>161</sup>

El *Proyecto PERDIX* desarrollado por el *MIT Lincoln Laboratory* en 2013, está basado en un diseño también del MIT.<sup>162</sup> Consiste en mini-drones de 20 cm longitud, 30 cm envergadura alar, 290 g de peso y autonomía de 20 min, capaces de operar en enjambres. Su comportamiento no está preprogramado, sino que se basa en la sincronización de todos los individuos y de la capacidad de aprendizaje del conjunto.<sup>163</sup>

Como todos los *PERDIX* se comunican entre ellos, el enjambre no necesita disponer de un líder, por lo que las unidades se van adaptando al comportamiento del conjunto.<sup>164</sup> Se logró demostrar así,

FIGURA 22: ENJAMBRES DE DRONES. EMPLEO MASIVO DE UAS, CAPACES DE OPERAR SINCRONIZADAMENTE DENTRO DE UN ENJAMBRE (SWARM), INCORPORANDO ALGORITMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.



Fuente: Naval Technology

<sup>157</sup> “SWARM DRONES: A New Era in Modern Warfare Tactics”.

<sup>158</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=2LJWIAcqtAc>

<sup>159</sup> <https://lumasky.show/journal/what-is-a-drone-swarm/>

<sup>160</sup> <https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/Perdix%20Fact%20Sheet.pdf?ver=2017-01-09-101520-643>

<sup>161</sup> P. Scharre. “Army of none: autonomous weapons and the future of war”, (2018). W.W Norton Co Inc

<sup>162</sup> MIT. Massachusetts Institute of Technology.

<sup>163</sup> <https://www.inverse.com/article/26103-perdix-autonomous-drone-swarm>

<sup>164</sup> <https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/Perdix%20Fact%20Sheet.pdf?ver=2017-01-09-101520-643>

FIGURA 23: PROYECTO PERDIX DESARROLLADO POR EL MIT LINCOLN LABORATORY EN 2013. MINI-DRONES CAPACES DE OPERAR EN ENJAMBRES. SU COMPORTAMIENTO SE BASA EN LA SINCRONIZACIÓN ENTRE TODOS LOS INDIVIDUOS Y LA CAPACIDAD DE APRENDIZAJE DEL CONJUNTO.



Fuente: Beaverworks – MIT; inverse.com

que el enjambre podía adoptar formaciones para desplazarse en el campo de batalla, e ir cambiando sucesivamente las mismas de acuerdo a las nuevas situaciones planteadas.<sup>165</sup>

Dado el estado de avance favorable del desarrollo, el DoD EEUU reafirmó su confianza en el programa convirtiéndolo en un programa de interés, le asignó financiación e incorporó la participación del MIT.<sup>166</sup> PERDIX tuvo sucesivas mejoras, priorizando el empleo de componentes comerciales, impresión 3D, modernos sistemas de manufactura, sofisticados programas informáticos y cada vez más IA.<sup>167</sup>

Otro caso de interés es el mencionado por P. Scharre<sup>168</sup>, cuando hace algunos años el *Naval Postgraduate School (EEUU)*, comenzó a incursionar en el desarrollo en el ámbito académico, de experiencias y ensayos de “*Combates aéreos de enjambres de drones*”.<sup>169</sup>

En estos eventos, dos operadores conducen sus respectivos equipos “Rojo” y “Azul”. La función de los operadores humanos, consiste en pre-posicionar los drones en el espacio aéreo asignado para el combate, limitando la participación humana a la autorización de “*iniciar*” el combate y “*finalizar*” el mismo. Todas las acciones del combate aéreo individuales o de conjunto durante el tiempo que duraba la batalla, eran realizadas de manera completamente autónoma.

Estos ensayos, que podrían considerarse “*juegos de guerra*” inofensivos, son en realidad una valiosa herramienta de experimentación y demostración, acerca de las ventajas que proporciona una cantidad de unidades en el aire, moviéndose con velocidad, coordinadas en grupo, pero a la vez con autonomía individual para ejecutar diversas acciones, como en este caso en un escenario típico de “*Dog fight*”.<sup>170</sup>

Los “*Swarms*” constituyen una nueva y revolucionaria herramienta que, cuando esté disponible, resultará muy difícil de ignorar por las FFAA. Y si además, esos enjambres están equipados con sistemas letales, podrían llegar a resultar imprescindibles para intentar equilibrar las capacidades propias con las del adversario, que por su parte, también hará lo imposible por incorporarlas.

Pero tal vez la mayor ventaja que los “*Enjambres*” otorgan, es que una gran cantidad de UAS pueden ser *dirigidos por un solo operador*. Recordemos que en la guerra Ucrania – *Rusia*, uno de los

<sup>165</sup> <https://thebulletin.org/2021/04/meet-the-future-weapon-of-mass-destruction-the-drone-swarm/>

<sup>166</sup> MIT: Massachusetts Institute of Technology.

<sup>167</sup> <https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/Perdix%20Fact%20Sheet.pdf?ver=2017-01-09-101520-643>

<sup>168</sup> Paul Scharre. “Army of none: autonomous weapons and the future of war”.(2018) . W.W Norton Co Inc

<sup>169</sup> Ibid.

<sup>170</sup> Se suele denominar así al “Combate cercano o de corta distancia entre aeronaves, caracterizado por la velocidad de los movimientos y la gran maniobrabilidad”.

objetivos de las LAWS como el Lancet (Rusia) y los Switchblade (*Ucrania - USA*), se orientó a “neutralizar” a los operadores de UAS del enemigo, detectando su ubicación y atacándolos mientras están conectados al dron.

**Turquía y Enjambres de drones:** Mencionamos anteriormente el caso del empleo de FPV autónomos por parte de Turquía, con su sistema *STM Kargu-2*, el que según un informe de ONU había sido utilizado en Libia. Este sería el primer caso documentado de empleo de LAWS, de la categoría de los llamados “Slaughterbot” drones,<sup>171</sup> ejecutando misiones letales sin dirección ni supervisión humana.<sup>172</sup>

El Kargu-2 es un cuatrirotor de 6.8 kg de peso, carga explosiva 1.8kg, que desarrolla una velocidad de 140Km/h y dispone de una autonomía de 30 min.<sup>173</sup> Su fabricante lo comercializa como apto para su integración en misiones autónomas individuales o en enjambres.

En 2020 las FFAA de Turquía informaron una compra de 500 Kargu-2. La empresa turca *Defence Technologies Engineering & Trade (STM)* que los desarrolla y produce, comunicó asimismo que estaba trabajando con un proyecto de “Swarms”, que pudieran operar simultáneamente con un mínimo de 20 unidades, con objetivo de poder realizar misiones de ataque totalmente autónomas.

Actualmente el sistema Kargu-2 opera de manera semiautónoma, aunque en su configuración de LM, una vez que el dron se encuentra en su zona de “merodeo” asignada por el operador, puede realizar el proceso de búsqueda de objetivos y ataque de forma completamente autónoma.<sup>174</sup>

El desarrollo de la tecnología de “Swarming” en la que participa STM, forma parte de un programa de Turquía denominado “KERKES”, enfocado en el desarrollo de sistemas capaces de operar en ambientes de “GPS denegado”. Esto constituye hoy una de las amenazas más relevantes, que afectan la operatividad, eficiencia y supervivencia futura de las mayoría de los LAWS.<sup>175176</sup>

Ensayos relacionados con la letalidad de su carga explosiva, han mostrado que el Kargu - 2 puede batir eficazmente un área de 7m de diámetro, utilizando su carga explosiva de fragmentación.<sup>177</sup>

Obviamente, lo anterior puede parecernos un modesto efecto terminal, para la acción de un FPV individual. Sin embargo, imaginemos la capacidad de daño de un enjambre de 20 Kargu, atacando simultáneamente una posición defensiva, una columna de vehículos o un aeródromo con

FIGURA 24: KARGU - 2 (TURQUÍA). PUEDE VERSE LA CABEZA DE GUERRA EN LA PARTE CENTRAL SUPERIOR



Fuente: STM

171 “Slaughterbot”: Drone de matanza / asesinato. Es el término usualmente utilizado por las organizaciones que reclaman por la prohibición de LAWS.

172 <https://spectrum.ieee.org/lethal-autonomous-weapons-exist-they-must-be-banned/>

173 <https://www.stm.com.tr/en/kargu-autonomous-tactical-multi-rotor-attack-uav>

174 <https://www.twz.com/34204/turkey-now-has-a-swarming-quadcopter-suicide-drone-that-it-could-export>

175 Ibid.

176 <https://youtu.be/3d28APfwSI>

177 Se comercializa con tres tipos de carga letal: Explosiva de Fragmentación; Termobárica “Air burst”; Carga hueca para empleo contra vehículos ligeramente blindados.

aeronaves en pista, con un grado de precisión individual, que supera con creces a los proyectiles de artillería convencionales o los simples cohetes balísticos.

Esto nos permite entender que estamos ante un desarrollo con enormes posibilidades de crecimiento, con gran interés por parte de muchos potenciales usuarios y con un “nicho” de mercado muy interesante, a la luz de los resultados obtenidos con LM/FPV en los últimos conflictos.

FIGURA 25: KARGU - 2 Y ENJAMBRES (SWARMS) DE DRONES KAMIKAZE



Fuente: STM

### CHINA - Drones divisibles para conformar “Enjambres”.

China ha informado sobre los avances en el desarrollo de un tipo de *dron cuatrirotor modular y divisible*, cuyos componentes se separan en pleno vuelo (*Splittable*), formando drones más pequeños e independientes, capaces de cumplir a su vez misiones individuales o como parte de un enjambre.<sup>178</sup>

Los responsables del I&D de este programa, que lleva años de investigación son los ingenieros del *Nanjing University of Aeronautics and Astronautics*, quienes afirman que el concepto funcional para optimizar la performance de vuelo de los componentes del sistema, fue “inspirado en el comportamiento de las semillas de árbol de roble”.<sup>179</sup>

Este nuevo e ingenioso sistema, en el que el “*Drone base*” puede dividirse en 2 a 6 mini UAS mono-rotor, permiten saturar rápidamente el espacio aéreo con numerosos “*mini enjambres*”. La característica fundamental es que cada unidad puede operar de manera individual o dentro de las misiones asignadas al “*enjambre*”, tales como reconocimiento, vigilancia y seguimiento de objetivos e incluso de ataque.<sup>180</sup>

El trabajo publicado en *Acta Aeronautica et Astronautica Sinica Journal*, afirma que “*el equipo ha superado el desafío del diseño de una combinación de drones, que prácticamente duplica la eficiencia de vuelo de un multirrotor unitario de similares dimensiones y peso*”.<sup>181</sup> Explican además, que cuando los drones individuales vuelan reunidos, pueden alcanzar mayor velocidad y distancia que el cuatrirrotor principal.<sup>182</sup>

Si los avances alcanzados en el programa son reales y verificables, este tipo de sistema podría significar un *nuevo concepto en el empleo de drones y enjambres*, por su capacidad para saturar el espacio aéreo generando confusión en los sistemas “*Contra-UAS*” (CUAS) y de Def Ae del enemigo.<sup>183</sup>

178 [https://www.scmp.com/news/china/science/article/3255809/chinese-scientists-create-swarming-drones-can-rapidly-multiply-mid-air-create-tactical-shock?module=top\\_story&pgtype=homepage](https://www.scmp.com/news/china/science/article/3255809/chinese-scientists-create-swarming-drones-can-rapidly-multiply-mid-air-create-tactical-shock?module=top_story&pgtype=homepage)

179 <https://interestingengineering.com/innovation/china-maple-seed-inspired-splittable-drone?dicbo=v2-YQ4nv6F>

180 [https://www.scmp.com/news/china/science/article/3255809/chinese-scientists-create-swarming-drones-can-rapidly-multiply-mid-air-create-tactical-shock?module=top\\_story&pgtype=homepage](https://www.scmp.com/news/china/science/article/3255809/chinese-scientists-create-swarming-drones-can-rapidly-multiply-mid-air-create-tactical-shock?module=top_story&pgtype=homepage)

181 *Ibid.*

182 <https://medium.com/the-pub/are-transformer-drones-the-future-b51cfe8efa9f>

183 <https://interestingengineering.com/innovation/china-maple-seed-inspired-splittable-drone?dicbo=v2-YQ4nv6F>

FIGURA 26: DRONES DIVISIBLES (SPLITTABLE), DRONES MODULARES Y DIVISIBLES EN MINI- DRONES QUE PUEDEN OPERAR EN CONJUNTO O EN MISIONES INDIVIDUALES



Fuente: medium.com

**Reino Unido de Gran Bretaña (RUGB):** *Bloomberg* publicó recientemente que RUGB está trabajando con países aliados, para proporcionar a Ucrania miles de nuevos *drones con IA*.<sup>184</sup> Expertos en el desarrollo de estas tecnologías, creen que empleados en enjambres, permitirán a Ucrania saturar objetivos rusos, mediante ataques masivos con UAS. Aunque estos drones no sustituirán la necesidad de proyectiles de artillería, podrían contribuir a mitigar la escasez de municiones y saturar al enemigo con acciones de ataque desde todas las direcciones.

El Alte Rob Bauer del Comité Militar de la NATO, comentó a *Bloomberg*: “que el uso de drones por Ucrania en combinación con la IA, podría llegar a ser más efectivo que los fuegos de artillería”. Y agregó: “Los países bus-

*can desarrollar enjambres de drones. También buscan incorporar IA para mejorar las prestaciones de drones y cámaras de video baratas, para convertirlas en sistemas más conectados entre sí por software. Es una carrera de nunca acabar contra Rusia, para desarrollar tecnologías cada vez más avanzadas*”.<sup>185</sup>

Este esfuerzo de **RUGB**, se suma a la denominada “*Coalition of drones*” promovida por **Letonia** (Latvia) a principios del 2024, a la cual se incorporaron Suecia y Países Bajos. Una Coalición que tiene como objetivo proveer a las FFAA de Ucrania, con un gran número de drones para diversos propósitos. El Programa incluye la asistencia de equipamiento militar por un monto de US\$ 250 millones.<sup>186</sup> Es muy factible que en estos programas de asistencia, se esté avanzando también en “*enjambres*” de drones militares con IA.

Por lo que expuesto en los párrafos anteriores, estamos ante una nueva posibilidad de conformar “*Enjambres de LAWS*”. Esto abre el camino para una nueva categoría de armas, con capacidad letal y autonomía, pero que pueden emplearse en ataques masivos.

Volvemos entonces a formularnos una pregunta. que desde hace años se realizan los expertos en el área, y también los detractores del empleo de LAWS en los conflictos armados.

**¿Podemos considerar el empleo de Enjambres de Drones como Armas de Destrucción Masiva (ADM)?.**

<sup>184</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-02-17/us-uk-may-arm-ukraine-with-ai-enabled-drones-to-target-russian-positions>

<sup>185</sup> <https://mil.in.ua>

<sup>186</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-02-17/us-uk-may-arm-ukraine-with-ai-enabled-drones-to-target-russian-positions>

Planteado en esos términos, tal vez puede parecernos algo exagerado. Solemos definir a las ADM, como las grandes y devastadoras Armas QBRN,<sup>187</sup> capaces de causar daños masivos y muerte en forma indiscriminada. Sabemos además, que existen todavía importantes barreras de conocimiento y de recursos, que dificultan aún hoy acceder a los insumos, tecnología e infraestructura, necesarias para poder desarrollar y disponer de un ADM de gran poder para su uso.

Pero considerando a los “*Enjambres de LAWS*”, en una escala menor de gravedad por sus efectos destructivos, resulta razonable que esta combinación de “*Drones + IA + Swarming*”, genere también preocupación a nivel global. La misma está fundamentada en la relativa facilidad con la que estas armas podrían estar disponibles, no solo para FFAA sino además por elementos irregulares, terrorismo, etc.

En un mundo globalizado, con extraordinaria conectividad y capacidades para el intercambio de información, accesibilidad a los componentes críticos y drones comerciales, el desarrollo de estos revolucionarios ingenios es algo que presenta un riesgo potencial.

Tengamos en cuenta que, como ya mencionamos antes, en el año 2014 estudiantes del MIT desarrollaron en el ámbito académico el *programa PERDIX*, empleando componentes totalmente comerciales. Y en infinidad de países hay jóvenes talentosos y prestigiosas universidades, en capacidad de incursionar en proyectos en el área de “*Swarms*”. Y si la tecnología de “*Enjambres de drones*” resulta accesible para el ámbito universitario, podemos afirmar entonces que el *Riesgo de Proliferación* podría ser algo inevitable.

Hemos visto como en muchos países se estimula, financia y avanza de manera reservada, en el desarrollo de programas de drones de uso militar y su empleo en enjambres. Potencias globales y también otros países, desarrollan el concepto de “*Swarming*”, con proyectos cada vez más innovadores y un mercado potencial que se presenta como muy promisorio. Y si en teoría, los enjambres pueden llegar a tener cientos de drones, operando en misiones de ataque masivo o selectivo, resistiendo las medidas de GE y cinéticas de forma tal que los sistemas Def Ae y C-UAS resulten superados por un ataque de este tipo, entonces ***¿Porque no considerarlas también Armas de Destrucción Masiva?***

Si los Enjambres son capaces de ejecutar *acciones coordinadas pero con misiones de ataque final selectivas*, son relativamente económicos de fabricar, la mayoría de los componentes son de uso comercial, no se requiere de una capacidad industrial extraordinaria, el Know-How para el desarrollo de programas podría estar disponible en el ámbito académico, pueden ser adquiridas o desarrolladas por organizaciones terroristas, irregulares, etc. ***¿Porque no considerarlas también Armas de Destrucción Masiva?***

El efecto potencial de los “*Enjambres de drones*”, es otro gran desafío que se agrega a los que tienen los sistemas de Def Ae Terrestre y Naval, para hacer frente a ataques de aeronaves y masivos de misiles, drones FPV / LM. Ni siquiera los más modernos sistemas de Def Ae existentes, tienen la capacidad de hacer frente a todo ello, atacando de manera simultánea. Si a esto le agregamos las mejoras aplicadas en los últimos años a los UAS, en todo lo relacionado con IA, CME y resistencia al “*Jamming*”, entonces la infraestructura de Def Ae disponible en la mayoría de los países se enfrenta a un severo desafío.

En esta condición, ¿Cómo se defendería la población civil de un país, que está siendo objetivo de ataque con enjambres de miles de drones, en acciones combinadas con otros sistemas aéreos de ataque como cohetes o misiles?. ***¿Porque no considerarlas también Armas de Destrucción Masiva?***

187 QBRN: Química- Biológica – Radiológica - Nuclear

Otro aspecto que los expertos destacan y cuestionan, es lo que podría suceder si en la comunicación entre los drones del enjambre ocurre un error. La interrelación entre los individuos realimenta el funcionamiento individual y de conjunto, de forma tal que un error podría propagarse indefinidamente y eventualmente causar un resultado catastrófico. Esos errores emergentes pueden dar lugar a su vez a "comportamientos emergentes del conjunto", al compartir información incorrecta que dé lugar entonces a un error colectivo.<sup>188</sup>

Además, no podemos ignorar la posibilidad que estos ingenios masivos, sean utilizados como eventuales herramientas, incluso rudimentarias, de dispersión de agentes QBRN, con la finalidad de generar terror. Y aunque esto pueda parecer algo más cercano a "escenarios distópicos" propios de la ciencia ficción, muchos expertos en la materia hace tiempo las mencionan la  fusión acelerada de "Drones + IA + Enjambres", como potenciales nuevas amenazas en el ámbito de la Def / Seg.

En resumen, las tecnologías para obtener armas autónomas están hoy disponibles globalmente. Y tal vez los únicos componentes críticos que se requieren, además del conocimiento y "know-how" específico, necesarios para transformar una plataforma semiautónoma en un arma totalmente autónoma, que pueda además "operar en enjambres", sea incorporarle IA y software adecuado.

Y esto parecería "estar cada vez más al alcance de la mano".

### **Armas centinela robóticas (Robot Sentry Weapons).**

Las armas incluidas dentro de la categoría de **ROBOT SENTRY WEAPONS** (*Armas Centinela Robóticas*),<sup>189</sup> consisten básicamente en torretas de armas autónomas que sin intervención humana, pueden detectar, identificar, seguir, adquirir y neutralizar objetivos, mediante algún patrón de reconocimiento específico de blancos, aptos y convenientes para neutralizar. Pueden ser utilizadas como armas estacionarias, pero también instaladas en torretas de vehículos terrestres o plataformas navales.

Las del tipo de "Combate cercano" (*CIWS – Close In Weapon System*) normalmente emplean armas con cartuchos de pequeño calibre (*Por lo general inferiores al 12.7mm / .50 BMG*)<sup>190</sup> y su misión es básicamente anti-personal y contra vehículos ligeramente blindados. El caso tal vez más conocido de CIWS es el destinado a misiones de la Def Ae cercana, en servicio desde hace años y que operan en plataformas navales militares de muchos países.<sup>191</sup> Ya en 2016, se tenía conocimiento que las FFAA que operaban estos sistemas, disponían de cierto grado de capacidad "Full Autonomy" es sus CIWS.<sup>192</sup>

En esta parte del trabajo mencionaremos las "Robots Sentry Weapons" de uso terrestre y estáticas.

**Israel y Corea del Sur**, son los principales países que las desarrollan, producen y operan de manera terrestre en zonas y sectores específicos de su territorio, integrándolas como parte de su sistema de alerta y defensivo.

Ambos países avanzaron en el desarrollo de este tipo de sistemas, para satisfacer necesidades de seguridad y vigilancia en zonas de frontera conflictivas con países vecinos. *Israel* las instaló en la frontera con la Franja de Gaza y el Líbano. Por su parte, *Corea del Sur* las tiene operativas en la Zona Desmilitarizada (DMZ) con Corea del Norte (NK).

<sup>188</sup> <https://thebulletin.org/2021/04/meet-the-future-weapon-of-mass-destruction-the-drone-swarm/>

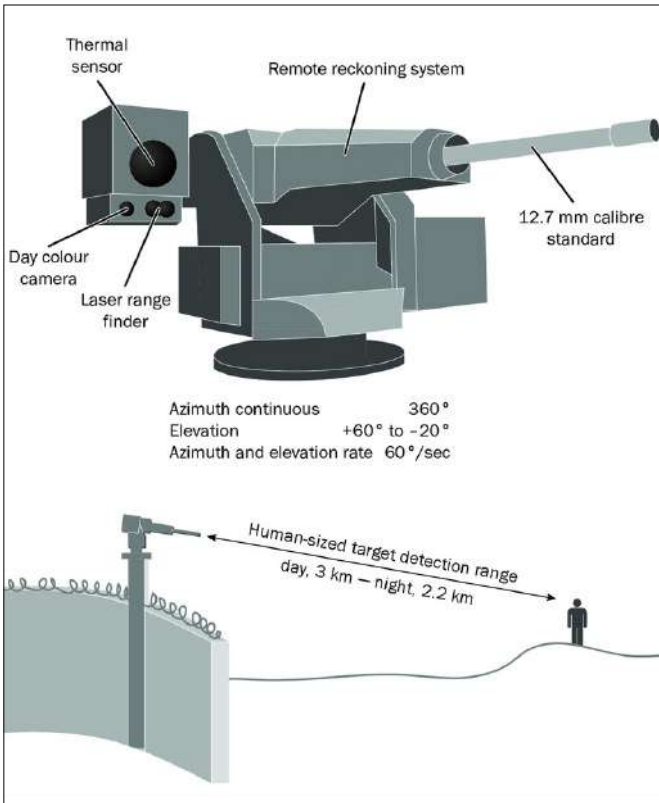
<sup>189</sup> Boulanin, V. and Verbruggen, M., Mapping the Development of Autonomy in Weapon Systems (SIPRI: Stockholm, Nov. 2017)

<sup>190</sup> .50 BMG. Cartucho calibre .50 Browning Machine Gun.

<sup>191</sup> <https://youtu.be/MYJ2KKn16kA>

<sup>192</sup> <https://www.amacad.org/publication/ethics-morality-robotic-warfare-assessing-debate-over-autonomous-weapons>

FIGURA 27: ROBOT SENTRY WEAPONS (ARMAS CENTINELA ROBÓTICAS)



Fuente: Researchgate

En un informe de SIPRI (2018) se identificaron 3 modelos en servicio: **DoODAAM Super aEgis II** (Corea Sur);<sup>193</sup> Samsung **SGR-A1** (Corea Sur);<sup>194</sup> **SENTRY Tech** (Israel).

La **Super aEgis II** que fue presentada en 2010, está equipada con una ametralladora calibre 12.7mm, los cartuchos son alimentados por cinta metálica y tiene un alcance de máximo de 4.000m.

En la Zona Desmilitarizada de su frontera con NK, Corea del Sur instaló estos sistemas estacionarios en puestos de vigilancia. Los mismos dispondrían de la capacidad para hacer fuego de manera autónoma, cuando sus sensores infrarrojos (IR) e imagen térmica, detectan la “firma” propia de seres vivos. La detección y reconocimiento de los objetivos, se complementa además con radares, imagen satelital de la zona y otro tipo de sensores.

Consultado por la prensa, el Ing Park de la compañía DoO-

DAM expresó: “La versión original de Super aEgis II era “completamente autónoma”. Pero la mayoría de nuestros clientes tienen inquietudes acerca de la seguridad y los riesgos que la autonomía total implican, por lo que prefieren que el sistema sea entregado en su versión con supervisión humana”.<sup>195</sup> Y asimismo agregó: “El próximo paso para nosotros es el desarrollo e implementación de un software con IA, que permita al componente de reconocimiento del sistema de control, discernir si el objetivo es amigo - enemigo – civil – militar”.<sup>196</sup>

Lo expresado indicaría que, en el caso que al cliente le interese incorporar la opción “Full autonomy”, la empresa estaría en condiciones de comercializar un producto incluido dentro de la categoría de “Armas totalmente autónomas”, que son hoy las severamente cuestionados.

Frente a la crítica a este tipo de LAWS, los desarrollistas y defensores de los productos, afirman que se trata de *sistemas netamente defensivos*, instalados en zonas donde está prohibido el desplazamiento de civiles, por lo que cualquier presencia humana en la zona, *es considerada amenaza*. Por lo tanto, cumplidas las etapas y condiciones necesarias de: ubicación, identificación y confirmación

193 (PDF) Mapping the development of autonomy in weapon systems (researchgate.net)

194 Programa actualmente discontinuado.

195 Killer robots: The soldiers that never sleep (bbc.com)

196 Idem anterior

de la “amenaza objetivo”, el sistema estaría autorizado para hacer fuego en forma completamente autónoma.

Por su parte, *los detractores de LAWS*, argumentan que puede darse el caso en zonas de frontera, que quienes intenten cruzar las mismas sean civiles inocentes, que solo tratan de huir por diversas razones (políticas, religiosas, etc), con lo cual existen grandes posibilidades de causar bajas “no militares”.

FIGURA 28: D00DAAM SUPER AEGIS II (COREA SUR), TIENE UN ALCANCE DE 4.000M Y UNA PODEROSA AMETRALLADORA CAPAZ DE NEUTRALIZAR VEHÍCULOS LIVIANOS



Fuente: Simon Parkin - bbc.com

Relacionado con ello, en un artículo de BBC News (2015), que hacía mención a la comercialización en Corea del Sur de este tipo de armas autónomas estacionarias, el autor preguntaba: “De qué manera se enseña a los robots, cuales son las Reglas de Empeñamiento (ROE)<sup>197</sup> y cómo aplicarlas en cada caso?”.<sup>198</sup>

No obstante los cuestionamientos, el sistema *Super aEgis II* tuvo gran aceptación y ha sido vendido a países del Medio Oriente, incluyendo a bases aéreas en Emiratos Árabes Unidos, al Emirato de Abu Dhabi, a Qatar y a otros clientes no especificados. Las instalaciones a defender son principalmente los aeropuertos, infraestructura crítica de servicios, zonas fronterizas conflictivas y bases militares.<sup>199</sup>

En el caso de **ISRAEL**, es conocido el nivel de capacidades desarrolladas por este país en el área de Sistemas Autónomos. En las fronteras con la Franja de Gaza y el Líbano, desde hace años existe un sofisticado esquema de vigilancia y defensivo en estado operacional y mejorado sucesivamente.

El mismo está compuesto por torres de vigilancia a lo largo de la extensa frontera. Estos puestos están armados con Sistemas SENTRY Tech, instalados en módulos SAMSON WRS,<sup>200</sup> equipados con ametralladoras medianas (7.62mm) y pesadas (.50 BMG). Estas torres se encuentran ubicadas a intervalos de cientos de metros y un solo operador puede monitorear simultáneamente varias de ellas.<sup>201</sup>

Lo anterior se complementa con barreras físicas, radares, sensores IR y acústicos, drones. Todo esto interconectado y soportado por una moderna red de comunicaciones, presencia humana y fundamentalmente, fracciones militares de “empleo rápido” como reserva.

Cada estación remota está conectada mediante fibra óptica a un centro de C & C, constituyéndose en un “Centinela – robotico” que otorga al esquema defensivo, la capacidad de batir blancos hasta

<sup>197</sup> ROE: Rules of Engagement.

<sup>198</sup> Killer robots: The soldiers that never sleep (bbc.com)

<sup>199</sup> Ibid.

<sup>200</sup> WRS: Weapons Remote Station.

<sup>201</sup> <https://www.wired.com/2007/06/for-years-and-/>

1500m dentro de la zona “No – Go”.<sup>202</sup> Además, algunas torres del sistema tienen la capacidad de operar Armas Atan como los misiles Spike-LR o el LAHAT, capaces de batir blancos vehiculares a mayores distancias.

El esquema de alerta temprana para hacer frente a amenazas mayores dentro del el espacio aéreo, se complementa con los reconocidos sistemas de Def Ae & Mis IRON DOME y DAVID SLING.

FIGURA 29: SENTRY TECH EN SISTEMA DE VIGILANCIA FRONTERIZO. (ISRAEL). SISTEMA DE TORRES DE VIGILANCIA “SABRAS” CON ARMAS AUTOMÁTICAS OPERADAS REMOTAMENTE



Fuente: wired.com

No obstante lo mencionado, en los ataques del grupo terrorista HAMAS del 07Oct23 sobre poblados e instalaciones militares de Israel, el sofisticado esquema defensivo fue sorprendido y superado por un ataque masivo y muy veloz, en el que Hamas empleó escasos o rudimentarios medios tecnológicos, priorizando los efectos de la sorpresa, la “masa”, la rapidez y la violencia extrema en la acción.

Tal vez una lección aprendida de ese ataque, es que sobrevalorar la tecnología propia y

dejar la capacidad de reacción solo en las manos de barreras físicas, avanzados sensores y sistemas autónomos, puede llegar a resultar insuficiente. Especialmente cuando se enfrenta a un enemigo, como en este caso terrorista, que con escasa tecnología pero con gran conocimiento del terreno y la infraestructura defensiva existente, implementa tácticas de ataque sobre puntos vulnerables, aislando los componentes del perímetro defensivo, saturando así la capacidad de reacción de los sistemas más sofisticados.

Otra lección aprendida además, es que en todos los casos y situaciones, sigue resultando crítico “asegurar la presencia del componente humano”, como una parte central de las acciones propias de la guerra.

Como expresara el Jefe Estado Mayor US Air Force GR David Allvin: *“El Futuro de la guerra será siempre con la presencia del Equipo Hombre-Máquina”*.<sup>203</sup>

### Asistencia a la puntería y disparo del combatiente individual

El desarrollo de *“Sistemas de asistencia a la puntería y disparo del combatiente individual”*, es un objetivo deseado por los ejércitos más avanzados del mundo. Fueron muchos los países que desde inicios del Siglo XXI, en el marco de sus respectivos programas *“Soldado del Futuro”*, los han implementado y evaluado, habiendo alcanzando a la fecha resultados parciales y progresivos, en general solo ensayados a escala de prototipos funcionales.

La necesidad de componentes muy sofisticados, aún no disponibles en la industria al inicio de los proyectos citados, debido a las severas exigencias y requerimientos que se imponen a los componentes de uso militar, generaron retrasos en los más ambiciosos programas.

<sup>202</sup> Ibid.

<sup>203</sup> <https://breakingdefense.com/2024/02/lessons-from-ukraine-and-israel-on-how-america-should-approach-new-tech/>

Lograr optimizar el proceso que debe realizar el Combatiente Individual, de “*identificación – adquisición – neutralización*” de un blanco, siendo asistido por sistemas óptoelectrónicos incorporados a su armamento de dotación, fue normalmente el primer objetivo de estos desarrollos.

Mayores capacidades a incorporar en el fusil o la ametralladora, tienen como contrapartida, *incrementos sensibles en el peso* del sistema. Esto impacta asimismo en la carga total de equipamiento individual del soldado, a lo que se suma una creciente *demanda de energía disponible* (En forma de baterías). Por otra parte, se trata por lo general de voluminosos equipos, que suelen *comprometer la ergonomía* del sistema, su transporte, afectando además la movilidad del soldado a pie. En muchos casos, por tratarse de equipamiento de gran costo y que requiere un cierto grado de especialización, su uso se ha limitado a determinados elementos de FFEE y para misiones específicas.

En síntesis, es aceptado que aún no se ha llegado en éste área, a un “*Estado del arte*” suficientemente evolucionado como para que sea posible ni conveniente su provisión a elementos orgánicos de las fuerzas.

De todas maneras, existen algunos sistemas con un grado aceptable de desarrollo y que ya están siendo evaluados en escenarios de combate en los conflictos en curso.

A continuación mencionamos algunos de ellos.

### Assault rifle combat application system (ARCAS)

El desarrollo lo lleva adelante la empresa Israelí **ELBIT Systems**.

ELBIT lo presenta como “*un único sistema de plataforma computarizada para armas de asalto, diseñado para el soldado individual del futuro. ARCAS, provee una amplia gama de capacidades avanzadas para mejorar la letalidad, la supervivencia y optimizar la conciencia situacional del individuo, al mantener la conexión con diferentes aplicaciones, redes de reconocimiento y sistemas de gestión de combate*”.<sup>204</sup>

Con un diseño flexible y la posibilidad de adoptar diferentes configuraciones, **ARCAS** transforma un fusil de asalto convencional en un “*arma inteligente*”, ofreciendo diferentes opciones de configuración que permiten utilizar dispositivos de mira con visión térmica o electro-óptica.

Esto otorga al soldado extraordinarias capacidades tales como la búsqueda y localización de francotiradores enemigos, gracias a sus sistemas asistidos por software de IA, que permiten detectar movimientos hasta 600m, o identificar objetivos discriminando “*amigo – enemigo*” hasta unos 100m.<sup>205</sup>

FIGURA 30: ASSAULT RIFLE COMBAT APPLICATION SYSTEM (ARCAS) – ISRAEL



Fuente: Elbit System

<sup>204</sup> <https://elbitsystems.com/product/arcas/>

<sup>205</sup> Ibid.

ARCAS está diseñado para transmitir datos a través del sistema optoelectrónico de puntería del arma. Las imágenes del sistema óptico se envían directamente al ocular de operador y se muestran en una interfaz de usuario avanzada con tecnologías de visualización digital, lo que brinda al soldado nuevas opciones de puntería y disparo. Puede realizar la puntería tradicional desde el hombro o bien apuntar desde monocular en el casco, con el arma desde la cadera. Eso le permite además, ejecutar el tiro desde posiciones fuera de la línea de mira, en ángulo o en esquinas.

FIGURA 31: ARCAS – MODOS DE PUNTERÍA Y DISPARO

(IZQ: PUNTERÍA TRADICIONAL DESDE HOMBRO. DER: ARMA EN LA CADERA Y PUNTERÍA MEDIANTE MONOCULAR)



Fuente: Elbit System

Ofrece asimismo capacidades operacionales que no existen en otras armas individuales de asalto, tales como: Reconocimiento automático de blancos – Detección de movimientos en el sector – Navegación inteligente – Estimación de distancias – Corrección balística.<sup>206</sup>

El sistema incorpora sensores avanzados, software de IA y capacidades de Realidad Aumentada (AR). Además, por su arquitectura abierta, modular y flexible, se pueden desarrollar otras aplicaciones y la integración con nuevas soluciones, que vayan surgiendo a requerimiento del usuario / cliente. La vocera de ELBIT Systems, Anna Ahronheim-Cohen, expresó que el sistema ya ha sido testeado por los soldados de infantería de las FDI en escenarios de combate reales.<sup>207</sup>

### Smash (SMARTSHOOTER)

Otros sistemas de interés, son los desarrollados por la empresa israelí SMARTSHOOTER, que abarca no solamente productos para la asistencia a la puntería del soldado individual, sino además módulos que se acoplan al armamento portátil del soldado y permiten neutralizar pequeños UAS de vuelo a baja altura.<sup>208</sup>

La VISION de la compañía SMARTSHOOTER es: “Revolucionar el mundo de las armas livianas y los sistemas ópticos, para permitir que cada tirador pueda batir sus blancos, formando parte de una inteligente, precisa e interconectada unidad”.<sup>209</sup> Según la publicación FORBES, “desde 2011 está compañía ha estado trabajando en el desarrollo de innovadores sistemas de control del disparo, que incrementan significativamente la precisión y letalidad de las armas livianas”.

<sup>206</sup> Ibid.

<sup>207</sup> <https://elbitsystems.com/product/arcas/>

<sup>208</sup> <https://www.smart-shooter.com/>

<sup>209</sup> <https://www.smart-shooter.com/about-smart-shooter/>

SMARTSHOOTER desarrolla productos que incorporan lo más avanzado del “Estado del Arte” en lo relacionado con Sistemas de Control de Puntería y Disparo de armas portátiles. Los mismos son modulares y adaptables a diferentes fusiles y ametralladoras, incrementando la precisión y letalidad de las armas, para neutralizar blancos fijos y móviles, tanto en tierra como en el aire, de día y de noche.

La principal línea de productos se denomina SMASH, y la empresa los promociona como sistemas con precisión “One Shot – One Hit”<sup>210</sup>. Estos incorporan IA, Visión Computarizada y tecnologías de Machine Learning (ML). Diferentes armas portátiles equipadas con SMASH han sido probadas en combate.<sup>211</sup>

FIGURA 32: SMART SHOOTER – SMASH 2000



Fuente: Smartshooter

El sistema permite además, interconectarse con otras armas y recursos operacionales cercanos, para conformar una “mini red táctica”, que mejora la conciencia situacional en tiempo real del soldado y de la pequeña fracción empeñada en combate.

FIGURA 33: EL SISTEMA SMASH PROVEE CONECTIVIDAD EN EL NIVEL TÁCTICO



Fuente: Smartshooter

El sistema SMASH también puede ser configurado para su empleo contra UAS (C-UAS). El sitio especializado JANE’s, informó el 11jul24 que el Ejército Británico adquirió estos equipos para su empleo en la neutralización de pequeños UAS, como parte de las capacidades del combatiente individual.<sup>212</sup>

<sup>210</sup> “One Shot – One Hit”: Expresión que se refiere a “Por cada disparo, un blanco batido”.

<sup>211</sup> <https://www.smart-shooter.com/about-smart-shooter/>

<sup>212</sup> <https://www.janes.com/osint-insights/defence-news/air/uk-procures-smash-c-uas-fire-control-system>

En el sitio web de la empresa *SMARTSHOOTER*, menciona que el sistema puede incorporarse también a ametralladoras livianas *operadas remotamente*.

Relacionado con lo anterior y según lo expresado en el artículo del *MIT Technology Review*<sup>213</sup>, sistemas de estas características podrían haber sido utilizados el 27Nov20, para atacar al científico nuclear iraní *Mohsen Fakhrizadeh*, considerado “padre del Programa Nuclear” de ese país. Irán acusó al gobierno de Israel por la ejecución de esta operación.

De acuerdo a un informe del New York Times,<sup>214</sup> el arma utilizada habría sido una ametralladora FN MAG 7.62mm modificada y montada sobre un dispositivo robótico dentro de un vehículo. El sistema habría sido controlado de manera satelital y asistido por tecnologías de IA para la puntería y el disparo, aplicando las correcciones necesarias para compensar errores propios del control a distancia (satélite), del retroceso del arma y del movimiento propio del objetivo. El dispositivo con el arma, se encontraba oculto en el compartimiento de carga de un vehículo tipo “Van”, estacionado al costado del camino por el que pasaría el objetivo.<sup>215</sup> Todo el seguimiento previo del blanco y de la acción, habría sido monitoreado en tiempo real por una red de sensores aéreos.

Este suceso es considerado como *el primer empleo de este tipo de armas de alta tecnología*, incluyendo un arma automática convencional capaz de disparar proyectiles de fusil en alta cadencia (*más de 600dpm*), un módulo computarizado de puntería y disparo, múltiples sensores y cámaras, todo ello *“asistido por IA y operado vía satélite”* desde una posición remota a más de 1.000 km de distancia.

El reporte dado por la *Guardia Revolucionaria de Irán*, confirmaba que: *“el ataque fue realizado por una ametralladora controlada remotamente y conectada mediante enlace satelital, empleando Inteligencia Artificial para asistir la operación”*.<sup>216</sup>

De esta manera, *Armas Portátiles Robóticas* se incorporan al arsenal de UGCS<sup>217</sup> de empleo militar y en las operaciones especiales. Se diferencian con los UAS, que estos “Robot- ametralladora” pueden mimetizarse más en el terreno y su localización previa resulta muy dificultosa. Estas cualidades y capacidades, podrían *cambiar el escenario futuro de las operaciones especiales* relacionadas con la seguridad y el espionaje.<sup>218</sup>

Para finalizar este apartado, nos pareció de interés mencionar también, el desarrollo de los llamados “Robot Dogs” que entran en la categoría de los *Q-UGV (Quadruped- Unmanned Ground Vehicle)*. Aún en etapa de evalua-

FIGURA 34: UN SOLDADO DEL EJÉRCITO BRITÁNICO DE LA 16A BRIGADA DE ASALTO MUESTRA UN SISTEMA SMASH C-UAS MONTADO SOBRE UN FUSIL DE ASALTO L85 A3



Fuente: Janes

<sup>213</sup> <https://www.technologyreview.com/2023/08/16/1077386/war-machines/>

<sup>214</sup> <https://www.nytimes.com/2021/09/18/world/middleeast/iran-nuclear-fakhrizadeh-assassination-israel.html>

<sup>215</sup> <https://www.timesofisrael.com/mossad-killed-irans-top-nuke-scientist-with-remote-operated-machine-gun-nyt/>

<sup>216</sup> <https://www.nytimes.com/2021/09/18/world/middleeast/iran-nuclear-fakhrizadeh-assassination-israel.html>

<sup>217</sup> UGCS (Unmanned Ground Combat System)

<sup>218</sup> <https://www.nytimes.com/2021/09/18/world/middleeast/iran-nuclear-fakhrizadeh-assassination-israel.html>

ción, el *US Marine Forces Special Operations Command (MARSOC)* lleva adelante este proyecto, de una nueva generación de sistemas autónomos terrestres.

Varias empresas intervienen en el programa, destacándose ***Ghost Robotics***<sup>219</sup> que desarrolla la plataforma Q-UGV, mientras que Onyx Industries es responsable del módulo RWS (*Remote Weapons Station*) que portará el arma correspondiente.<sup>220</sup>

FIGURA 35: GHOST ROBOTICS' Q-UGV DURANTE UN ENSAYO REALIZADO EN NELLIS AIR FORCE BASE. (USAF)



Fuente: twz.com

Estos sistemas altamente modulares, además de operar los componentes necesarios para ejecutar misiones de vigilancia, alerta y reconocimiento, pueden ser equipados con armas portátiles de gran precisión, como fusiles especiales, ametralladoras y eventualmente lanzagranadas de 40mm.

El componente del sistema de armas, se basa en un desarrollo de **Onyx**, el **SENTRY Remote Weapon Station (RWS)**, que dispone de un sistema digitalizado de visión e imágenes, asistido por IA, que permite su operación de manera remota desde grandes distancias.

Tanto MARSOC como las compañías que intervienen, han aclarado que se mantiene el control "*Human – in the – Loop*", para las decisiones de fuego, tal como lo establecen las Directivas vigentes del US DoD.<sup>221</sup>

Estos prototipos de "*Robot dogs*", en su versión "*sin armas*", están siendo ensayados también para su empleo en tareas de vigilancia, en algunas bases aéreas de la USAF.<sup>222</sup>

### A modo de resumen de sistemas de armas autónomas letales (LAWS)

Como hemos visto, el empleo de LAWS muestra una tendencia creciente y nos permite afirmar, que estos sistemas autónomos estarán cada vez más presentes en futuros conflictos.

Los *Sistemas Autónomos Aéreos de Combate* (UCAS / LM / FPV) se han consolidado de una manera tal, que en el conflicto Ucrania / Rusia, se cita la producción de miles de unidades mensuales de todo tipo en ambos países, para asistir las crecientes necesidades del frente de batalla.

Y *prevalecen los del tipo FPV de bajo costo*, lanzados en ataques masivos para saturar los sistemas defensivos, hostigar fuerzas en desplazamiento y atacar objetivos de infraestructura crítica. Y todas

<sup>219</sup> <https://www.ghostrobotics.io/>

<sup>220</sup> <https://www.twz.com/sea/rifle-armed-robot-dogs-now-being-tested-by-marine-special-operators>

<sup>221</sup> [https://arstechnica.com/gadgets/2024/05/robot-dogs-armed-with-ai-targeting-rifles-undergo-us-marines-special-ops-evaluation/?utm\\_source=join1440&utm\\_medium=email&utm\\_placement=newsletter](https://arstechnica.com/gadgets/2024/05/robot-dogs-armed-with-ai-targeting-rifles-undergo-us-marines-special-ops-evaluation/?utm_source=join1440&utm_medium=email&utm_placement=newsletter)

<sup>222</sup> <https://www.twz.com/sea/rifle-armed-robot-dogs-now-being-tested-by-marine-special-operators>

esas acciones son registradas en video, sirviendo para ambas partes, como herramienta de propaganda, que contribuye a incrementar la “niebla de la guerra” y la desinformación, que dominan los conflictos armados.

La producción de drones aéreos alcanza cantidades exorbitantes y moviliza las capacidades industriales duales de los países involucrados y también de otros como EUA, Turquía, Irán, China. La misma Ucrania ha afirmado, que las experiencias y capacidades adquiridas en el área de drones durante la presente guerra, les permitirán convertirse en el futuro, en un país en condiciones de competir en el mercado de estos disruptivos sistemas.<sup>223</sup>

Autoridades militares y políticas de las Áreas de Defensa de los países, siguen con atención las lecciones aprendidas en guerras pasadas y actuales. Y reconocen además, la gran contribución que los modestos y hasta hace poco tiempo menospreciados UAS, están haciendo al desarrollo de las operaciones en los conflictos de estas dos últimas décadas, en que los mismos están participando cada vez más activamente.

Los Sistemas Autónomos Marinos de Combate (USCV), si bien no los hemos tratado en este trabajo, están desempeñando un papel fundamental en las operaciones navales que se llevan adelante en el Mar Negro. La Armada de Ucrania, en inferioridad de capacidades militares frente a las de Rusia, ha logrado dañar e inutilizar gran cantidad de buques enemigos, que establecían el bloqueo naval de los puertos de Ucrania.

El éxito obtenido con estos USCV y “lanchas rápidas” autónomas cargadas con explosivos, han motivado que muchas fuerzas navales de otros países, presten especial atención acerca de la severa amenaza que los USCV representan, aún para las modernas y sofisticadas plataformas navales de superficie.

En el caso de los Sistemas Autónomos Terrestres de Combate (UGCS),<sup>224</sup> en desarrollo en varios países hace años, artículos periodísticos mencionan que en la guerra Ucrania / Rusia ya se habría producido la “Primera batalla terrestre”, en que se emplearon UGCS entre ambas partes.<sup>225</sup> No obstante ello, a la fecha es difícil todavía determinar la veracidad de la información que circula en los medios, de fuentes por lo general poco confiables y que tratan de magnificar los logros propios alcanzados en cada caso.

Por otra parte y dadas sus características, los drones terrestres (UGS)<sup>226</sup> son fácilmente detectables debido a su desplazamiento más limitado en superficie y baja velocidad, lo que los convierte en objetivos más simples de neutralizar aún para las armas livianas. Asimismo, por mas rudimentario que sea el tipo de UGS empleado, su producción resulta más compleja y costosa que los sistemas aéreos, por lo que la relación costo / efecto respecto de los UCAS, resulta netamente desfavorable.

En resumen, la fusión de los Robots con la IA, que posibilite a los sistemas en forma individual o en equipo, realizar misiones de ataque o gestionar el ciclo de neutralización de amenazas sin la intervención humana, constituye una capacidad que muchas FFAA ambicionan, por las ventajas que aportan. Esto indudablemente otorga “BENEFICIOS” que permiten incrementar las capacidades de las FFAA de un país.

Sin embargo, también es un motivo de gran preocupación y debate a nivel global, sobre los “RIESGOS Y AMENAZAS” a la seguridad, que un uso indebido y sin control de los mismos acarrear.

223 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptrm/?p=12381>

224 Unmanned Ground Combat System.

225 [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2024-04-03/guerra-ucrania-rusia-robots-drones-tecnologia-militar\\_3859759/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2024-04-03/guerra-ucrania-rusia-robots-drones-tecnologia-militar_3859759/)

226 Unmanned Ground System.

## Beneficios y riesgos asociados al empleo de inteligencia artificial en sistemas de armas autónomas letales






### Beneficios: que otorgan los sistemas de armas autónomas letales (LAWS)

Ya vimos algunos de los programas que se encuentran en desarrollo. Quedan claramente expuestos los beneficios concretos que para la Def & Seg, se obtienen con la incorporación de IA en los sistemas militares, por su efecto multiplicador de fuerzas y el incremento de las capacidades en las organizaciones.

Una forma de exponer los beneficios de la IA y las posibles aplicaciones en el ámbito militar, lo podemos ver sintetizado en el siguiente cuadro del trabajo de V. Boulain; et al. "Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk".<sup>227</sup>

Asimismo y en relación con los beneficios del empleo de **IA en LAWS**, nos pareció muy clara la definición y desarrollo del tema por Christian Ruhl, en su trabajo "Autonomous Weapons Systems & Military AI".<sup>228</sup>

FIGURA 36: ALGUNAS VENTAJAS DE LA IA EN EL ÁMBITO DE OPERACIONES MILITARES

VENTAJAS CLAVES	QUE IMPLICA	TIPO DE MISIONES
 VELOCIDAD	Velocidad implementación Ciclo OODA	> Def Ae > Ciberdefensa > Guerra Electrónica
 AGILIDAD	Reduce dependencia del Cdo & Control	> ISR > Ciberguerra > Guerra Electrónica
 PERSISTENCIA	Performance constante de los Sistemas autónomos en cualquier condición	> Evacuación bajas. > Remoción IED/Minado > Def Ae > Ops Largo Alcance.
 ALCANCE	Acceso Comunicaciones en ambientes A2/AD	> ISR y Ataques armas largo alcance en A2/AD > Ops Log en A2/AD
 COORDINACIÓN	Habilidad para coordinar sistemas de armas en forma estructurada y estratégica	> ISR en amb complejos. > Ops Comb en A2/AD. > Protección de fuerzas.

Fuente: Adaptación del trabajo. V. Boulain; L. Saalman; T. Topychkanov; F. Su; M. Carlsson. "Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk". (SIPRI: Stockholm, jun 2020) p.36

El autor se pregunta: **¿Cuáles son los beneficios que los países y las fuerzas militares encuentran en las Armas Autónomas?**<sup>229</sup>

- Velocidad, sorpresa y supervivencia:** Ejemplo: un aeronaue autónoma podría resultar más hábil para identificar y evitar amenazas de defensa aérea. Y más eficiente para neutralizar a los adversarios en un combate aéreo A-A, lo cual lo hace más eficaz para completar su misión.
- Incrementar la precisión y disminuir el daño colateral:** Con mayor poder de procesamiento, mejor acceso a la información y más velocidad que los humanos, las armas autónomas podrían calcular y realizar acciones con más precisión y rapidez, minimizando así los daños colaterales.
- Mayor facilidad de las máquinas de ajustarse a las**

<sup>227</sup> V. Boulain; L. Saalman; T. Topychkanov; F. Su; M. Carlsson. "Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk". (SIPRI: Stockholm, jun 2020) p.36.

<sup>228</sup> <https://www.founderspledge.com/research/autonomous-weapon-systems-and-military-artificial-intelligence-ai>

<sup>229</sup> Ibid.

**reglas y leyes:** Los futuros sistemas de armas autónomas (AWS)<sup>230</sup> podrían programarse para obedecer las leyes de la guerra y reglas de empuñamiento (ROE),<sup>231</sup> con mayor precisión que los humanos. Los AWS no poseen deficiencias emocionales típicas de los humanos que puedan conducirlos a situaciones de violencia y masacres.

- d. **Disminución del daño a civiles:** Los futuros AWS pueden superar a los humanos, cuando se necesita distinguir a los combatientes de los civiles, reduciendo bajas de estos últimos en la guerra.
- e. **Sacar a los humanos del campo de batalla:** Las futuras guerras libradas con máquinas no tripuladas, salvarían muchas vidas humanas. Por ejemplo, los robots desactivadores de minas o IED,<sup>232</sup> ya están hoy salvando vidas al delegar los trabajos más peligrosos a agentes “no humanos”.

Lo mencionado es sólo un resumen de algunos de los beneficios que la IA podría aportar, cuando es incorporada en LAWS. Por lo que hemos expresado, resulta evidente que ninguno de los países desarrollados o aquellos que mantienen conflictos latentes en su región, quieren quedar rezagados en esta “carrera” frente a sus eventuales oponentes.

Países con capacidades avanzadas de I&D en robótica y sistemas autónomos, como EEUU, Rusia, China, Israel y Turquía entre otros, están desde hace años invirtiendo fuertemente en aplicaciones de IA.

En el caso de EEUU, existen documentos donde se informa el Planeamiento Estratégico del DoD en el área de UAS + IA, como el “*US DoD Unmanned Systems Roadmap 2005-2030*”,<sup>233</sup> que da marco y sustenta los esfuerzos para disponer de “*Más Autonomía*”. Y eso obviamente incluye “*Más IA*”.

Como afirma Christian Ruhl<sup>234</sup>, para cuantificar esta decisión estratégica de largo plazo, de acuerdo lo informado por el “*Center for Security and Emerging Technology*”, el presupuesto de defensa de EEUU en el 2021, incluyó US\$ 1700 millones en *Inversiones en Autonomía*, destinados a incrementar la velocidad de maniobra y la Letalidad de las Organizaciones en combates de alta intensidad, así como el desarrollo de “*Human- Machine Teaming*” para complementar otras aplicaciones de IA en sistemas militares.<sup>235</sup>

Si bien al año 2022, EEUU no disponía de LAWS en sus inventarios, lo cierto es que estaba invirtiendo hace años en sistemas letales asistidos por IA, los que de resultar necesario, desplegaría en escenarios de guerra en el caso que sus oponentes también los utilizaran.<sup>236</sup>

El crecimiento exponencial de esta *Tendencia global de “Más Autonomía”*, que en los últimos años se ha difundido con los UCAS y LM / FPV, nos permiten recordar que hasta el más modesto y desarmado UAS, sobrevolando encima del enemigo en misiones ISR de variado alcance, resultan herramientas extraordinarias a disposición de comandos de todo nivel, que les permiten tener “*ojos en el cielo*” y además, que resultan orgánicos y a disposición inmediata del propio elemento.

<sup>230</sup> Autonomous Weapon System.

<sup>231</sup> Rules of Engagement (ROE).

<sup>232</sup> IED. Improvised Explosive Device.

<sup>233</sup> [https://irp.fas.org/program/collect/uav\\_roadmap2005.pdf](https://irp.fas.org/program/collect/uav_roadmap2005.pdf)

<sup>234</sup> <https://www.founderspledge.com/research/autonomous-weapon-systems-and-military-artificial-intelligence-ai>

<sup>235</sup> CSET, “U.S. Military Investments in Autonomy and AI: A Strategic Assessment,” Center for Security and Emerging Technology, <https://cset.georgetown.edu/publication/u-s-military-investments-in-autonomy-and-ai-a-strategic-assessment/>.

<sup>236</sup> Congressional Research Service, “Defense Primer: U.S. Policy on Lethal Autonomous Weapon Systems,” Federation of the American Scientists, <https://sgp.fas.org/crs/natsec/F11150.pdf>.

Las guerras de *Nagorno Karabaj*<sup>237</sup> y *Ucrania – Rusia* nos están mostrando ello a diario. Muchos países están atentos a la evolución de esta guerra iniciada hace 3 años, cuando Rusia invade Ucrania. En este conflicto, los drones, los misiles, la artillería, la guerra electrónica, la Def Ae, los blindados y el combate cercano, están siendo ensayados con nuevas tecnologías emergentes que, en algunos casos, *incorporan los recursos y las capacidades que aporta la IA* a los diferentes sistemas militares.

En esta nueva era de experimentación militar, la aceleración de este proceso de “*Mas Autonomía*”, está marcando “*el cambio más significativo en el carácter de la guerra jamás registrado en la historia*”, según expresó el US Army Gr1 (R) Mark Milley<sup>238</sup> a periodistas en Washington en 2023.<sup>239</sup>

La mayoría de los países que han ido incorporando progresivamente UAS, en la etapa inicial lo han hecho para adquirir capacidades ISR en el nivel operacional y táctico. Lecciones aprendidas de los últimos conflictos, validaron la utilidad de los UAS, convertidos en una necesidad de 1er orden en escenarios como Irak, Afganistán, Siria, Libia, Nagorno Karabaj, Rusia-Ucrania y actualmente en Gaza (*Israel – Hamas*). Esto permite vislumbrar un promisorio mercado, con crecimiento exponencial de la demanda de “*Más Autonomía*” en todo tipo de plataformas y por ende, seguramente también de LAWS.

Pero ese “*fantástico*” pronóstico de crecimiento y empleo masivo en el ámbito militar, trae aparejado también una ***gran cantidad de Riesgos Asociados***, que mencionaremos a continuación.

### **Riesgos asociados: al empleo de sistemas de armas autónomas letales (LAWS)**

Todos los beneficios que aporta la IA en términos de performance y autonomía, tienen como contraparte “*Riesgos Asociados*” de diferente tipo y características. Estos riesgos abarcan innumerables áreas de interés, desde las armas letales “*convencionales*” y de empleo directo en elementos tácticos, como también de drones aéreos, terrestres y navales, *Loitering Munition (LM)* y Misiles, que ya hemos mencionado.

No podemos dejar de destacar además, que existe el riesgo asociado al desarrollo y empleo de IA, para su utilización en sistemas de *Armas de Destrucción Masiva - ADM (QBRN)*.

Ello incluye la posibilidad de diseñar y generar Armas Químicas o Biológicas utilizando IA, pero también en el ámbito Nuclear, la posibilidad de incorporar IA en los sistemas de C & C de los Misiles Balísticos Intercontinentales (ICBM) equipados con ojvas nucleares. Expertos en la materia coinciden que tal vez sea este, uno de los *mayores riesgos asociados con la inclusión de IA en Sistemas de ADM*.

En relación con ello, la publicación “*Bulletin of the Atomic Scientists*” (BAS), lleva el control y cálculo de la evolución del denominado “*Doomsday Clock*”.<sup>240</sup> El mismo sirve como sistema de seguimiento y alerta frente al posible uso de ADM, así como un recordatorio de la responsabilidad compartida por los países con armas nucleares, sobre la necesidad de control de las ADM, que permitan a la humanidad, alejarse del “*Precipicio de la aniquilación total*”.<sup>241</sup>

BAS expresa en su publicación del 2024, que el conflicto en Ucrania, la guerra en Gaza y el *crecimiento de la IA como una fuerza disruptiva*, hacen que el “*Doomsday clock*” se encuentre en el punto más cercano a la posibilidad de una catástrofe global, en sus 75 años de existencia. De seguir esa tendencia, la evolución de la situación nos acercará cada vez más, al punto final del reloj y la posibilidad del fin de la humanidad.<sup>242</sup>

<sup>237</sup> Conflicto entre Armenia y Azerbaijan (2020) por un territorio en la frontera entre ambos países, en disputa desde la disolución de la Ex URSS,

<sup>238</sup> Ex Jefe del Estado Mayor Conjunto de las FFAA de EUA.

<sup>239</sup> <https://time.com/6691662/ai-ukraine-war-palantir/>

<sup>240</sup> Reloj del juicio final

<sup>241</sup> <https://time.com/6565572/doomsday-clock-ukraine-gaza-war-ai/>

<sup>242</sup> Ibid.

FIGURA 37: RIESGOS ASOCIADOS - "ESQUEMA DE CAPAS DE CEBOLLA DE LA AUTONOMÍA".



Fuente: SIPRI, *AI, Strategic Stability, and Nuclear Risk*

El desarrollo en profundidad del tema de las ADM excede el objetivo y alcance del presente trabajo. No obstante ello, mencionamos brevemente este tema, solo a los fines de colaborar en la generación de conciencia, acerca de los riesgos que involucran estas tecnologías, particularmente cuando se vislumbra la posibilidad de incorporación de *IA en el ámbito de las Armas de Destrucción Masiva*. (ADM).

Vamos a referirnos particularmente entonces a los RIESGOS ASOCIADOS a la incorporación de IA en LAWS, que incluyen entre otros:

- > *Riesgo de Proliferación Global* de LAWS.
- > *Riesgo de Autonomía Total y Fuerza Letal*: el Operador Humano “Fuera del Ciclo de Decisión”.

#### Riesgo de proliferación global de LAWS

Un gran riesgo que se presenta y tiene alcance global, es el de *Proliferación de LAWS que emplean IA*.

La posibilidad de integrar IA en LAWS y su empleo en escenarios de conflicto, no estará solo limitada a los países, sino que podrían desarro-

llarse o adquirirse por *actores no estatales, fuerzas irregulares y hasta el terrorismo internacional*. Esto que podía parecer un escenario de ficción o imposible hace unos años, dejó de ser hoy “una remota posibilidad”. Es algo que con certeza puede presentarse en un futuro cercano.

Crear enjambres de UAS puede resultar relativamente económico, sin un gran esfuerzo de obtención. Esto puede alentar a grupos terroristas, a planificar y ejecutar ataques QBRN que, cumplen con la función de generar inseguridad y terror en la población. Podemos afirmar que este tipo de amenazas, aún en condición “potencial” ya existe hoy y es factible que puedan ser utilizadas en ataques masivos.

Un caso concreto que vemos actualmente relacionado con los *Riesgos de la Proliferación de LAWS*, es el de organizaciones terroristas como las milicias Hutíes (*Yemen*), que emplean misiles balísticos (SRBM), misiles de crucero (CM) y UCAS,<sup>243</sup> para atacar buques de carga y de guerra en el Mar Rojo. Esto ha generado una crisis global que está afectando el tráfico marítimo y para mitigar sus efectos, debió enviarse una *Fuerza de Tareas Multinacional*, a fin de controlar la zona y neutralizar la amenaza terrorista.

Vemos además que, pese a existir acuerdos entre naciones, como es el *Régimen de Control de Tecnologías Misilísticas (MTCR)*,<sup>244</sup> que establece mecanismos reguladores del desarrollo y comercialización de misiles y sus componentes principales, elementos no estatales puedan acceder a ellos y realizar ataques empleando armas sofisticadas como misiles de corto alcance, que no todos los ejércitos disponen.

243 Unmanned Combat Aerial System

244 Missile Technology Control Regime

Otro tipo de escenario posible y que se cita con frecuencia, es la *Conformación de Swarms* (Enjambres) de una gran variedad de los denominados “*Killer Robots*”. Los mismos pueden cumplir su misión letal en forma individual o en equipo, para el asesinato selectivo predeterminado de seres humanos, ya sea de fuerzas militares o blancos civiles. Y realizar todo ello en base a la información incorporada en las etapas previas de preparación de la misión, o bien adquirida de manera autónoma por cada unidad, sobre la base de patrones específicos predeterminados. Estos patrones pueden ser: reconocimiento facial o antropométrico, tipos de vestimenta, elementos que porta el individuo, características raciales o religiosas, tipos de vehículos en que se transporta, etc.

Vemos entonces que las posibilidades en el corto plazo, de fusión de LAWS + IA son grandes. Asimismo, grandes son también los riesgos, que conlleva el empleo “*descontrolado y discrecional*” de estas tecnologías, con el agravante de casos de *Proliferación Global fuera de control*.

Por esa razón, existe cierto consenso al menos en una gran cantidad de países y organizaciones de todo el mundo, acerca de la necesidad urgente de que se establezcan acuerdos específicos para los programas de I&D y aplicaciones de IA.

Existen maneras de regular el empleo de IA en sistemas militares. Una forma adecuada es establecer *Normas y Regulaciones* específicas, tanto para la I&D como el despliegue y empleo operacional de LAWS.

EUA, Rusia y China son las principales potencias que desde hace años llevan adelante programas de desarrollo de LAWS y obviamente todos ellos tienen carácter “*Reservado*”.

En el caso de China o Rusia, se conoce poco acerca de: las políticas de estos países sobre: las Tecnologías de IA; la existencia de un *marco regulatorio* del I&D específico; cuales son los *controles que sobre los programas* se realizan; cuales son *las directivas que regulan* su despliegue operacional y empleo, etc.

Algo similar ocurre con otros países, que avanzan con desarrollos propios de IA en el ámbito militar y de los cuales también se conoce muy poco. En general la postura de los mismos *no siempre es favorable al establecimiento de Acuerdos entre Estados*, para que la I&D y los avances en IA sean regulados, revisados o compartida la información tecnológica disponible, sobre los respectivos programas que se llevan adelante.

En cambio, EEUU y Países Europeos de NATO y aliados (*Alemania, RUGB, Canadá, etc*), si han conformado equipos de trabajo para realizar estudios específicos, destinados a establecer directivas claras sobre I&D, despliegue y uso de IA, siendo de difusión pública las conclusiones y acuerdos que se van alcanzando.

Un documento de interés es el trabajo de “*US National Security Commission on Artificial Intelligence (NSCAI) – Final Report (2021)*”.<sup>245</sup> En el mismo, este organismo del gobierno hace recomendaciones al Presidente y al Congreso Nacional, para que “*se avance en el desarrollo de IA, Machine Learning (ML) y las demás tecnologías asociadas, que permitan abordar de manera integral las necesidades de seguridad y defensa nacional*”.

Este informe presenta la estrategia propuesta por la NSCAI, para que “*el país (EUA) mantenga el liderazgo en el área de IA y su empleo militar*”. Pero establece además, pautas concretas relacionadas con los mecanismos de control y el marco regulatorio que deben respetar estos programas.

Los 16 capítulos del informe, proporcionan asimismo recomendaciones y conclusiones de interés para el más alto nivel de conducción del estado. Algunos aspectos destacados a mencionar del informe se pueden ver en el documento citado.<sup>246</sup>

<sup>245</sup> Final Report- US National Security Commission on Artificial Intelligence. ( 2021). <https://reports.nscai.gov/final-report/>

<sup>246</sup> Ibid.

El **15Feb23** se realizó en La Haya (*Países Bajos*) el evento *“Responsible AI in the Military Domain Summit”* (REAIM 2023) con la participación de 60 países. El mismo finalizó con la firma del documento *“Political Declaration on Responsible Military Use of AI and Autonomy”*.<sup>247</sup>

Esta Declaración provee un marco normativo relacionado con el uso de IA y capacidades asociadas en el ámbito militar. El documento tuvo como objetivo generar consenso internacional, alrededor de un *uso responsable de IA* y una guía para los países, en relación con el *desarrollo, despliegue y uso de IA en el ámbito militar*. Provee además las bases para el intercambio de experiencias e ideas entre los países, en relación con “buenas prácticas” y también en temas de I&D que permitan a todos ellos incorporar capacidades.<sup>248</sup>

EEUU, tal como lo hizo en 2021, reafirmó su interés de *Liderar el esfuerzo global* para construir normas robustas, que promuevan medidas para *“una IA responsable”* en las fuerzas militares del mundo.<sup>249</sup>

El **25Ene23** el DoD EEUU publicó la Directiva *“DoD Directive 3000.09 – AUTONOMY IN WEAPON SYSTEMS”*<sup>250</sup> que modifica y actualiza el documento rector vigente. En el mismo se intensifica y reafirma el compromiso en el desarrollo y uso de “Armas Autónomas”.

El aspecto tal vez más destacado es que *se menciona por primera vez*, el concepto de “AI-enabled Autonomous Weapons” o “Artificial Intelligence Autonomous Weapons”.<sup>251</sup>

Posiblemente las lecciones aprendidas por EEUU / NATO de las guerras de Ucrania / Rusia y de Armenia /Azerbaijan (Nagorno Karabaj), sean las que el **23Oct22**, dieron origen y sustento al documento *“NATO – Autonomy Implementation Plan”*.<sup>252</sup> El mismo tiene por objeto, preservar la *“ventaja tecnológica”* que dispone la NATO, en el área de Sistemas Autónomos e IA.

El **30Oct23** el Presidente de EEUU Joe Biden publicó el documento *“Orden Ejecutiva para una Inteligencia Artificial segura y confiable”*.<sup>253</sup> Este documento marcó un paso adelante, en una era de IA cada vez más poderosa y difundida. Compromete a funcionarios gubernamentales del más alto nivel, a *invertir recursos en auditorías y sistemas de estandarización* de conceptos en el campo de IA, que sean de alcance y cumplimiento para todos los organismos públicos, así como para la actividad privada.

El **15Nov23** en el marco del evento *“Asia Pacific Economic Cooperation – APEC”*, los presidentes Joe Biden (EEUU) y Xi Jinping (China), anunciaron la posibilidad que ambos países, inicien conversaciones para discutir entre los respectivos expertos, acerca de los riesgos y asuntos de seguridad asociados con la IA.

Se mencionó además, que las conversaciones deberían incluir el tratamiento de los riesgos globales, que conlleva incorporar *IA en los Sistemas de Armas Nucleares Estratégicos*.<sup>254</sup>

En un artículo de *“Bulletin of American Scientists”* de Feb 2024, sus autores expresan: *“Existe preocupación acerca de incorporar la Tecnologías de IA dentro de sistemas militares, minimizando así la intervención del juicio humano en asuntos de vida o muerte. Los gobernantes del mundo han tomado conciencia de ello. La Unión Europea ha propuesto un Marco Regulatorio sobre IA; el presidente de EUA Joe Biden ha impartido una Orden Ejecutiva y docenas de países están firmando docu-*

247 <https://www.state.gov/wp-content/uploads/2023/10/Latest-Version-Political-Declaration-on-Responsible-Military-Use-of-AI-and-Autonomy.pdf>

248 Ibid.

249 Ibid.

250 <https://media.defense.gov/2023/jan/25/2003149928/-1/-1/0/dod-directive-3000.09-autonomy-in-weapon-systems.pdf>

251 Ibid.

252 [https://www.nato.int/cps/en/natohq/official\\_texts\\_208376.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208376.htm)

253 <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-president-biden-issues-executive-order-on-safe-secure-and-trustworthy-artificial-intelligence/>

254 <https://www.vox.com/future-perfect/2023/11/28/23972547/the-militarized-ai-risk-thats-bigger-than-killer-robots>

mentos de consenso como el "Bletchley Declaration" y "Declaration on Responsible Military use of AI and Autonomy".<sup>255</sup>

El **29Abr24** se realizó en Viena una conferencia sobre "Armas Autónomas y el desafío de la regulación". En ella, el Ministro de Relaciones Exteriores de Austria, Alexander Schallenberg expresó: **"Este es el Momento Oppenheimer de nuestra generación"**.<sup>256</sup>

Tecnólogos militares y civiles de más de 100 países se reunieron en ese evento para discutir de qué manera controlar "la fusión de la IA con las tecnologías militares". Se trata de dos sectores que entusiasman a los inversores, llevando los valores de acciones de las empresas a máximos históricos.<sup>257</sup>

Estos son sólo algunos de los antecedentes, que muestran el interés que existe en muchos países, por seguir avanzando en I&D de IA, incluso para su empleo militar. Los mismos reafirman que ese interés, debe estar sustentado sobre la base de Acuerdos Mutuos, Regulaciones y Normas, que permitan mitigar los Riesgos Asociados que estas tecnologías conllevan, limitando asimismo las posibilidades de proliferación.

Sin embargo, vemos también que el enfoque y tratamiento del tema todavía no es unánime a nivel global. Como mencionamos antes, en las reuniones o acuerdos hasta la fecha, no están participando algunos de los países que lideran los esfuerzos de I&D en todas las áreas de influencia de IA.

Además, muchos de estos países son los más beneficiados por las exportaciones de tecnologías asociadas, participando activamente en un creciente y prometedor mercado de Sistemas de Armas Autónomas, cada vez más sofisticadas. Lo que trae aparejado como consecuencia negativa, que los productos resultarán más accesibles para su obtención y empleo por fuerzas irregulares y organizaciones terroristas.

El riesgo de proliferación global de herramientas de IA y la posibilidad que organizaciones no estatales irregulares y terroristas, puedan acceder a estas tecnologías y utilizarlas en sistemas de armas, es una amenaza de alta probabilidad de ocurrencia, que una vez concretada será muy difícil de controlar. Por ello se promueve la implementación de normas y sistemas de control, por similitud a lo establecido con la Convención de Armas Químicas (CWC) el Régimen de Control de Tecnologías Misilísticas (MTCR) o la Convención sobre Ciertas Armas Convencionales (CCW) entre otros.

Como síntesis de esta parte relacionada con "Riesgo de Proliferación", las extraordinarias capacidades que otorga la fusión de IA con LAWS, requieren en forma urgente el Establecimiento de Acuerdos y Normas que regulen y monitoreen su desarrollo, disponibilidad, comercialización y eventual empleo por parte del sistema de defensa nacional de los países.

Pero estableciendo además, estrictos Sistemas de Control de alcance global, para negar así por todos los medios posibles, su acceso indiscriminado a organizaciones "no estatales", que puedan dar lugar a situaciones fuera de control y con consecuencias gravísimas en el futuro.

### **Autonomía total y fuerza letal: el operador humano "fuera del ciclo de decisión"**

El segundo tipo de Riesgo asociado a la IA en LAWS, es el relacionado con "La Autonomía Total del Arma". Esto implica que el operador humano quede "Fuera del ciclo de decisión".

Como citamos antes, todos los beneficios que aporta la IA en términos de performance y autonomía, tienen como contraparte también, aspectos relacionados con las implicancias legales, éticas, operacionales y estratégicas, alrededor de los desarrollos de LAWS y el "Uso de Fuerza Letal Completamente Autónoma".

<sup>255</sup> R. Bronson – D. Holz. "Doomsday Clock says we're the closest we've been to apocalypse. We need to move faster". 2024. Bulletin of American Scientists.

<sup>256</sup> <https://www.abc.es/internacional/canciller-austriaco-advierde-sobre-momento-oppenheimer-generacion-20240430174842-nt.html>

<sup>257</sup> Ibid.

Uno de los aspectos más cuestionados actualmente y sobre el cual se demanda especial atención, es que el *Operador / Responsable humano* quede “fuera del ciclo de decisión”, en acciones que normalmente tienen como resultado final, “causar la muerte o daños a seres humanos”.

El Ministro de Transformación Digital Ucraniano, *Mykhailo Fedorov* expresó en Feb 2023: “las armas completamente autónomas son el próximo paso lógico e inevitable de la guerra y los soldados las verán presentes en los campos de batalla en pocos meses”<sup>258</sup>

Esta afirmación anuncia una firme decisión de las autoridades de ese país, de emplear estas armas cuando estén disponibles y resulte necesario. Y seguramente eso sea lo que hagan también, todos aquellos países que las tengan en sus arsenales, cuando estas herramientas sean las más adecuadas y eficientes para lograr los objetivos previstos.

**UCAS y LM / FPV**, son masivamente utilizados en los conflictos actuales y, aunque entendemos que su empleo se realiza todavía bajo supervisión de operadores humanos (OH) en el ciclo de “*decisión – acción*”, es lógico pensar que, dada la complejidad y las urgencias de los conflictos modernos, en ciertas ocasiones finalmente podrá ser “*la máquina*” la que tenga la decisión final en las acciones.

Solo a modo de ejemplo, citamos el caso de un video ampliamente difundido<sup>259</sup> y que causó impacto mediático, en el que se observa a un soldado ruso parado y rindiéndose frente a un UAS “FPV” enemigo. La escena fue un alerta y mensaje a la vez, acerca de “*la crueldad de esta guerra moderna presentada al mundo en una pantalla y en vivo*”. Generó además cuestionamientos, acerca de los límites éticos y morales que se vulneran, al otorgar a LAWS la decisión final sobre la vida o muerte de personas.

Supongamos que en este caso, el UAS hubiera estado en modo “Autonomía total”. *¿Está el objeto / arma en condiciones y capacidad de determinar que se encuentra ante un enemigo que ha depuesto las armas? ¿Qué ocurre si el UAV aplica fuerza letal sobre ese individuo desarmado y rendido? ¿Quién es responsable de ello: La máquina; o el observador de la situación que no es el decide la acción final; o el desarrollista / programador que confeccionó los programas?. ¿O todos serán responsables?. ¿O nadie lo será?*

Lo presentado antes, solo a modo de “*caso testigo*”, da lugar a otras preguntas básicas como: *¿Qué participación tiene el componente humano en todo el proceso desde el desarrollo, hasta el empleo?. ¿Cómo serán considerados los diferentes grados de responsabilidad en la “Kill chain” ?*<sup>260</sup>

Esto último es algo que se discute cada vez más, en relación con las consecuencias y responsabilidades a asumir por los individuos que integran la “*Kill Chain*”. Las mismas recaen en todas las posiciones de mando y de los que en mayor o menor medida, participan o están involucrados en la ejecución de una acción letal.

En el caso de LAWS, las opiniones de expertos tienden a considerar diferentes grados y niveles de responsabilidad, no solo de los que participan en la operación directa de los sistemas, sino también de los que intervienen incluso en las etapas de I&D y alistamiento, previas al empleo operacional.

Como ya hemos visto, por definición las LAWS seleccionan un blanco en base a criterios predefinidos, siguiendo en forma autónoma un ciclo de “*Procesamiento de la información - Decisión – Acción*”, que asegura que la misión será cumplida.

Pero ocurre que en estos desarrollos y sobre la base del objetivo “*Autonomía total*” impuesto a los programas, se estaría otorgando a “la máquina” la autoridad máxima sobre la decisión final para actuar sobre las vidas de seres humanos, con la posibilidad de errores irreparables.

258 James Dawes: “War in Ukraine accelerates global drive toward killer robots” (2023). The Conversation.

259 <https://youtu.be/si7F2biOGns>

260 Es un concepto militar que describe los pasos que incluye la ejecución de un ataque: Buscar el blanco – Identificarlo - Ubicación – Arma a emplear - Adquirirlo – Atacar – Evaluar resultados. (Existen muchas versiones de este concepto).

Nos preguntamos nuevamente entonces: Si la decisión de matar recae en “la máquina”, ¿Cuál es finalmente la responsabilidad del componente humano, que no tiene injerencia en la fase final del ciclo, o sea la acción?

Todas esas preguntas que van surgiendo y que aún no tienen respuesta, son las que autoridades, expertos, desarrolladores y usuarios, deberían abordar metodológicamente y con criterio consensuado, en la búsqueda de un marco normativo legal y ético que estas disruptivas tecnologías demandan.

Al respecto, Manuel A. Solanet en su trabajo *“Inteligencia artificial: una mirada multidisciplinaria”* expresa: *“Hay documentos que establecen pautas éticas para la aplicación de la IA en la Defensa. La duda que surge inmediatamente es: ¿Qué es la ética de la guerra?. Al parecer, estas aplicaciones de la IA, sumándose a otros mecanismos existentes de ocultamiento de las responsabilidades de quienes toman las decisiones, están profundizando el proceso de naturalización de la guerra”*.<sup>261</sup>

Más allá de los esfuerzos que hacen muchos países, con el objetivo de reducir los riesgos asociados de la IA en Armas Autónomas, también existe el trabajo e involucramiento de muchos organismos públicos, internacionales y ONG’s, que abogan por el pronto establecimiento de normas y regulaciones en el área.

Un caso es el de *ARTICLE 36*,<sup>262</sup> una ONG cuya visión fundacional es “un mundo con una mínima dependencia de las armas”. En su sitio web expresa<sup>263</sup>: *“Un movimiento hacia una mayor autonomía en los sistemas de armas, aumenta el riesgo de llevarnos hacia un futuro deshumanizado, en el que se le encargue a las máquinas aplicar fuerza letal, sin que la gente en la cadena operativa del sistema, entienda o sea plenamente responsable de las consecuencias”*.

En un artículo de “*The Conversation*” se entrevista a Richard Moyes (Director de ARTICLE 36), quién expresa que *“actualmente los Comandantes están viendo el extraordinario valor militar de las Loitering Munitions (LM)”*.<sup>264</sup>

Nos preguntamos entonces: *¿Qué ocurrirá cuando las LM sean totalmente autónomas y mediante sus sensores obtengan todos los datos necesarios para adquirir los blancos de interés, procesen esa información, resuelvan que la acción es necesaria, decidan actuar y ataquen?*

El Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR) emitió el 10May21 el documento *Posición del CICR sobre los Sistemas de Armas Autónomas*.<sup>265</sup> En el mismo expresa: *“El uso de sistemas de armas autónomas (LAWS) implica riesgos, dadas las dificultades para prever y limitar sus efectos. La falta de discernimiento y control humano en el uso de la fuerza, plantea preocupaciones desde el punto de vista humanitario, jurídico y ético”*.

Este documento del CICR también hace *“Recomendaciones a los Estados para regular los LAWS”*, instándolos a que establezcan normas *“Jurídicamente vinculantes”* en relación a: la prohibición de LAWS impredecibles y con efectos indiscriminados, así como otras recomendaciones de interés.<sup>266</sup>

También las empresas de la INDUSTRIA TECNOLÓGICA, tratan de avanzar en acciones tendientes a minimizar los riesgos que conlleva la IA, no sólo en el ámbito de la defensa.

El **16feb24** los ejecutivos de las 20 mayores compañías tecnológicas globales, como Microsoft, Google, Amazon, Meta, Adobe, OpenAI, entre otras, participaron del *“MUNICH Security Conference”*.

<sup>261</sup> Inteligencia artificial: una mirada multidisciplinaria / Manuel A. Solanet. - 1a ed compendiada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas, 2021.

<sup>262</sup> <https://article36.org/who-we-are/#our-vision-mission-and-values>

<sup>263</sup> <https://article36.org/what-we-think/autonomous-weapons/>

<sup>264</sup> James Dawes: “War in Ukraine accelerates global drive toward killer robots”. (2023). The Conversation.

<sup>265</sup> <https://www.icrc.org/es/document/posicion-del-cicr-sobre-los-sistemas-de-armas-autonomas>

<sup>266</sup> Ibid.

En ese evento firmaron un acuerdo comprometiéndose a adoptar “*precauciones razonables*”, para prevenir el uso de malicioso de herramientas de IA.<sup>267</sup>

En una entrevista realizada el 20Feb24 por el diario EL PAIS (España) al Presidente de MICROSOFT, Brad SMITH, expresó: “*las diferencias entre las promesas de bienestar y los peligros que conllevan estas tecnologías, nunca han sido más llamativas... Cuanto más poderosa se vuelve una tecnología, más fuertes deben ser las salvaguardas y los controles sobre ella*”.<sup>268</sup> Y específicamente, en relación con los riesgos de la IA, la preocupación global acerca de los efectos de su empleo en diversas áreas y como pueden afectar la vida de las personas, manifestó: “*Tenemos la capacidad de resolver los problemas de hoy y los de mañana; y el mejor momento para resolver un problema, es antes que éste ocurra*”.<sup>269</sup>

A modo de síntesis, podemos afirmar entonces que existe un “*Reconocimiento de los Riesgos*” que la fusión de tecnologías con la IA conllevan, *cuando su uso se realiza al margen de las normas y principios éticos*, que deberían regular la relación entre países, organizaciones y la sociedad, que terminan afectando directa o indirectamente a los individuos.

Existe cierto consenso, especialmente en los países con regímenes democráticos, que la utilización de IA en sistemas de defensa “*Tenga siempre al Operador Humano incluido en del Ciclo de Decisión*”. Especialmente en sistemas asociados con *infraestructura crítica*, donde una falla por error del sistema, pueda tener resultados catastróficos. Y también para *su empleo militar o de seguridad* cuando se operen *LAWS*, donde el resultado final de su uso involucra decisiones con efecto sobre la vida de las personas.

Para finalizar la parte del trabajo relacionada con “*RIESGOS de las LAWS*”, volvemos a citar lo expresado por el experto P. Scharre en relación con los principios que deberían regir el empleo de estos sistemas de armas: “*Debemos adoptar la tecnología que permita hacer la guerra más precisa y humana, pero cuando la elección es sobre la vida o la muerte, no hay sustituto que reemplace al corazón humano*”.<sup>270</sup>

## Consideraciones finales

*“Ignorar la posibilidad de que la IA pueda ser catastrófica para la humanidad sería un grave error. Y potencialmente, el PEOR DE TODOS”.*<sup>271</sup>

*Stephen Hawking*

Los *Sistemas de Armas Autónomas* y la fusión de ellas con la *Inteligencia Artificial* (IA) suelen ser descritas como la “*Tercera Revolución en la Guerra*”, luego de las generadas por “*la Pólvora*” y las “*Armas Nucleares*”.

También se afirma que los tres “*males*” que los seres humanos inevitablemente han sufrido y sufrirán en la tierra, son: *Hambre – Enfermedades – Guerras*.<sup>272</sup>

Respecto de los dos primeros, observamos a diario los avances obtenidos en diferentes áreas en las que diversas *Tecnologías de IA* se están incorporando, aportando beneficios y posibilidad

<sup>267</sup> <https://english.elpais.com/technology/2024-02-16/tech-companies-sign-accord-to-combat-ai-generated-election-trickery.html>

<sup>268</sup> <https://english.elpais.com/technology/2024-02-20/brad-smith-president-of-microsoft-we-must-have-a-way-to-slow-down-or-turn-off-artificial-intelligence.html>

<sup>269</sup> *Ibid.*

<sup>270</sup> Paul Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. (2018) W.W Norton & Company

<sup>271</sup> <https://www.vox.com/future-perfect/2018/10/16/17978596/stephen-hawking-ai-climate-change-robots-future-universe-earth>

<sup>272</sup> Mag Tegmark. “Life 3.0: Being human in the age of Artificial Intelligence”.

des de acceso a la Alimentación y la Salud de los seres humanos, actuando así frente al Hambre y las Enfermedades.

Respecto de "Las Guerras", el desarrollo de IA y su empleo en Sistemas de Armas Autónomas (LAWS) avanza aceleradamente y estará cada vez más presente en futuros conflictos. De manera incipiente hoy, la fusión de estas tecnologías está siendo aplicada ya en las guerras en curso.

Algunas de las incógnitas que se mantienen aún y cuyas respuestas resultan inciertas son: *¿De qué manera las LAWS serán realmente empleadas por los países?.. ¿Cuál será el Grado de Autonomía otorgada a ellas?*

Algunos países se esforzarán para que en el desarrollo y empleo de LAWS, prevalezcan principios éticos y el respeto a las leyes, que están previstas en la normativa del Derecho Internacional Humanitario (DIH).

Otros países por el contrario, sostendrán siempre como prioridad, el objetivo de ganar las guerras que se presenten a cualquier costo y según sus intereses, aplicando el principio de "El fin justifica los medios".

Muchos expertos suelen afirmar que la incorporación de IA a las LAWS, puede tener sobre los eventuales contendientes, un efecto disuasorio similar al de las Armas de Destrucción Masiva (ADM). Sin embargo, las barreras de acceso para disponer de tecnologías como IA / LAWS son menores comparadas con las que presentan las ADM. Y lamentablemente, ello permitiría que el Riesgo de Proliferación resulte mucho mayor, en un mundo globalizado e interconectado.

Además, la posibilidad que la fusión de IA + LAWS lleve a los sistemas de armas a una condición de "Total Autonomía", quitando así el componente humano del ciclo de decisión, es hoy uno de los temas que genera más preocupación y cuestionamientos. El experto P. Scharre, en relación con el debate global planteado por el crecimiento del uso de LAWS, se pregunta: *¿Debería permitirse a los LAWS que puedan tomar decisiones finales sobre la vida o muerte de personas? ¿Eso es legal? ¿Eso es ético y está bien?*<sup>273</sup>

Ya en el año 2013, el Jefe Estado Mayor de las FFAA de Rusia, el Grl Valery Gerasimov afirmó: *"Otro factor que influye sobre la esencia de los medios modernos que se emplean en los conflictos armados, es el uso de equipamiento militar automatizado de última generación y la investigación en el área de IA. En un futuro cercano, es posible que sean creadas unidades completamente robotizadas, capaces de conducir operaciones militares de manera independiente. ¿Cómo vamos a luchar nosotros en esas condiciones?. ¿Qué formas y medios deberían utilizarse contra un enemigo robotizado?. ¿Qué tipo de robots necesitamos y como se pueden desarrollar?. **Nuestras mentes militares, deberían estar ya hoy pensando en estas cuestiones**".*<sup>274</sup>

S. Parkin, en su trabajo "Killer Robots: the soldiers that never sleep", reflexiona: *"la recompensa para las empresas que desarrollan y fabrican estas armas es muy grande"....."Los robots no vienen. Ya están aquí entre nosotros!!". La pregunta que entonces nos formulamos ahora es **¿Qué es lo que les vamos a enseñar a hacer a los robots?**".*<sup>275</sup>

Los testimonios y opiniones citadas nos permiten entender, porque las potencias globales y muchos países con importantes desarrollos tecnológicos, se esfuerzan por investigar y avanzar aceleradamente en éste área de interés militar. Las predicciones de analistas y expertos han sido muy acertadas hasta ahora y muchos de ellos afirman, que algunos países estarían utilizando LAWS + IA en los conflictos en curso.

<sup>273</sup> Paul Scharre "Army of None: Autonomous weapons and the future of war". (2018) W.W Norton & Company.

<sup>274</sup> Paul Scharre "Army of None: Autonomous weapons and the future of war". (2018) W.W Norton & Company.

<sup>275</sup> <https://www.bbc.com/future/article/20150715-killer-robots-the-soldiers-that-never-sleep>

Hemos visto que, para intentar minimizar los efectos adversos de estas tecnologías, las autoridades de muchos países promueven desde hace años, la implementación de *Mecanismos de Regulación y Control* para el desarrollo de IA y su empleo en LAWS. Citamos varios casos de interés en el presente trabajo.

Relacionado con ello el 29Abr24 se realizó en Viena una conferencia sobre *“Armas autónomas y el desafío de la regulación”*. En ella, el Ministro de Relaciones Exteriores de Austria, Alexander Schallenberg expresó: *“Este es el Momento Oppenheimer de nuestra generación”*.<sup>276</sup>

Respecto de *La Industria y La Base Industrial de Defensa* de los países, citamos como caso de interés la colaboración entre empresas tecnológicas de muchos países y las FFAA de Ucrania, que muestran “una nueva era de experimentación en IA de Empleo Militar”. Como ha expresado el GR Mark Milley, ex Jefe del EMC de EEUU, “esa *Fusión FFAA – Empresas – IA Militar*, representa el cambio más significativo en el carácter de la guerra jamás registrado en la historia”.<sup>277</sup>

Estamos ante un escenario de desarrollo, fusión y crecimiento acelerado de estas *Tecnologías Emergentes (IA + LAWS)* con un gran potencial de transformarse en *Disruptivas*. Se trata de una temática completamente abierta a nuevos desarrollos, con alcance y aplicación en diversas áreas, con un extraordinario potencial de crecimiento en el corto plazo.

Mencionamos que la adopción de ciertas tecnologías fusionadas con la IA, podrían ayudar a mitigar efectos adversos y daños colaterales, haciendo la guerra más precisa, pero sin vulnerar principios éticos, morales y humanitarios. Sin embargo, debemos recordar siempre, la necesidad de *“no dejar todo en manos de la tecnología”*, ya que la presencia del hombre y su elaborado proceso de toma de decisiones, continúa siendo muy relevante y *no deberían ser delegadas las decisiones finales en máquinas o algoritmos*.

En *el ámbito de la sociedad civil*, el poder de estas tecnologías con IA y sus efectos beneficiosos sobre la humanidad, se consolidarán en la medida que los seres humanos tengan la inteligencia para implementarlas y la capacidad para difundirlas, así como los recursos para sostenerlas y mejorarlas.

En *el ámbito militar*, ese sería también el mejor camino, pero complementado por la *Prudencia y la Ética* que apliquen los que conducen el destino de los países, *para gestionar y regular el empleo de estas tecnologías* con enorme potencial destructivo.

Volvemos a recordar otra expresión de *Stephen Hawking*, relacionada también con los RIESGOS que conlleva la IA, quién afirmó:

*“Mientras que el impacto de la IA en el Corto Plazo depende de quién la controla, el Impacto a Largo Plazo depende de si será posible controlarla”*.<sup>278</sup>

*“La decisión final sobre la vida o muerte de las personas en conflictos armados, siempre debe quedar bajo la responsabilidad del componente humano y NO de los sistemas de armas”*.  
Paul Scharre, “Army of none”.<sup>279</sup>

<sup>276</sup> <https://www.abc.es/internacional/canciller-austriaco-advierte-sobre-momento-oppenheimer-generacion-20240430174842-nt.html>

<sup>277</sup> Ibid.

<sup>278</sup> <https://www.vox.com/future-perfect/2018/10/16/17978596/stephen-hawking-ai-climate-change-robots-future-universe-earth>

<sup>279</sup> Paul Scharre “Army of None: Autonomous weapons and the future of war”. (2018) W.W Norton & Co.

## Bibliografía y Fuentes

- a. P. Scharre. *“Army of None: Autonomous weapons and future of war”*. (2018). W.W Norton & Co.
- b. M.Tegmark. *“Life 3.0: Being human in the age of Artificial Intelligence”*. (2017). Penguin Random H.
- c. M. Van Creveld. *“Technology and War: from 2000 B.C. to the present”*. (1989).The Free Press Ed.
- d. V. Boulain; et.al. *“Artificial Intelligence, Strategic Stability and Nuclear Risk”*. (2020). SIPRI.
- e. P. Scharre; S. Bendett, *“The war in Ukraine is spurring a revolution in drone warfare using AI”*, (2023). CNAS. [HTTPS://WWW.CNAS.ORG/PRESS/IN-THE-NEWS/THE-WAR-IN-UKRAINE-IS-SPURRING-A-REVOLUTION-IN-DRONE-WARFARE-USING-AI](https://www.cnas.org/press/in-the-news/the-war-in-ukraine-is-spurring-a-revolution-in-drone-warfare-using-ai)
- f. J. Dawes. *“War in Ukraine accelerates global drive toward killer robots”*. (2023). The Conversation.
- g. M. Solanet. *“Inteligencia Artificial: una mirada multidisciplinaria”*. (2021). CABA. Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas,
- h. R. Bronson – D. Holz. *“Doomsday Clock says we’re the closest we’ve been to apocalypse. We need to move faster”*. (2024). Bulletin of American Scientists.
- i. V. Boularin. M. Verbruggen. *“Mapping the development of autonomy in weapon system”*. (2017). SIPRI. (researchgate.net)
- j. M. Wooldridge. *“A brief History of Artificial Intelligence: What it is...”*. (2021). Flatiron books.
- k. Robin Li. *“Artificial Intelligence Revolution: How AI will change our society, economy and culture”*. (2020). Skyhorse publishing books.
- l. P. Scharre. *“Artificial Intelligence: Risks and Opportunities for SOF”*. (2021). Center for a New American Security (CNAS).
- m.P. Scharre. *“Robotics on the battlefield: The coming swarm”*. (2014). (CNAS). [https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/hero/documents/CNAS\\_TheComingSwarm\\_Scharre.pdf](https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/hero/documents/CNAS_TheComingSwarm_Scharre.pdf)
- n. CSET, *“U.S. Military Investments in Autonomy and AI: A Strategic Assessment,”* Center for Security and Emerging Technology.
- o. A. P. Williams; et.al. *“Autonomous Systems: Issues for Defence Policymakers”*. (2015). NATO: Norfolk, VA.
- p. S. Parkin. *“Killer robots: The soldiers that never sleep (bbc.com).* (2015).
- q. S. Cropsey. *“Drone warfare in Ukraine: historical context and implications on the future”* (2024). Hoover Institution. <https://www.hoover.org/research/drone-warfare-ukraine-historical-context-and-implications-future>
- r. H. Roff. *“Sensor-fused munitions, missiles and loitering munitions: speaker’s summary”*. Expert Meeting, Versoix, Switzerland, 15–16 Mar. 2016.
- s. European Commission (2019): *“Ethics Guidelines for Trustworthy AI”*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- t. <https://www.state.gov/wp-content/uploads/2023/10/Latest-Version-Political-Declaration-on-Responsible-Military-Use-of-AI-and-Autonomy.pdf>
- u. Final Report- US National Security Commission on Artificial Intelligence. ( 2021). <https://reports.nscai.gov/final-report/>
- v. [https://www.nato.int/cps/en/natohq/official\\_texts\\_208376.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208376.htm).
- w. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-president-biden-issues-executive-order-on-safe-secure-and-trustworthy-artificial-intelligence/>
- x. Joint Publication (JP) 3-60, Joint Targeting. (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office [GPO], 28 Sep 2018).
- y. *“Posición de CICR sobre los Sistemas de Armas Autónomos”*. (2021). Comité Internacional de la Cruz Roja. <https://www.icrc.org/es/document/posicion-del-cicr-sobre-los-sistemas-de-armas-autonomos>.

z. *Información de prensa de sitios web y fuentes varias:* CEPTM “Mosconi”. <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/>; CSIS.org; Forbes; IISS; MDAA; Reuters; RUSI; JANES; The Conversation; 19FortyFive.com; Army-guide; Army recognition; Army- technology; athlonavia.com; autelrobotics.com; avinc.com; breakingdefense.com; bbc.com; bussinessinsider.com; defensemirror. com; defense- news.com; defenseworld.net; dronewars2021.com; globalsecurity.org; Military-Today; Military. com; missilethreat; nationalinterest.org; nytimes.com; abc.es; technologyreview.com; Thedrive. com; thedefensepost.com; uadynamics.com; ukrspcsystems.com; Ukrinform.com; warukraine. org; warontherocks.com; world-todaynews.com; wsj.com; zala-aero.com;

(\*) **Juan Carlos Villanueva** es Oficial del Arma de Infantería del Ejército Argentino retirado con el grado de Coronel. Ingeniero Militar, especialidad Mecánica - Armamento. Paracaidista Militar y Veterano de la Guerra de Malvinas. Realizó una Maestría en Gestión de Empresas Tecnológicas (Doble titulación ITBA / Escuela de Organización Industrial EOI-España). Especialista en Gestión Tecnológica del Instituto Tecnológico Bs As (ITBA). Ocupó cargos directivos en Fábricas Militares (DGFM) como Jefe de Ingeniería de Producto, Jefe de Producción Mecánica, Subdirector y Director de Fábrica Militar, con responsabilidad en la fabricación de armamento y munición de artillería, armas portátiles, cohetes y propulsantes. Se desempeñó durante 15 años en Proyectos Militares en el EMCFFAA, en EMGE y en CITEDEF. Realizó los cursos de Formación, Avanzado y de Especialización, para desempeñarse como Inspector en el Área de Misiles del “United Nations Monitoring and Verification Commision” (UNMOVIC). Retirado desde el 2015, se desempeña como Analista de Armamento en el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar “Grl MOSCONI” - Facultad de Ingeniería del EA. (FIE).