



TALLER DE TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TEMA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL

TÍTULO:

Empleo de la inteligencia artificial en el ambiente operacional

DELMAU, Pablo

Año: 2021

Resumen

La inteligencia artificial (IA) comprende un conjunto de herramientas informáticas que han tenido un crecimiento exponencial en los últimos años. Tiene una gran cantidad de aplicaciones de uso militar y no militar. Ejemplo de ello son los teléfonos inteligentes, que poseen varias y variadas aplicaciones que utilizan IA, como pueden ser traductores, interpretadores de voz, asistentes. En el campo militar, es utilizada para la navegación de los drones, análisis de imágenes, de señales sonoras y radioeléctricas, criptografía. En el caso de vehículos de conducción autónoma, así también como lo son los drones militares, utilizan la IA para interpretación de imágenes del entorno, navegación y toma de decisiones.

Desde principios de la década de 1990, en el ámbito de la operación Tormenta del Desierto, se han comenzado a desarrollar herramientas que utilizan IA para acelerar el proceso de Comando y Control, así como para el apoyo del planeamiento y optimización del sistema logístico.

En las Fuerzas Armadas argentinas, en particular en el ámbito del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (EMCO), se realizan en la actualidad desarrollos de IA en aplicaciones tácticas como la robótica, desarrollando drones aéreos, terrestres, navales o submarinos, pero poco se ha desarrollado el empleo en el nivel operacional.

El objetivo general de este trabajo es especificar de qué manera puede aplicarse la inteligencia artificial en la función Comando y Control para optimizarlo.

Palabras clave: Comando y Control, Inteligencia Artificial, Ambiente Operacional, Estado Mayor Conjunto.

Tabla de contenidos

Resumen.....	2
Tabla de contenidos.....	3
Introducción.....	1
Capítulo 1 - Usos de la Inteligencia Artificial.....	6
1.1 Definiciones y usos de la Inteligencia Artificial.....	6
1.2 Aplicaciones militares de la IA en países rectores.....	9
1.3 Uso de la Inteligencia Artificial en el ámbito argentino.....	13
Capítulo 2 - La Inteligencia Artificial aplicada en la función Comando y Control.....	15
2.1. El Comando y Control.....	15
2.2 Aplicación militar en un sistema de IA de Comando y Control Conjunto Argentino.....	17
Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	27

Introducción

La temática que se ha elegido refiere la aplicación de la IA en el ámbito militar.

Según la definición de la Real Academia Española, la IA es 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 (RAE, 2021, s/n.)

Desde hace miles de años atrás, filósofos como Sócrates, Aristóteles y Platón, entendían al cerebro como una máquina que funciona a partir de un conocimiento codificado en un lenguaje particular interno. Consecuentemente, si el cerebro es tomado como una máquina, ésta puede ser replicada por medios artificiales. De esta manera y con el advenimiento de la computación, a finales de la Segunda Guerra Mundial, Alan Turing, junto con otros científicos discutieron sobre la posibilidad de construir máquinas inteligentes, en una conferencia en el Dartmouth College de los Estados Unidos de Norteamérica. Así es como Alan Turing es uno de los denominados padres de la ciencia de la computación.

Existen tres tipos de IA, que se pueden considerar como generaciones consecutivas. La IA Estrecha¹, es la inteligencia de máquina que iguala o excede la inteligencia humana en actividades específicas. Ejemplo de esto es *Deep Blue*, una IA que ha superado hasta al mejor jugador de ajedrez, pero que no es especialista en otra cosa ajena a este juego. Otro ejemplo, pero en el ámbito militar, es el sistema de guiado de defensa de punto antimisil. La IA General² o IA fuerte es la inteligencia de máquina que se asemeja con el desempeño completo del humano en cualquier tarea. Y, por último, la Super Inteligencia Artificial³, es la inteligencia de máquina que supera a la humana en cualquier actividad. (De Spiegeleire et al., 2017)

Esta tecnología se puede dividir en varias sub-disciplinas, procesamiento del lenguaje natural, reconocimiento del habla, sistemas expertos, visión de máquina y robótica. En los capítulos siguientes se explicarán con mayor profundidad cada una de éstas.

El aprendizaje automático es considerado otra sub-disciplina de la IA de la que todas las sub-disciplinas mencionadas anteriormente utilizan en su estructura interna. Consiste en algoritmos que aprenden observando las interacciones con el mundo y sus procesos de toma de decisiones. Según cómo toman estas sus experiencias es que pueden subdividirse en aprendizaje

1 También conocido como ANI Debido a sus siglas en inglés de Artificial Narrow Intelligence.

2 También conocida como AGI Debido a sus siglas en inglés de Artificial General Intelligence.

3 También conocida como ASI Debido a sus siglas en inglés Artificial Superintelligence.

automático supervisado, no supervisado, por refuerzo o profundo (Goodfellow et al., 2016). Los algoritmos de aprendizaje automático fueron migrando a una arquitectura del tipo red neuronal. Cada neurona es un tipo de algoritmo que analiza algún patrón particular de los datos de entrada.

La evolución de la IA, al ser basada en la tecnología de la computación, está limitada siempre por los avances de esta. Así es como se pueden identificar tres períodos denominados primaveras (De Spiegeleire et al., 2017) en los que la IA ha realizado grandes avances. Otros autores llaman a estas primaveras como olas de la IA.

La primera primavera se dio entre los años 1956 y 1974. En este período la IA se basó principalmente en el desarrollo de herramientas basadas en ANI, como juegos simples. En este período se comenzaron a realizar investigaciones en los llamados perceptrones, una primera forma de red neuronal.

A este período lo sucedió un invierno, que duró desde 1974 a 1980. Fue prácticamente insostenible el progreso que se había obtenido en la primavera recién mencionada. Una de las razones del declive fue que los algoritmos de IA de búsqueda exhaustiva, un enfoque clave de prueba y error de ese entonces, requerían cantidades exponenciales de procesamiento. Por ende, al alejarse de las aplicaciones simples hacia problemas más complejos del mundo real, requería una capacidad de procesamiento que en ese tiempo era inimaginable.

Una nueva primavera surgió entre 1980 y 1987 con el advenimiento de los llamados sistemas expertos. Estos sistemas podrían utilizarse como herramientas de apoyo para la toma de decisiones. Asimismo, el desarrollo de las redes neuronales resurgió debido a avances en física y en computación. En este período se desarrolló el algoritmo de propagación inversa. Este algoritmo retroalimenta la cadena para entrenar la red neuronal reacomodando los parámetros del modelo. Esto hace posible que las redes neuronales de múltiples capas sean capaces de aprender una gama más amplia de funciones útiles. Asimismo, en Japón se comenzó a desarrollar la arquitectura de cómputo paralela, mejorando la capacidad de procesamiento de algoritmos de IA. En 1983, en los Estados Unidos, nació la Iniciativa de Computación Estratégica en la cual se invirtieron un billón⁴ de dólares estadounidenses. Esta iniciativa estaba a cargo del *Defence Advanced Research Projects Agency* (DARPA) o Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de la Defensa (Roland & Shiman, 2002).

Entre 1987 y 1993 sucedió el segundo invierno; los programas de investigación de Japón, Estados Unidos y Europa fallaron en alcanzar sus objetivos. Muchas compañías de hardware

4 Para los Estados Unidos el concepto de billón se lo conoce en Argentina como mil millones.

especializado colapsaron a partir de 1987. Recortes de fondos en la recientemente mencionada Iniciativa de Computación Estratégica dejaron solamente a programas de relevancia militar directa, incluido un programa de tanque de batalla autónomo y un sistema de gestión de batalla y logística DART, que luego resultaría invaluable durante la Primera Guerra del Golfo.

A partir de 1993 surgió la tercera primavera de IA. Impulsada por los avances en capacidades de hardware, la IA tuvo un nuevo florecimiento. Se lograron cumplir viejos objetivos de largo plazo que no se habían realizado en los otros períodos. Las investigaciones encontraron utilidad en un gran abanico de campos, videojuegos, logística, exploración espacial, monitoreo de satélites, robótica, administración de tráfico, diagnósticos médicos, vehículos autónomos, motores de búsqueda, entre otras aplicaciones. Los vehículos no tripulados, en particular los aéreos, vieron su mayor aplicación en este período.

Desde 2011, el aprendizaje profundo, la *big data*⁵ y la IA en general tuvieron una revolución. Se destaca un mayor interés por parte del sector privado en aplicaciones de IA. Factores específicos impulsaron una dramática mejora en la precisión predictiva de los algoritmos. Algunos de los factores son conceptuales, como avances en neurociencias y ciencias de la computación (De Spiegeleire et al., 2017). Otros factores están relacionados con incrementos en poder de cómputo y redes más rápidas. Las unidades centrales de proceso (CPU son sus siglas en inglés⁶) en las que se basa la IA, poseen varios núcleos e interconexiones que aumentan el poder de procesamiento, pero las unidades de procesamiento gráfico (GPU son sus siglas en inglés⁷) superaron por varias veces el poder de las CPU, debido a que están desarrolladas para el alto procesamiento necesario para optimizar los gráficos (Goodfellow et al., 2016).

En cuanto a la Argentina, el Poder Ejecutivo está comenzando a incluir a la IA como una de las tecnologías en las que se deberá poner atención, priorizando a la innovación y no solamente la incorporación tecnológica. Esto se realiza mediante financiación de proyectos (PIDDEF) que será profundizado más adelante.

Vinculado con todo lo anterior surge el siguiente problema de investigación ¿De qué manera puede emplearse la Inteligencia Artificial en el ambiente operacional del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas?

5 Término inglés utilizado para la gran cantidad de datos que se encuentran en Internet.

6 Acrónimo de Central Processing Unit.

7 Acrónimo de Graphics Processing Unit.

Como respuesta a este interrogante se afirma a modo de hipótesis que la inteligencia artificial resulta en una herramienta útil y aplicable en el nivel Operacional. En este nivel es ideal su utilización para optimizar la toma de decisiones y aplicarlo a un sistema de Comando y Control.

El alcance de este estudio no abordará el análisis de la utilización de la IA con enfoque técnico, propio de las publicaciones científicas o comerciales, ni táctico. Los drones autónomos, análisis de imágenes o reconocimiento facial son ejemplos de aplicaciones de este tipo. En su mayoría, la información sobre la implementación de la IA en el ámbito militar es clasificada. Por este motivo, este trabajo se limitará a la información obtenida por medio de fuentes abiertas, documentos y trabajos que se encuentran en Internet. En países como China o Rusia la información disponible es escasa. Por este motivo, de los países nombrados en el estado actual, se estudiará Estados Unidos, China e Israel, mediante la información obtenida por los medios mencionados anteriormente. Por motivos de extensión del presente trabajo se orientará a la utilización de la IA en la función Comando y Control.

Se realiza una investigación del tipo exploratoria y descriptiva. En la etapa exploratoria se utiliza la técnica de análisis bibliográfico y documental de fuentes primarias y secundarias. La documentación por analizar es tanto nacional como extranjera, la cual se realiza una traducción por el autor.

Se realiza una investigación del tipo descriptiva analizando las fuentes primarias y secundarias relacionadas a los métodos de IA que se emplean en organizaciones militares de países líderes. Se prevé realizar un análisis de la manera de insertar estas tecnologías en el ámbito del Estado Mayor Conjunto para su aplicación.

De acuerdo con lo expresado, el objetivo general es Describir los alcances militares de la IA para facilitar la conducción de operaciones en el nivel Operacional.

A su vez, los objetivos específicos son detallar los alcances técnicos que tiene la inteligencia artificial en sí misma para su uso general en el ámbito militar. Relevar situaciones de aplicación de IA militar en países con desarrollos avanzados en la materia. Describir las etapas convenientes para una eventual aplicación de la IA en Operaciones Militares.

En cuanto a la organización del trabajo y en correspondencia con los objetivos que se plantean, en el primer capítulo, se define la Inteligencia Artificial, al igual que las tecnologías que la componen. Asimismo, se describe la utilización de la IA en el ámbito militar, tanto en

países rectores como en el ámbito argentino. En el segundo capítulo, se define al comando y control y cómo se aplicaría un sistema de IA orientada a esta función, en el ámbito del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas.

La República Argentina tiene pocos antecedentes en cuanto a aplicación de la IA en el ámbito militar. Asimismo, en la última Directiva de Política de Defensa Nacional (DPDN) se mencionó la importancia de el desarrollo local de estas tecnologías. Por lo cual, el aporte en el campo disciplinar es el de brindar una propuesta de cómo se insertarían las tecnologías de IA para facilitar la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.

Debido a que la temática es interdisciplinar en cuanto a las materias vistas este año, y al ser una tecnología novedosa de poca aplicación militar en Argentina, se considera que representará un avance tecnológico para el nivel operacional. Esto produciría un menor tiempo en el ciclo de la decisión del comandante, dando más tiempo de reacción ante un comandante enemigo que no posea esta tecnología.

Capítulo 1 – Usos de la Inteligencia Artificial

1.1 Definiciones y usos de la Inteligencia Artificial.

Las definiciones formales de la IA fueron descriptos en la Introducción de este trabajo, por lo que no se abordarán nuevamente.

En este capítulo solamente se establece que la IA posee varias sub-disciplinas que serán detalladas a continuación.

Procesamiento del Lenguaje Natural: Sub-disciplina que consta de la comunicación entre máquinas y humanos. Traduce el lenguaje humano para comprensión de la máquina, así como también del lenguaje de máquina, para ser entendido por los humanos, cualquiera sea su idioma (español, inglés, etc.) (Goodfellow et al., 2016).

Así como un bebé aprende el lenguaje propio, la máquina analiza los sonidos y los relaciona con los significados. Esta sub-disciplina mantiene la filosofía de que las computadoras fueron creadas para resolver problemas de la gente, por lo que deben aprender y utilizar el lenguaje humano y no a la inversa (Gelbukh, 2010).

Las principales aplicaciones de esta tecnología son, como se mencionó recién, la traducción entre idiomas humanos, la extracción de información o manejo del conocimiento (producción de un resumen a partir de uno o varios textos), y la traducción de lenguaje humano al de máquina y viceversa mediante lo que se denomina interfaz humano-computadora.

Reconocimiento del habla: Llamada también voz de máquina o reconocimiento del habla. Relacionada con la anterior, la máquina es capaz de reconocer la voz humana e interpretarla. Una de las aplicaciones es mediante la voz humana producir un resultado de manera escrita de lo dicho (llamado voz a texto), o a la inversa, a partir de un texto reproducirlo de manera audible para ser escuchado por un humano (llamado texto a voz). Otras de las aplicaciones de esta tecnología son la identificación por voz para permitir acceso restringido, o reconocer grabaciones de voz falsas (Sanjay et al., 2019).

Esta tecnología es aplicada en los teléfonos inteligentes, en su aplicación de asistente⁸ o en los asistentes homólogos de venta comercial, en la que el dispositivo escucha constantemente al propietario para desarrollar una base de datos y así poder mejorar la experiencia de usuario.

⁸ Los asistentes de los teléfonos inteligentes son variados según la empresa, por ejemplo, Siri de Apple, Cortana de Microsoft Windows, Asistente de Google de Android, etc.

Sistemas Expertos: Se lo considera así cuando la máquina es capaz de representar conocimientos sobre cómo resolver un problema mediante reglas del tipo Si – Entonces (IEEE, 2019). Por ejemplo, un sistema experto en medicina recibe los síntomas que presenta un paciente (Si), a partir de esto, la máquina es capaz de determinar el diagnóstico (Entonces), pudiendo indicar la prescripción farmacológica para esa patología. Esta sub-disciplina es considerada la que más se ha desarrollado dentro de la IA. Un Sistema Experto posee un gran conocimiento, incluso puede superar al humano, pero en un campo muy acotado y específico.

Para que el Sistema se convierta en Experto, debe ser entrenado mediante el ingreso de información correcta, suministrada por expertos humanos en el tema. Hay que tener en cuenta que los datos ingresados deben ser correctos y, si los datos son ingresados por un grupo de expertos, que estos datos no sean contradictorios unos con otros.

Dentro de las aplicaciones militares de esta tecnología se puede encontrar la planificación de misiones (IEEE, 2019).

Visión de máquina: Esta sub-disciplina utilizada para el reconocimiento de imágenes fijas (fotos) o en movimiento (video) ya sea grabadas o en vivo y en directo. Se la considera la sub-disciplina más atractiva de la IA, los algoritmos más populares de Aprendizaje Profundo son para realizar reconocimiento de objetos o reconocimiento de caracteres (Goodfellow et al., 2016). La visión por computadora aborda métodos para capturar la información, procesar, analizar y, quizás lo más importante, comprender las imágenes del mundo real con el fin de tomar decisiones (IEEE, 2019, p.30).

Al igual que el Procesamiento del Lenguaje Natural, y como el cerebro humano, en esta sub-disciplina, el algoritmo debe comenzar a reconocer objetos mediante el aprendizaje previo, por ejemplo, para reconocer un vehículo en particular, primero deberá saber cuáles son las imágenes correctas, luego podría ser capaz de reconocerlo independientemente del color, tamaño, posición, etc.

Aprendizaje automático: Esta sub-disciplina consiste en utilizar algoritmos que aprenden observando las interacciones con el mundo y sus procesos de toma de decisiones (Goodfellow et al., 2016). Los algoritmos utilizados se pueden categorizar según cómo obtienen la experiencia. El aprendizaje automático supervisado utiliza de entrenamiento que le indican cuáles valores son los correctos, una vez entrenado el algoritmo, se procede a entregar los datos de entrada para recibir la respuesta esperada. Este tipo de algoritmos es utilizado generalmente en tareas de regresión, por ejemplo, en la predicción del movimiento de los mercados.

Debido a que no siempre se puede contar con los datos correctos o, en ocasiones, es difícil saber cuáles datos son los correctos, o directamente no hay datos correctos e incorrectos, se utilizan algoritmos de aprendizaje automático no supervisado. El algoritmo identifica patrones y relaciones en el conjunto de datos de entrada, sin necesidad de datos de entrenamiento como el anterior. Esta es una tarea más difícil que el supervisado, pero es ideal para trabajos de clasificación y/o encontrar patrones ocultos. Un ejemplo de la utilización de el aprendizaje automático no supervisado es el filtrado de conversaciones a partir de una grabación con sonido ambiente y música de fondo.

Otra clase de aprendizaje automático es el aprendizaje por refuerzo. Este utiliza un algoritmo de aprendizaje semejante al no supervisado, al que se le aplica un sistema de castigo-recompensa, lo que optimiza a este algoritmo en encontrar la solución deseada por medio de su propia experiencia e interactuando con el entorno.

Por último, el aprendizaje profundo es otra clase del aprendizaje automático. Este permite a las computadoras aprender desde la experiencia y comprender el mundo en términos de jerarquía de conceptos (Goodfellow et al., 2016). El aprendizaje profundo es utilizado, por ejemplo, en donde hay gran cantidad de datos (*Big data*), cuando estos no están estructurados o rotulados.

El Aprendizaje Automático en todas sus clases ha comenzado a utilizar cada vez más un tipo de arquitectura llamada redes neuronales. Las redes neuronales constan de módulos llamados “neuronas” que realizan cierto proceso individual. Las neuronas están acomodadas en distintas capas, interconectándose cada neurona de una capa con una, varias, o todas las neuronas de la capa siguiente. Las diferentes capas se pueden diferenciar en tres tipos distintos: capa de entrada, capa(s) oculta(s) y capa de salida. Cabe destacar que existen sólo una capa de entrada y una de salida, independientemente de la cantidad de neuronas que tengan en cada una de ellas, pero pueden haber una o varias capas ocultas, dependiendo de la complejidad del análisis de la información que se deba realizar. Son denominadas capas ocultas debido a que no tienen interacción con el usuario, al contrario con lo que pasa con las de entrada y salida. Las conexiones entre neurona y neurona están ponderadas por un valor, un “peso” que indican al algoritmo a qué neurona tomar en cuenta por sobre otras.

Un sistema de aprendizaje profundo que se dedique al análisis de fotografías podría contar con un número de neuronas de entrada en el cual cada neurona sea un píxel. En una capa oculta podría tomarse grupos de píxeles para determinar bordes mediante el cambio de contraste de los

primero. Una vez detectados los bordes, otra capa oculta podría detectar esquinas, que son simplemente la unión de dos bordes. Una o unas capas siguientes podrían dedicarse a la descripción de los bordes y esquinas para detectar partes específicas de un objeto, como por ejemplo un ojo, un faro, etc. Una última capa, de salida, podría determinar a partir del análisis de las partes específicas de los objetos que hay, qué se está viendo en la fotografía (un automóvil, una persona, etc.).

Una función que utilizan algunas de las redes neuronales más modernas es el algoritmo llamado “Backpropagation” o propagación inversa. Este algoritmo retroalimenta la red neuronal reacomodando los parámetros del modelo. El dato ingresa por la entrada del algoritmo, siendo modelado según patrones reales seleccionados aleatoriamente, se computa la salida por cada neurona de la o las capas ocultas hasta la capa de salida, se calculan los errores y se retroalimentan las capas ocultas ajustando el “peso” de cada neurona para reducir el error calculado. Se continúa realizando este proceso hasta que el error es el más bajo posible, obteniéndose una salida deseada. Este es un concepto similar al aprendizaje automático por refuerzo, salvo que este se realiza neurona por neurona.

Por último, cabe mencionar que las sub-disciplinas mencionadas antes que el aprendizaje Automático, utilizan alguna forma de este. Por ejemplo, la Visión de máquina utiliza el aprendizaje profundo para el análisis de imágenes.

Robótica: Si bien la robótica es otra sub-disciplina de la IA, esta engloba todas las sub-disciplinas anteriormente mencionadas, en el sentido de que una máquina robótica necesita información de su entorno para interactuar con él, ocupando la visión de máquina para analizar el entorno visual, el procesamiento del lenguaje natural para interactuar con el ser humano, entre otros. Por correlación, si las anteriores sub-disciplinas mencionadas utilizan aprendizaje automático y la robótica utiliza estas sub-disciplinas, se deduce que la robótica también utiliza aprendizaje automático en sus distintas clases para cada una de sus funciones específicas.

La robótica es una de las disciplinas con mayor aplicación, robots que realizan trabajos continuos en fábricas, vehículos no tripulados, civiles (como el piloto automático del automóvil Tesla), como militares, ya sean terrestres, aéreos, espaciales o marítimos.

1.2 Aplicaciones militares de la IA en países rectores.

Pocos son los países que predominan en el campo de la IA militar aplicada al Nivel Operacional. Estos países son Estados Unidos, China e Israel. Si bien Rusia está considerado uno

de los Estados en la vanguardia de estas tecnologías, la principal aplicación militar de esta está orientada al nivel táctico, por medio de la utilización de drones principalmente, por lo que es excluido del análisis.

Desde hace algunos años que Israel considera necesario la utilización de la IA en el campo de la seguridad nacional. Para esto modificó su ecosistema tecnológico, en el que la parte industrial de trabajo y el desarrollo intelectual están estrechamente relacionados con el poder militar israelí. Debido a esto, es uno de los países más avanzados en tecnologías de punta, entre los que se encuentran la ciberdefensa y la Inteligencia Artificial. Israel es de los primeros países en utilizar la IA en una operación militar⁹. Grandes cantidades de datos suministrados por inteligencia humana e información geográfica fueron analizadas para realizar ataques de precisión. Esta información geográfica fue recopilada por distintos sensores (autónomos y no autónomos) para identificar y localizar lanzadores de cohetes instalados por Hamas. Los militares israelíes aprovecharon los algoritmos desarrollados por las compañías de desarrollo nacionales. Así como también de la información recopilada de cualquier modo, como por ejemplo, telefonía celular. Asimismo, la IA fue utilizada para determinar la trayectoria de los cohetes, basadas en información de radar, interceptando prioritariamente aquellos que se dirigían a áreas densamente pobladas. Este sistema no interceptaba cohetes cuya trayectoria sea en áreas despobladas, colaborando con la economía de medios, ya que cada misil interceptor cuesta alrededor de cincuenta mil dólares norteamericanos. (Kumon, 2021).

Israel considera crucial la superioridad tecnológica con la IA como centro de esta superioridad. La IA es utilizada en sistemas de defensa aérea. Asimismo, se utiliza en inteligencia y telecomunicaciones militares para mejorar las capacidades de sistemas de alerta temprana. La IA asiste a las IDF¹⁰ en planeamiento operacional utilizando sistemas de planeamiento y simulación. Pueden arribar a conclusiones que eran imposibles de alcanzar mediante esfuerzos humanos, debido a las dificultades de manejar y analizar grandes cantidades de datos. (Antebi, 2021).

China es el principal competidor de los Estados Unidos de Norteamérica, el actual país predominante en tecnologías de IA. Este país posee varios programas organizados a mejorar su estrategia en el campo de la IA. El presupuesto para investigación y desarrollo de IA en China se estima en un mínimo de billones de dólares. Se hace énfasis en la estimación porque no es un

9 La operación “Guardians of the Walls” entre Israel y Palestina en la franja de Gaza, inició el día 6 de mayo de 2021 y duró 11 días.

10 IFD son las siglas de Israeli Defense Forces o Fuerzas de Defensa Israelíes.

dato público. (Antebi, 2021). El ecosistema tecnológico de China es también diferente a lo normal, lo que le da cierta ventaja. Existen pocas barreras entre el sector privado, el académico, el militar y el gobierno, por lo tanto el gobierno chino tiene acceso a la investigación, desarrollo e implementación de la IA fuera del sector público y puede priorizar y guiar esos procesos según sus necesidades. Por otro lado, el hecho de que el gobierno chino no respete algunos derechos individuales de sus ciudadanos, al contrario con el resto de las democracias de occidente, permite obtener grandes cantidades de datos de su población, lo que le da una ventaja considerable a la hora de entrenar sistemas de IA.

En desventaja, China tiene la dificultad de reclutar expertos y compañías del resto del mundo. La calidad del Hardware y Software chino orientado a IA es pobre tecnológicamente comparado con los Estados Unidos. A pesar de esto, China se ha esforzado hasta llegar al segundo puesto por detrás de los Estados Unidos en cuanto a IA de propósitos generales, demostrando un crecimiento masivo en investigación y aprendizaje profundo. A pesar de la prohibición del gobierno norteamericano sobre la venta de procesadores de gran poder de procesamiento por parte de las empresas locales hacia China, este último se las arregló para desarrollar su propio procesador sustituto, diseñando la súper computadora más rápida del mundo a partir de 2016. China ha realizado una fuerte inversión en IA, en especial en el *China Brain Plan*, un ambicioso esfuerzo para desarrollar una IA basada en el funcionamiento del cerebro, cuyas aplicaciones son destinadas de manera dual, al ámbito civil y militar, por ejemplo, sistemas autónomos, ciberseguridad y gobernanza social. (De Spiegeleire et al., 2017).

Los Estados Unidos de Norteamérica está considerado como el actor más prominente en este campo. Ha estado involucrado activamente en su investigación y desarrollo desde el comienzo. Desde las aplicaciones tácticas, como los drones, hasta los sistemas operacionales y estratégicos, este país ha intentado ser el líder en IA (De Spiegeleire et al., 2017). Un proyecto de nivel estratégico y operacional es el JADC2¹¹, un sistema de Comando y Control que interconecta sensores con sistemas de armas, independientemente de la Fuerza Armada a la que pertenezcan. Cada una de las Fuerzas Armadas desarrolló su propia red, por lo que entre ellas resultaron ser incompatibles. Este sistema crea una red de redes utilizando algoritmos de IA para ayudar a mejorar la toma de decisiones. De la misma manera que Uber¹² realiza la unión de un cliente con la mejor opción de chofer (basado en un algoritmo que lo determina dependiendo de

11 JADC2: Joint All-Domain Command and Control o Comando y Control Conjunto Multi Dominio.

12 Uber es la compañía dedicada al transporte de pasajeros por medio de una aplicación, la misma no cuenta con vehículos propios sino que los choferes son personas que se suscriben en esta aplicación aportando su vehículo.

la distancia, el tiempo de viaje y cantidad de pasajeros, entre otras) el sistema JADC2 utiliza algoritmos similares para que determinados blancos sean recomendados para determinados sistemas de armas (Hoehn, 2021).

Los Estados Unidos se han impuesto una meta de ser el país líder en nuevas tecnologías, incluyendo la IA. Se incrementó la colaboración entre la industria y la academia y utilizando la experiencia de investigación y desarrollo civiles y recursos privados para ser utilizados con fines de seguridad nacional.

En el año 2018, se creó el JAIC¹³ en el ámbito del Departamento de Defensa norteamericano, cuyo objetivo primario era coordinar esfuerzos de desarrollo de IA, implementación y utilización.

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos invirtió alrededor de seiscientos millones de dólares en desarrollo de IA, incrementando a más de ochocientos millones de dólares en los próximos años. De acuerdo a ese departamento, se intentará llevar una inversión de dos mil millones de dólares para promocionar proyectos de IA entre 2018 a 2023. Si bien el presupuesto de 2020 en este área refleja la gran inversión, ese presupuesto es aún insuficiente para desarrollar y utilizar esta tecnología, esto podría provocar que Estados Unidos sea superado por China, que busca ser el país líder mundial en IA.

Una dificultad que presenta esta nación, es que le resulta difícil reclutar al sector privado para el esfuerzo nacional. Esto es dado porque Estados Unidos emerge como el líder en este campo mediante las acciones de compañías privadas, de las cuales el Departamento de Defensa compra su producto y lo adapta a las necesidades militares. Las diferencias entre los estándares militares y civiles, produce que muchas empresas no quieran trabajar para el Departamento de Defensa por la complejidad de los procesos militares. Asimismo, el mencionado departamento posee serias capacidades de reclutamiento de expertos debido a las diferencias de salarios que pueden proveerles, comparados con los del sector privado.

Otra de las dificultades que enfrenta Estados Unidos en el reclutamiento de empleados es que la utilización de la IA para el Departamento de Defensa es a sistemas de armas o a espionaje, dejando dudas sobre la ética de utilización de los sistemas. Un ejemplo particular de esto fue el Proyecto Maven que, como parte de este proyecto, se contrató a la empresa Google para emplear su IA con el fin de interpretar videos tomados por drones. Los empleados de Google notaron que su trabajo estaba apuntado a el uso de Sistemas de Armas Autónomas y que estas podrían

13 JAIC: Joint Artificial Intelligence Center o Centro Conjunto de Inteligencia Artificial (Traducción del autor).

desarrollar operaciones donde utilizaran armamento letal sin ninguna intervención humana. Esto provocó el descontento en varios de estos empleados y obligaron a Google a abandonar el proyecto. (UNDEF, 2018), (Wakabayashi & Shane, 2018).

1.3 Uso de la Inteligencia Artificial en el ámbito argentino.

El documento que indica la dirección estratégica que tomará la Argentina en temas de defensa es la DPDN. En el año actual se aprobó la correspondiente a la gestión de Gobierno actual, en la que indica la importancia del desarrollo de nuevas tecnologías, orientadas a la información, como lo son, la transmisión de datos, y que estas tecnologías obligan a evaluar el impacto de estas próximas tecnologías.

Para el Poder Político argentino, según se plasmó en la DPDN, es necesario explotar la posibilidad de nuevos efectos militares a partir de la combinación del conocimiento tradicional de empleo con formas innovadoras basadas en tecnología, conocimiento y aprovechamiento dual (Poder Ejecutivo Nacional, 2021, p.21). En este párrafo incluye a la IA y al aprendizaje automático, entre otros, como tecnologías que ofrecen posibilidades para disminuir la brecha tecnológica con las grandes potencias. En este sentido, la innovación propia debe ser integral y no solo la incorporación de la tecnología, para obtener ventajas estratégicas y operacionales. (Poder Ejecutivo Nacional, 2021).

Esta directiva direcciona el planeamiento estratégico militar sobre la base de diferentes factores, de los cuales se desprende: la “priorización de las capacidades de Vigilancia, Comando, Control, Comunicaciones, Informática, Inteligencia y Guerra Electrónica, con el objetivo de contar on la adecuada ‘alerta temprana estratégica’ y consolidar la eficacia en la ejecución de la misión principal del Instrumento Militar (Poder Ejecutivo Nacional, 2021, p.25).

Según lo indica el mismo documento, mediante el Fondo Nacional de la Defensa (FONDEF), creado por ley N° 27.565, se busca aumentar el presupuesto de las Fuerzas Armadas para su modernización y adquisición de tecnología, con el objetivo ulterior de [...] alcanzar una mayor capacidad de disuación y de control soberano del territorio, así como afianzar la producción industrial para la Defensa, impulsar la cooperación tecnológica regional e internacional, [...] (Poder Ejecutivo Nacional, 2021, p. 10).

En su capítulo III, la DPDN ordena al Ministerio de Defensa (MINIDEF) en materia de investigación, política industrial y producción para la Defensa, alcanzar un sistema coordinado de investigación, desarrollo, innovación y producción (I+D+i+P), que fortalezca las capacidades

del Instrumento Militar y articule con el sistema científico, tecnológico y productivo nacional, afianzando la soberanía tecnológica. Mediante el Programa de Investigación y Desarrollo para la Defensa (PIDDEF), se busca actualizar, potenciar y ampliar los instrumentos de estímulo del sistema científico-tecnológico para la Defensa, con el objetivo ulterior de agilizar la articulación del sistema Educativo Nacional. Asimismo, también ordena potenciar programas tecnológicos orientados a la vigilancia y control estratégicos, así como como al desarrollo de nuevos sistemas y aplicaciones vinculadas a las innovaciones y avances de sistemas de armas. (Poder Ejecutivo Nacional, 2021).

La DPDN, a su vez, prioriza las inversiones que permitan desarrollar capacidades militares y denoten un salto cualitativo en las Fuerzas Armadas, en cuanto a este marco, se encuentran los Sistemas C4I2VR¹⁴ como primera prioridad, seguido por Sistemas satelitales de comunicaciones y observación, sistemas no tripulados y sistemas de ciberdefensa.

Esta directiva responsabiliza al EMCO para orientar y coordinar proyectos tendientes a lograr una arquitectura única de Comando y Control de nivel Estratégico Militar, interoperable e integrable con todos los niveles de la conducción. Este sistema permitiría optimizar el conocimiento situacional y la toma de decisiones en tiempo y oportunidad, contribuyendo a la “Alerta Temprana Estratégica” mencionada anteriormente. [...] cabe puntualizar que lo que se busca no es la integración de las plataformas preexistentes, sino alcanzar un entorno único multinivel que asegure la integración de todas las instancias de nivel superior del Instrumento Militar (Poder Ejecutivo Nacional, 2021, p.37). Esto quiere decir que se deberá desarrollar una plataforma nueva, dando pie a la utilización de sistemas con IA para agilizar las operaciones tal como lo indica el párrafo posterior al que se transcribió. El EMCO deberá incrementar las capacidades de C4I2VR donde el diseño de estas capacidades deberá prever el desarrollo de [...] sistemas que incorporen inteligencia artificial (Poder Ejecutivo Nacional, 2021, p.37).

14 C4I2VR: Comando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, Interoperabilidad, Vigilancia y Reconocimiento.

Capítulo 2 – La Inteligencia Artificial aplicada en la función Comando y Control.

2.1. El Comando y Control.

Según la publicación JP 3-0 Joint Operations, de los Estados Unidos de Norteamérica, el Comando y Control (C2) engloba el ejercicio de la autoridad y dirección por un comandante sobre las fuerzas asignadas para completar la misión. El Comandante de Fuerzas Conjuntas provee visión operacional, guía y dirección de la fuerza conjunta (Joint Chiefs of Staff, 2018).

El C2 es la función cuya finalidad es asegurar que las operaciones se lleven a cabo de acuerdo a las directrices del comandante. El Comando planifica, mientras que el Control ejecuta.

En la publicación PC 00-01 (proyecto) se define al Comando como:

[...] la autoridad legal con que se inviste a un militar, denominado Comandante o Jefe, para ejercer el mando sobre una organización militar, a fin de asignarle misiones y alcanzarlas exitosamente. Dicha autoridad está especificada por cargo y grado, por un conjunto de leyes que la encuadran, limitan y prescriben en forma específica. (EMCO, 2018, p.53)

Mientras que al Control como:

[...] el conjunto de actividades destinadas a evaluar, fiscalizar y verificar el desarrollo de la acción y sus resultados, y reencauzar la dirección del planeamiento. El Control es inseparable de la función de Comando y se efectúa mediante la utilización de un conjunto de medios, técnicas y procedimientos que facilitan la adopción de medidas destinadas al mejor cumplimiento de la misión. (EMCO, 2018, p.58-59)

La publicación PC 13-01 (experimental) define al C2 como

[...] el ejercicio de la conducción y autoridad del Comandante sobre fuerzas asignadas y agregadas para el cumplimiento de la misión, quien establece su visión a nivel Operacional a través de orientaciones y directivas que se materializan en decisiones para conducir el empleo de la fuerza conjunta. (EMCO, 2019, Cap.IV, p.3-4)

En la misma publicación se infiere también que el Control es inherente al comando. Para un decisor, la clave no está en tomar las decisiones rápidas, sino más bien oportunas y más veloces que el adversario.

La función de C2 puede incluir algunas de estas tareas:

1. Establecer, organizar y operar el puesto de comando de la Fuerza Conjunta.

2. Comandar las fuerzas subordinadas.
3. Preparar, modificar y publicar planes, órdenes y guías.
4. Establecer autoridades de comando entre los comandantes subordinados.
5. Asignar tareas, prescribir estándares de performance de las mismas y designar Áreas de Operaciones.
6. Priorizar y asignar recursos.
7. Manejar el riesgo.
8. Comunicar y asegurar el flujo de información a través del Estado Mayor y la Fuerza Conjunta.
9. Evaluar el progreso hacia el cumplimiento de las tareas, creando condiciones y logrando objetivos.
10. Coordinar y controlar el empleo de capacidades conjuntas para crear efectos letales y no letales.
11. Coordinar, sincronizar y, cuando sea apropiado, integrar operaciones conjuntas con las operaciones y actividades de otros participantes.
12. Asegurar el flujo de información y reportes desde y hacia la autoridad superior.

El C2 se basa en la velocidad de toma de decisiones, por lo que se necesita celeridad en este sentido. Mejorando la velocidad que se obtiene la información y se determina el *Situational Awareness*, o Conocimiento de la Situación, se obtienen más rápido las alternativas y el decisor puede determinar cuál es la opción más conveniente.

La evaluación de la situación requiere tener un buen conocimiento integral y en tiempo real del campo de batalla, con el fin de proporcionar la mayor cantidad de información posible. Si bien lo anterior pertenecería a la función Inteligencia, es una parte importante para que el Comando y Control tenga un conocimiento de la situación en todos los aspectos y niveles.

Un análisis de la situación que se desarrolle a mayor velocidad que el oponente, logrará darle la iniciativa a un comandante, otorgándole mayor libertad de acción y acortando la del oponente. Cualquier cambio en la disposición del enemigo, el desgaste, las prioridades las tácticas enemigas pueden desencadenar la necesidad de una redistribución de tropas

(Department of the Navy, 2008). Es responsabilidad del Comandante monitorear estos cambios y prepararse para realizar los ajustes necesarios para llegar al Estado Final Deseado.

Una vez adquirida y analizada la información, el sistema podría modelar y simular acciones del oponente, según la personalidad de los dirigentes, su conducta, la determinación, adiestramiento y moral del personal que compone las fuerzas enemigas, con el fin ulterior de obtener los mejores modos de acción en la etapa de planeamiento.

El ciclo de decisión de un comandante lo ayuda a comprender el entorno operativo y ejecutar el diseño durante la preparación y ejecución de la campaña. Este ciclo comprende cuatro pasos recursivos a saber: Observación, Orientación, Decisión y Acción, conocido como el ciclo OODA. Este modelo aplica a cualquier conflicto de dos bandos, donde los actores son dos individuos enfrentados en un combate mano a mano. El modelo reconoce al decisor como el elemento crucial en el proceso de C2. Un comandante primero Observa el ambiente (utilizando sensores, sistemas de información o reportes de situación de sus subordinados) con el fin de recolectar datos acerca del ambiente y de la disposición y composición del enemigo y fuerzas aliadas. Estos datos son normalmente correlacionados, fusionados y mostrados en una misma representación, puede ser mediante cartas o pantallas. Luego, el comandante se Orienta al ambiente, esto quiere decir, se forma una imagen mental de la situación, convirtiendo la información recibida en estimaciones, supuestos y juzgamientos de lo que está sucediendo. Aquí la inteligencia juega un rol importante apoyando al comandante en su habilidad de orientarse. De la orientación, el comandante deriva su entendimiento del campo de batalla o Conocimiento de la Situación. Basado en su entendimiento, él Decide un curso de acción y realiza un plan. Finalmente, expone su intención y emite órdenes para poner ese plan en Acción. Durante la acción, el comandante monitorea la ejecución de las operaciones y calibra sus resultados, completando un ciclo y comenzando el próximo. A través del ciclo, la fricción y la niebla obstaculizan continuamente la habilidad del comandante para observar, orientarse, decidir y actuar (Department of the Navy, 1995).

2.2 Aplicación militar en un sistema de IA de Comando y Control Conjunto Argentino.

Ya se ha demostrado en el capítulo anterior que los países denominados rectores en IA están utilizando a esta tecnología para apoyar sus operaciones tanto de nivel táctico como operacional. También ha quedado establecido que en la Argentina en la actualidad no hay ningún sistema de C2 basado en IA y tampoco se han encontrado proyectos sobre ese tema. Se ha establecido también la necesidad de incorporar esta tecnología según lo indicado por la última

DPDN, que ha sido descrito en el Capítulo 1. De lo establecido en el presente capítulo, se desprende que un sistema de IA aplicado al C2 aportaría una ventaja considerable contra un enemigo que no posea esta tecnología. Un sistema con IA aceleraría el ciclo OODA automatizando algunas de las tareas que resultan tediosas para realizar por uno o un grupo de humanos. La Orientación de un comandante dentro del ciclo OODA requiere que el mismo haya tenido la mayor cantidad de información y datos en el menor tiempo posible, habiendo sido analizada y procesada.

Un sistema de IA orientado a la adquisición de datos por medio de drones, satélites, patrullas adelantadas o cualquier otro sistema de obtención, ayudará al comandante a determinar la composición y disposición del enemigo. Un dron autónomo dotado de un sistema de visión de máquina puede reconocer contactos para luego clasificarlos, ya sea por comportamiento, reconocimiento de siluetas, firma infrarroja o acústica. A la vez, este sistema alimentaría a otro de aprendizaje automático supervisado, que determine de qué tipo de plataforma se trata de las características que indicó el sistema predecesor, obteniendo de una base de datos las capacidades que esta plataforma posee, obteniendo la peligrosidad de la misma. Además, un sistema de procesamiento del lenguaje natural interceptaría las comunicaciones que, en caso de estar encriptadas, podría utilizar un sistema experto o de aprendizaje profundo para descifrarlas. Estas comunicaciones servirían para confirmar la identidad del contacto, determinando idioma y realizando la traducción a nuestro idioma en caso de necesidad. Este dron estaría enlazado con el sistema de C2 y, junto a otros sensores inteligentes dotados de IA, permitirían que el sistema desarrolle una imagen clara de la situación actual.

El sistema de C2, podrá determinar, además, basado en información de la cultura, religión y diplomacia, moral, tecnología (IEEE, 2019). El sistema sería basado en aprendizaje profundo que recoje y analiza la *Big data* del ciberespacio para obtener esta información y la que se pueda obtener desde este espacio. Un sistema de inteligencia humano-artificial podría abastecer también a este sistema con información confiable y útil. Con esta información se podrá determinar la conducta, temperamento y apreciar posibles modos de actuar, tanto de las fuerzas enemigas como de sus líderes y jefes.

Una vez analizada la información y entregada al comandante para su orientación, el sistema de C2 podrá asesorar al comandante los modos de acción posibles para ser utilizados en el planeamiento. Asimismo, el sistema estaría en condiciones de modelar y simular acciones del enemigo basado en la conducta de sus dirigentes, determinación moral del personal que

componen sus fuerzas armadas, con el fin ulterior de obtener los mejores modos de acción. Un sistema de aprendizaje profundo podría calcular el riesgo para cada modo de acción, aproximando el número de bajas y pérdida de material en base a simulaciones, para determinar cuál de los modos de acción determina el menor riesgo, así como necesidades sanitarias (cadena de evacuación, previsión de ocupación de camas, etc.).

Basado en la inteligencia recibida, las amenazas y la dirección de la misma, un sistema de IA del tipo aprendizaje profundo puede determinar las mejores disposiciones, formaciones y maniobras para presentarlas al decidor. Asimismo, un sistema de aprendizaje automático determinaría de manera autónoma y mucho más precisa la logística basado en estadísticas de consumos, velocidades, mantenimiento.

En el planeamiento, el comandante también podrá establecer órdenes, guías y requerimientos críticos de información en un formato para fácil lectura de una máquina mediante el proceso de lenguaje natural. Así como el ciclo OODA, el planeamiento jamás termina, cuando las fuerzas comienzan con la maniobra y movimiento, el comandante necesita ejercer el control de las fuerzas, por lo que necesita supervisar constantemente de las acciones a fin de ajustarlas a la dinámica de la situación. De aquí emergen nuevos requerimientos críticos de información, que pueden ser solventados por el sistema de aprendizaje profundo mencionado anteriormente, sobre el campo de batalla.

Muchos intentos de incorporar a la IA en el proceso del planeamiento militar. En la década de los 80, se determinaron dos posibles aplicaciones militares, los sistemas expertos y el procesamiento del lenguaje natural. El primero debía poseer la capacidad de resolver problemas, asesorar, predecir y proveer una racionalidad en un área estrecha a considerar. El segundo tendría la capacidad de comunicar al usuario con el sistema informático. Debido a que la tecnología en ese momento no alcanzaba la capacidad de procesamiento requerida, en particular la comunicación humano-máquina, esto debió hacerse para una muy limitada cantidad de comandos. Por este motivo el primer proyecto fracasó.

A modo de ejemplo, en la operación Tormenta del Desierto, la empresa DARPA¹⁵, junto con la Corporación MITRE y la Universidad Carnegie-Mellon, desarrollaron una herramienta que, por medio de IA, podía identificar los requerimientos logísticos militares. Para el Comando de Transporte Norteamericano y el Comando Europeo el sistema fue un éxito. Ese sistema fue

15 DARPA, siglas de Defense Advanced Research Projects Agency, o Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa, de los Estados Unidos de Norteamérica.

evolucionando hacia el sistema JADE¹⁶, una herramienta de planeamiento para realizar planes de despliegue a gran escala y de gran complejidad, logrando resultados en aproximadamente una hora (Branch, 2018).

El sistema de Ciencia, Tecnología y Producción para la Defensa funciona a raíz de seis elementos:

1. La base está compuesta por Universidades, en las cuales se generan las bases del conocimiento mediante las investigaciones de docentes y alumnos. Un ejemplo es la Universidad Tecnológica Nacional, que ha desarrollado proyectos con alumnos y profesores con las Fuerzas Armadas.
2. Cuando se obtienen los conocimientos necesarios se aplican en centros de Investigación y Desarrollo, en los cuales conviven la ciencia y la tecnología por un fin común. CITEDEF¹⁷ y CIDESO¹⁸ son ejemplos de estas instituciones. Estas instituciones crean prototipos de los proyectos desarrollados por las universidades y potenciados por los Centros de I+D.
3. Las Empresas de Ingeniería llevan la gestión de los proyectos con los recursos, para que se lleven adelante estos proyectos. Estas empresas producen los prototipos que mejor se desenvuelven de la línea anterior, pero a baja escala.
4. Industrias dedicadas a la fabricación y producción a gran escala de los prototipos desarrollados en los Centros de I+D. Las Fabricaciones Militares son un ejemplo en el campo militar de estas industrias.
5. Las empresas de Servicios pertenecen al área logística necesaria para la fabricación del producto y para la distribución del mismo a los destinatarios.
6. Por último se tiene la Fuerza, materializada en la Unidad requiriente del producto.

El MINIDEF, a través de la Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa, es el organismo encargado de la articulación de cada uno de los escalones anteriormente mencionados, con el fin de que un proyecto iniciado en la Universidad y que tenga el potencial suficiente, termine siendo producido y entregado a las Unidades de las Fuerzas

16 JADE, siglas de Joint Assistant for Development and Execution, o Asistente para el Desarrollo y Ejecución Conjunto.

17 CITEDEF, Acrónimo de Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa.

18 CIDESO, Acrónimo de Centro de Investigación y Desarrollo de Software del Ejército Argentino.

Armadas. Para este fin, el MINIDEF ha desarrollado a partir del año 2008 los Programas de Investigación y Desarrollo para la Defensa (PIDDEF), en estos, el Ministerio, a través de la Secretaría ya mencionada, convoca a la presentación de Proyectos de Investigación y Desarrollo vinculados con la Defensa Nacional. Este programa tiene como objetivo fomentar la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), financiando los proyectos que estén orientados a la obtención de soluciones verificables, demostrables o prototipos de nuevas tecnologías o nuevos usos, que sean destinados a mantener, actualizar, incrementar o incorporar capacidades para la Defensa Nacional (Ministerio de Defensa, 2017).

Para implementar un sistema basado en IA para el C2 se deberá llevar a cabo paulatinamente en concordancia al sistema de Ciencia, Tecnología y Producción para la Defensa explicado anteriormente. Comenzando por proyectos de fabricación de sensores autónomos o tripulados que alimenten de información estructurada y digitalizada al futuro sistema de C2. Estos proyectos pueden ser desarrollados por las Universidades y Centros de Investigación y Desarrollo, solicitados por entes técnicos militares, o bien, por estos entes técnicos con apoyo de las Universidades. Estos proyectos serían financiados por los PIDDEF, como lo es el “Vehículo Autónomo de Exploración” realizado por la Facultad de Ingeniería del Ejército Argentino, o el “Desarrollo de una consola de operaciones que pueda vincularse mediante una interfase de comunicación bidireccional al Sistema de Comando y Control de Unidades tipo MEKO 360, 140 y TR 1700” realizado por el Servicio de Análisis Operativo, Armas y Guerra Electrónica de la Armada (SIAG). (Argentina.gob.ar, 2020).

Cuando estos proyectos maduren y se conviertan en prototipos viables, empresas tecnológicas como INVAP podrán dedicarse a la producción en baja escala de los mismos. Cabe destacar que esta empresa ha estado desarrollando sistemas de radares 3Dm sensores electro-ópticos, soluciones para Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR¹⁹), centros de C2²⁰, simuladores de Operación de Sistemas y servicios de extensión de ciclo de vida y modernización de sistemas (INVAP, 2021).

No es necesario el establecimiento de una línea de producción estable y de calidad de exportación para realizar los primeros proyectos orientados a la obtención de conocimientos sobre el desarrollo de la IA aplicada al C2 y al planeamiento conjunto. Pero sí se deberá esperar a esto para poder avanzar en proyectos de desarrollo de prototipos de estos sistemas.

19 ISR por sus siglas en inglés de Intelligence, Surveillance and Reconnaissance.

20 Si bien se mencionan centros de C2, no se tiene mayor información al respecto.

Debido a la evolución de los algoritmos de aprendizaje profundo, motivados por una perspectiva neurocientífica, la cantidad de procesamiento aumentó con ella. Desde los años cincuenta, con simples algoritmos, hasta la actualidad, con redes neuronales mucho más complejas, la carga del procesador fue aumentado debido a la cantidad de operaciones que debe realizar. Si bien los algoritmos desde los años ochenta hasta la actualidad no han cambiado sustancialmente, han sido optimizados. Lo que sucede con la capacidad de procesamiento, también se ve reflejado en la utilización y velocidad de transferencia de memoria. En la actualidad, el avance tecnológico ha permitido que los algoritmos y redes neuronales de la IA se desempeñen con los recursos que necesitan. (Goodfellow et al., 2016).

Desde hace décadas, las redes neuronales actuales poseen un número de conexiones por neurona similar al de un mamífero pequeño, pasando desde el orden de las 10 conexiones en un principio, hasta unas 10^4 conexiones en 2015. Las redes neuronales han duplicado su tamaño cada 2 años y medio aproximadamente desde que se introdujeron las capas ocultas (Goodfellow et al., 2016). Cuanto más grande la red neuronal, más complejas las operaciones que puede realizar, o bien mejorar la exactitud de las tareas que realizaban hasta el momento. El margen de error que presentan el aprendizaje profundo ha caído desde un 26,1% a por debajo del 5% en el año 2015, debido a los avances tecnológicos actuales (Goodfellow et al., 2016).

Como ya se ha explicado anteriormente, las redes neuronales han utilizado como unidad de procesamiento las CPU de la misma computadora. Luego, las CPU de múltiples núcleos y la interconexión de varias computadoras ha logrado un incremento de la velocidad y capacidad de procesamiento. En paralelo a estos las GPU, que ingresaron al mercado para soportar el alto grado de procesamiento gráfico, fueron evolucionando hasta un nivel de procesamiento y tasa de transferencia mucho mayor que las CPU, colocándolas como favoritas a la hora de procesar algoritmos de IA. En la actualidad, gracias a que se descubrieron otras aplicaciones para las GPU, estas han mutado a GP-GPU²¹ para un mejor aprovechamiento del Hardware. Un caso de aplicación de estas GPU es el de la empresa NVIDIA™, que ha desarrollado un hardware llamado “NVIDIA DGX SUPERPOD”, el cual es una supercomputadora basada en GPU optimizada para la IA. Esta computadora, además, es interconectable con otras de su mismo tipo para aumentar la capacidad de procesamiento. (NVIDIA, 2020b).

Todo esto nos indica que la tecnología de las computadoras actuales tienen la capacidad de operar con los algoritmos y las redes neuronales de la IA, esto implica dos obstáculos más a

21 GP-GPU, acrónimo de General Purpose Graphics Processing Unit, o Unidad de Procesamiento Gráfico de Propósitos Generales.

sortear. A mayor requerimiento de procesamiento, mayor consumo de energía. Por ejemplo, una tarjeta GPU de la empresa AMD consume 300 Watts de potencia (AMD, 2020). El gran consumo de energía debido al procesamiento produce una elevación de la temperatura del procesador, ya sea CPU o GPU, por lo que se requieren sistemas de refrigeración cada vez más complejos.

Cualquier sistema de IA necesita una elevada capacidad de almacenamiento de datos para el entrenamiento y aprendizaje, sumado a la necesidad de una elevada transferencia de datos con la memoria y el procesador. Los discos rígidos de estado sólido son la mejor opción al momento. Otra de las necesidades del sistema de IA es una conexión de red de muy alta velocidad, ya sea conexión en una intranet o en internet, cada una de ellas tiene sus ventajas y vulnerabilidades. Una conexión a internet logra obtener datos del enemigo que esté en este espacio, como las redes sociales o sitios web dedicados, foros. La vulnerabilidad de esta red es la posible intromisión de personas por medio de ciberataques. Por otro lado, la conexión a una red interna, o intranet, puede reducir el riesgo de ciberataques, pero tiene la desventaja de solamente poder contar con los datos provistos por los sensores y personal propio en el área de Operaciones.

El sistema que esté conectado a internet deberá contar con la capacidad de repeler ciberataques. En este sentido, se puede incorporar un subsistema basado en IA que automatice los indicadores de amenaza, pudiendo adoptar las medidas de autodefensa para disminuir las vulnerabilidades. Para ello deberá de aplicarse la IA a una estrategia de defensa en profundidad, incorporando dentro de las pruebas de penetración en los sistemas de detección y prevención de intrusos, controles y políticas de contraseñas, estándares de endurecimiento, gestión de parches de seguridad, prevención de intrusiones de host, anti-malware, escaneo de vulnerabilidades, técnicas de programación segura, controles de acceso y por último la encriptación, clasificación y prevención de fuga de datos.

Un tipo de vulnerabilidad del sistema de IA es en base a la información que recolecta, pudiendo ser incorrecta o modificada de manera deliberada por un oponente. Un caso ejemplar, aunque no del ámbito militar, es un engaño que se le realizó a un sistema de IA perteneciente a un sistema de piloto automático de un vehículo de marca Tesla. La empresa especialista en ciberseguridad McAfee logró engañar este sistema colocando una simple cinta de color negro en un cartel de velocidad máxima permitida²², confundiendo al sistema de visión del piloto automático, quien apreció que la velocidad máxima era de 85 millas por hora (MPH), cuando en

²² En los Estados Unidos de Norteamérica, los carteles indicadores de velocidad máxima son de fondo blanco y números negros.

realidad era de 35 (Infobae, 2020). Este sencillo ejemplo indica que los sistemas de IA aún están en etapa de maduración, pudiendo ser fácilmente burlados. Asimismo, se están desarrollando sistemas que sean capaces de distinguir si la información es confiable o falsa, donde, por ejemplo, se intenta determinar por medio de la IA si un video o un audio es real o falso.

Una posible solución para evitar las vulnerabilidades o desventajas mencionadas anteriormente, es la utilización de equipos Humano-Máquina. El ejército de los Estados Unidos desarrolló el concepto llamado *Manned-Unmanned Teaming*. Bajo este concepto, se pretende reducir las desventajas que tienen los hombres y los sistemas de IA. En este equipo, la parte humana provee objetivos, creatividad y ética, mientras que el sistema de IA proporciona experiencia autodidacta, intuición y capacidad de pronóstico (Branch, 2018). Una vez que el sistema ha aprendido que puede haber datos falseados, e identificarlos correctamente, la interacción del equipo puede ir tomando mayor protagonismo de la parte máquina, siempre bajo la supervisión del humano como garantía.

Conclusiones

El Comando y Control es la columna vertebral de toda operación, la misma engloba y dirige al resto de las funciones operacionales. Según lo visto en las definiciones de IA, se puede llegar a la conclusión de que el C2 puede ser optimizado en todos los aspectos explicados, generando una reducción en el tiempo de procesamiento, dándole ventaja al comandante que la aplique en su ciclo OODA, frente a un oponente que no posea esta capacidad.

De acuerdo con los análisis realizados, se considera que los Sistemas Expertos son la piedra fundamental para realizar la incorporación al EMCO. Por otro lado, el sistema experto es el sistema de IA del que más experiencia se tiene. En este contexto, se podría entrenar a un sistema experto para que se especialice en asesoramiento, según los parámetros que se le ingresan. Igual que un sistema experto en medicina, en donde un paciente ingresa los síntomas y el sistema devuelve el diagnóstico, un sistema experto de C2 podría tomar la información de inteligencia, composición y posición del enemigo, composición de la fuerza propia, y planificar el mejor modo de acción según las experiencias. Asimismo, se puede establecer otro sistema basado en aprendizaje profundo en paralelo, ya que este sistema tiene la característica de aprender de la misma información suministrada, mediante modelos precisos evitando el sesgo que puede tener un sistema entrenado por un humano o grupo de ellos.

El Comando es considerado como arte y como ciencia, siendo relativamente sencillo suplantar parte de la ciencia por una máquina, pero nunca se podrá reemplazar el arte del comando, basado en la experiencia y juicio del comandante.

A partir de un análisis de los requerimientos, se puede determinar que el sistema necesario para operar de manera óptima necesita de una gran provisión de energía, de manera continua, así como también un sistema de refrigeración acorde. En principio, las primeras incorporaciones de esta tecnología podría requerir instrumental de tamaño reducido, pero con el aumento de las capacidades de procesamiento necesarias para futuros avances, el tamaño de la maquinaria necesaria aumentará, aumentando con él el consumo de energía y necesidad de poder de disipación de temperatura.

Es necesario que un sistema de C2 ya en su etapa final deba ser establecido en tierra, en una instalación militar preferentemente. Estas instalaciones cuentan generalmente con suministro de redes de alta velocidad (generalmente internet e intranet) y con el suministro de energía

eléctrica necesario. Asimismo, una base militar proporciona la seguridad física necesaria evitando el ingreso de personal no autorizado.

Las tecnologías de IA presentan un potencial revolucionario en todas las áreas. Esto permite a las máquinas realizar acciones que fueron realizadas por humanos y los han mejorado.

El sistema de Ciencia, Tecnología y Producción para la Defensa, acompañados por el Ministerio de Defensa mediante los PIDDEF, son capaces de impulsar el desarrollo tecnológico que se necesita para incorporar la Inteligencia Artificial en el ámbito de las Fuerzas Armadas y del EMCO en cualquiera de sus niveles. Este adelanto tecnológico permitirá optimizar y acelerar el ciclo OODA de toma de decisiones en las operaciones, así como mejorar los tiempos de planeamiento y desarrollo de planes y órdenes. Es necesario una política de Estado por parte del Ministerio para que los proyectos y desarrollos permanezcan en el tiempo, ya que los mismos superan sobradamente los años de mandato de un presidente, pudiéndose cambiar la política que el anterior mandato había tomado.

Lo hasta ahora realizado por medio de proyectos de Universidades y Centros de Ciencia y Tecnología, sumado a los prototipos y productos finales que ofrecen las empresas tecnológicas como INVAP, son los primeros pasos para lograr que Argentina sea un referente regional en tecnologías de IA.

Así como el Comando Conjunto de Ciberdefensa recientemente creado, se deberá formular una estrategia nacional para la Inteligencia Artificial y establecer un mecanismo que se ocupe de los asuntos de IA. Un ejemplo a seguir es el del Joint Artificial Intelligence Command, de los Estados Unidos de Norteamérica.

Por último, respondiendo al interrogante del presente trabajo, se afirma la hipótesis planteada al inicio de este trabajo: las tecnologías de Inteligencia Artificial ayudarán a disminuir tiempos en el ciclo de toma de decisiones y errores, así como también eliminarán la subjetividad humana. Asimismo, al realizar el análisis de información en tiempo real, permitirá a un comandante mantener el control sobre el accionar propio, reaccionando a los cambios no previstos en la etapa de planeamiento y tomando las decisiones oportunas para cada caso.

Bibliografía

- Ahronheim, A. (2021, julio 25). *How AI helped Israel defeat Hamas in the recent war in Gaza*. The Jerusalem Post | JPost.Com. <https://www.jpost.com/israel-news/the-idf-and-the-ai-game-changer-674636>
- AMD. (2020). *Radeon Instinct mi50*. <https://www.amd.com/system/files/documents/radeon-instinct-mi50-datasheet.pdf>
- Antebi, L. (2021). *Artificial Intelligence and National Security in Israel*. Institute of National Security Studies. https://www.inss.org.il/wp-content/uploads/2021/02/Memo207_AntebyENG_9.pdf
- Argentina.gob.ar. (2020a). *Resultados convocatoria 2020—Disposicion y anexo.pdf*. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/resultados_convocatoria_2020_-_disposicion_y_anexo.pdf
- Argentina.gob.ar. (2020b, enero 14). *Privacidad e inteligencia artificial*. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/privacidad-e-inteligencia-artificial>
- ASALE, R.-, & RAE. (s/f). *Inteligencia* | Diccionario de la lengua española. En «*Diccionario de la lengua española*»—Edición del Tricentenario. Recuperado el 2 de junio de 2021, de <https://dle.rae.es/inteligencia>
- Barnett, J. (2021, marzo 17). *Northern Command undertakes new JADC2 tests to transition tech*. FedsCoop. <https://www.fedscoop.com/northern-command-jadc2-test-event-gide/>
- Branch, W. A. (2018). *Artificial Intelligence and Operational-Level Planning: An Emergent Convergence* [Monografía]. U.S. Army Command and General Staff College.
- Breaking defense. (2021, marzo 30). *Connected Battlespace The Power of JADC2*. Breacking Defense. <https://breakingdefense.com/2021/03/connected-battlespace-the-power-of-jadc2/>
- De Spiegeleire, S., Maas, M., & Sweijjs, T. (2017). *Artificial Intelligence and the Future of Defense*. *The Hague Centre for Strategic Studies*.
- Deng, L., & Yu, D. (2014). *DEEP LEARNING: METHODS AND APPLICATIONS*. Now Publishers.
- Department of the Navy. (2008). *Maritime Operations at the Operational Level of War*.
- Department of Defense, U. (2018). *SUMMARY OF THE 2018 DEPARTMENT OF DEFENSE ARTIFICIAL INTELLIGENCE STRATEGY: Harnessing AI to Advance Our Security and Prosperity*. DoD.
- EMCO. (2018). *Doctrina básica para la acción militar conjunta (proyecto)*.
- EMCO. (2019). *Operaciones Conjuntas (experimental)*.
- Eversden, A. (s/f). *Pentagon launches artificial intelligence effort to prep combatant commands for JADC2*. Recuperado el 5 de julio de 2021, de <https://www.c4isrnet.com/artificial-intelligence/2021/06/22/pentagon-launches-artificial-intelligence-effort-to-prep-combatant-commands-for-jadc2/>
- Fernández, Y. (2018, septiembre 14). *Qué es Project Maven y por qué 3.100 empleados de Google le piden a la empresa que lo abandone*. *Xataka.com*. <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/que-es-project-maven-y-por-que-3-100-empleados-de-google-le-piden-a-la-empresa-que-lo-abandone>
- Frantzman, S. (s/f). *Rafael combines AI and automatic target recognition in new Sea Breaker missile*. Recuperado el 5 de julio de 2021, de

- <https://www.c4isrnet.com/industry/2021/07/02/rafael-combines-ai-and-automatic-target-recognition-in-new-sea-breaker-missile/>
- Gal, Y. (2016). *Uncertainty in Deep Learning* [Disertación para doctorado]. University of Cambridge.
- Garamone, J. (2020, noviembre 30). Joint All-Domain Command, Control Framework Belongs to Warfighters. *Defense.Gov*, 11.
- Gelbukh, A. (2010). Procesamiento de lenguaje natural y sus Aplicaciones. *Komputer Sapiens*, 1(Enero-Junio 2010), 6–11.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. www.deeplearningbook.org
- Grady, J. (2020). Panel Details Global Artificial Intelligence Arms Race. *USNI News*.
- Hitchens, T. (2021, marzo 5). *Exclusive NORTHCOM Developing, Testing AI Tools To Implement JADC2*. <https://breakingdefense.com/2021/03/exclusive-northcom-developing-testing-ai-tools-to-implement-jadc2/>
- Hoehn, J. R. (2021a, marzo 18). Joint All-Domain Command and Control: Background and Issues for Congress. *Congressional Research Service*.
- Hoehn, J. R. (2021b, marzo 18). Joint All-Domain Command and Control (JADC2). *Congressional Research Service*.
- Icoz, B., Karayagli, S. N., & Kanlitepe, S. B. (s/f). *DEEP LEARNING* [Paper]. Ankara Yildirim Beyazit - Faculty of Engineering and Natural Science.
- IEEE. (2019). La Inteligencia Artificial aplicada a la Defensa. *Documentos de Seguridad y Defensa*, 79.
- Ilachinski, A. (2017). *AI, Robots and Swarms: Issues, Questions, and Recommended Studies*. CNA.
- Infobae. (2020, febrero 19). *Especialistas en ciberseguridad hallaron forma para engañar coches autónomos de Tesla* [Noticias]. Infobae. <https://www.infobae.com/america/tecno/2020/02/19/especialistas-en-ciberseguridad-hallaron-forma-para-enganar-coches-autonomos-de-tesla/>
- INVAP. (2021). *Defensa, seguridad y ambiente*. INVAP - Investigación Aplicada. <https://www.invap.com.ar/defensayseguridad/>
- Jacobstein, N. (s/f). The Exponential Guide to Artificial Intelligence. *Singularity University*. Recuperado el 11 de marzo de 2020, de <https://su.org/resources/exponential-guides/the-exponential-guide-to-artificial-intelligence-2/>
- JAIC. (s/f). *Mission Initiative Joint Warfighting Operations*. JAIC. Recuperado el 5 de mayo de 2021, de https://www.ai.mil/mi_joint_warfighting_operations.html
- JAIC. (2020a, mayo 18). *A Roadmap to Getting “AI-Ready”*. https://www.ai.mil/blog_06_18_20-a_roadmap_to_getting_ai_ready.html
- JAIC. (2020b, junio 3). The JCF and the Combatant Commands A Symbiotic Relationship. *Jaic*. https://www.ai.mil/blog_06_03_20-the_jcf_and_the_combatant_commands_a_symbiotic_relationship.html
- JAIC. (2021, junio 22). *AI.mil—Accelerating DoD’s Adoption & Integration of AI.pdf*. <https://www.ai.mil/>
- Jaimovich, D. (2020, febrero 26). Cómo es la campaña mundial para detener el avance de los robots asesinos. *Infobae*. <https://www.infobae.com/america/tecno/2020/02/26/como-es-la-campana-para-detener-a-robots-asesinos-que-se-lleva-a-cabo-en-todo-el-mundo/>
- Joint Chiefs of Staff. (2018). *Joint Operations*.
- Knight, W. (2017). El nuevo romance de la computación cuántica y la inteligencia artificial (T. Woods, Trad.). *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.es/s/9871/el-nuevo-romance-de-la-computacion-cuantica-y-la-inteligencia-artificial>

- Kumon, T. (2021, junio 28). *The first AI conflict? Israel's Gaza operation gives glimpse of future*. Nikkei Asia. <https://asia.nikkei.com/Politics/International-relations/The-first-AI-conflict-Israel-s-Gaza-operation-gives-glimpse-of-future>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lowndes, A. B. (2015). *Deep Learning with GPU Technology for Image & Feature Recognition* [Tesis de Grado]. University of Leeds.
- McKendrick, K. (2017). *The application of Artificial Intelligence in operations planning*. NATO-OTAN.
- MCLEARY, P. (2021, abril 7). Joint Chiefs Meet on JADC2 This Week. *Breaking Defense*. Ministerio de Defensa. (2017, diciembre 18). *PIDDEF*. Argentina.gov.ar. <https://www.argentina.gob.ar/defensa/piddef>
- Ministerio de Defensa español. (2018). *Doctrina de empleo de las FAS* (Ministerio de Defensa español, Ed.). Ministerio de Defensa España.
- Mitchell, B. (2019, noviembre 5). Google's departure from Project Maven was a 'little bit of a canary in a coal mine'. *FedScoop*. <https://www.fedscoop.com/google-project-maven-canary-coal-mine/>
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: A probabilistic perspective*. MIT Press.
- NVIDIA. (2015, julio). *Introduction to Deep Learning with GPUS*.
- NVIDIA. (2020a). *Scaling AI - Infrastructure Infographic*.
- NVIDIA. (2020b, octubre). *NVIDIA DGX SuperPod Solution for Enterprise* [Data Sheet]. <https://images.nvidia.com/aem-dam/Solutions/Data-Center/nvidia-dgx-superpod-datasheet.pdf>
- Pavluk, J., & Cole, A. (2016, junio 9). *From Strategy to Execution: Accelerating the Third Offset* [Seguridad Nacional norteamericana]. War on the Rocks. <https://warontherocks.com/2016/06/from-strategy-to-execution-accelerating-the-third-offset/>
- Pellerin, C. (2017, julio 21). Project Maven to Deploy Computer Algorithms to War Zone by Year's End. *Defense Gov*.
- Poder Ejecutivo Nacional. (2021). *Directiva de Política de Defensa Nacional 2021*.
- Presidencia de la Nación. (2019). *Plan nacional de Inteligencia Artificial*.
- Roland, A., & Shiman, P. (2002). *Strategic Computing: DARPA and the Quest for Machine Intelligence, 1983-1993*. MIT Press.
- Russell, S. (s/f). Chapter 4: Machine Learning. En *Handbook of Perception and Cognition* (Vol. 14).
- Sanjay, T., Sonali, R., Dhanshree, P., Ashwini, J., & Akash, P. (2019). Voice Recognition System Based on Machine Learning Algorithm. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, Vol.2 (Ejemplar 5).
- Schmidhuber, J. (2015). Deep Learning in Neural Networks: An Overview. *Neural Networks*, 61, 85–117. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003>
- Shanthi, S. (2021, junio 1). Military Applications Of AI Around The World. *Analytics India Magazine*. <https://analyticsindiamag.com/military-applications-of-ai-around-the-world/>
- Shultz, R. H., & Clarke, G. R. D. (2020). BIG DATA AT WAR: SPECIAL OPERATIONS FORCES, PROJECT MAVEN, AND TWENTY- FIRST-CENTURY WARFARE. *Modern War Institute*.
- Strout, N. (2020). Inside the Army's futuristic test of its battlefield artificial intelligence in the desert. *C4ISRnet*.

- Szondy, D. (2021, junio 2). *Royal Navy pits AI systems against live supersonic missiles*. New Atlas. <https://newatlas.com/military/royal-navy-artificial-intelligence-intercept-live-supersonic-missiles/>
- UNDEF. (2018). *Google abandonará en 2019 () El Proyecto Maven, de inteligencia artificial para drones militares de EEUU*. <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=3105>
- US Northern Command. (2021). *U.S. Northern Command executes the second in a series of Global Information Dominance Experiments*. www.northcom.mil.
<https://www.northcom.mil/Newsroom/News/Article/Article/2563230/us-northern-command-executes-the-second-in-a-series-of-global-information-domin/>
- Wakabayashi, D., & Shane, S. (2018). *Google Will Not Renew Pentagon Contract That Upset Employees*. *The New York Times*, 5.