

Implementación de la IA en el Arte y Diseño Operacional para la toma de decisiones

UNIVERSIDAD DE LA DEFENSA NACIONAL

FACULTAD DE LA ARMADA

ESCUELA DE GUERRA NAVAL

CURSO DE COMANDO Y ESTADO MAYOR (CUCOM)

ESPECIALIZACIÓN EN CONDUCCIÓN TÁCTICA Y OPERACIONAL NAVAL

(ECTON)

TRABAJO INTEGRADOR FINAL



**Implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en el Arte y Diseño Operacional
para la toma de decisiones**

Autor: CCCDNA David Alejandro GONZÁLEZ

Profesora: Mg. Danisa RIERA

Tutor: CNCDNA (RE) GUILLERMO MARTÍN TAJAN

Lugar y Fecha: Buenos Aires, 24 de Octubre de 2022

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
Palabras Claves	IV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL ARTE Y DISEÑO OPERACIONAL	5
1.1 Arte, ciencia y tecnología	5
1.2 Arte Militar	6
1.3 Arte Operacional	6
1.3.1 Factores Operacionales.....	8
1.3.2 Principios de la Guerra	10
1.3.3 Funciones Operacionales o Conjuntas	11
1.4 El Diseño Operacional y sus Elementos	12
1.4.1 Factores Críticos y Centro de Gravedad.....	14
1.4.2 Identificación e interpretación del Centro de Gravedad.....	15
CAPÍTULO II: LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	17
2.1 Concepto de Inteligencia Artificial	17
2.1.1 Una breve historia de la IA.....	17
2.1.2. Inteligencia Artificial: una aproximación	19
2.2 Concepto de aprendizaje	21
2.2.1 Aprendizaje supervisado	22
2.2.2 Aprendizaje no supervisado	24
2.2.3 Aprendizaje reforzado.....	25
2.2.4 Deep learning	26
2.3 Big Data Vs inteligencia artificial	27
2.4 Riesgo de la IA	28

2.5 La IA en su marco normativo	29
2.6 Situación y empleo de la IA.....	30
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	39

LISTADO DE FIGURAS

Figuras 1. Factores Operacionales	10
Figuras 2. Diseño Operacional	12
Figuras 3. Factores Críticos	15
Figuras 4. Aprendizaje Supervisado.....	22
Figuras 5. Algoritmo No Supervisado	24
Figuras 6. Espacio Latente Demostración Gráfica	25

RESUMEN

El arte operacional es considerado como el nivel de mayor importancia en la conducción militar, ya que es el encargado de articular y coordinar entre dos niveles que conceptualmente difieren en el plazo de las acciones: el estratégico y el táctico.

Este espacio intermedio de planificación fue vislumbrado por analistas contemporáneos a las Guerras Napoleónicas, pero un siglo después se propuso oficialmente el concepto de nivel operacional en la resolución de un problema militar. Arte operacional y planeamiento se encuentran interrelacionados, es por eso, que el diseño del arte operacional es una de las herramientas más importantes debido a su enfoque sistémico para la innovación y la creatividad.

La Inteligencia Artificial (IA) es una nueva interfaz para expresar ese arte y diseño operacional ofrece un mejor conocimiento de la información y cuenta con habilidades cognitivas análogas a las humanas más específicas y superiores. Esta consiste en el procesamiento de gran cantidad de datos que permiten reconocer patrones, predecir resultados de manera muy eficiente. Teniendo en cuenta esto último, la IA es un elemento clave para el arte operacional del decisor, ya que dispone, junto al Estado Mayor, de un valioso sistema que contribuye a comprender y perfeccionar las maniobras operacionales concebidas.

Sin embargo, esta tecnología actúa sobre un campo específico, esto significa que requiere la asignación de objetivos, por lo que necesita mantener una estrecha relación entre humano y máquinas para concretar su labor. Ahí es donde se determina el potencial cognitivo humano, donde el decisor fija los objetivos y proporciona la creatividad, mientras la IA brinda experiencia autodidáctica, habilidades de pronóstico y eficacia.

Es debido a lo planteado que el objetivo general del presente trabajo consiste en analizar la factibilidad del empleo de la IA en el arte y diseño operacional.

Como resultado de la investigación se aprecia que dicha implementación no sólo es factible conceptualmente, si no que, al momento, existe la tecnología suficiente para desarrollar un modelo acorde a nuestras necesidades.

Palabras Claves

Inteligencia Artificial, Arte y Diseño Operacional, Procesos Cognitivos

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre la importancia del uso de la tecnología de la IA como una herramienta que contribuye al Comandante y a su Estado Mayor, en el proceso decisorio durante la ejecución del método de planeamiento naval operativo, para la resolución de un problema militar, en un entorno complejo y de alta incertidumbre. En estos últimos tiempos la innovación tecnológica y el interés por el estudio y aplicación de la IA en los diferentes campos de la ciencia han generado una verdadera revolución, ya que ambas permiten automatizar procesos que normalmente solían ser manuales por el alto grado cognitivo que involucra su resolución.

La IA es un sistema que permite emular el potencial humano cognitivo, mediante modelos de aprendizaje basados en patrones que simulan una red neuronal a través de algoritmos informáticos. Cuenta con una enorme ventaja por dos aspectos a ser bien destacados. En primer lugar, por la abrumadora capacidad de procesamiento de datos, ya que el algoritmo de la red neuronal es ejecutado en una computadora, permitiendo así, resolver de manera rápida y precisa. En segundo lugar, por la gran capacidad de recopilar y manipular cantidades masivas de datos, provenientes de diferentes fuentes como la denominada *Big Data*¹.

Ambas apreciaciones de la IA son determinantes hoy en día, porque la sociedad ya no interactúa de la misma manera que en tiempos pasados. Ella se encuentra actualmente en un proceso de evolución y desarrollo, impulsado en gran medida por la dependencia tecnológica de la conectividad y de la inmediatez a escala global.

La integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)², junto al desarrollo de infraestructura de conectividad de Internet, ha facilitado el acceso de procesamientos electrónicos de datos y almacenamiento, es decir, la digitalización de imágenes, voces, videos, streaming, entre otros. Todo esto ha permitido crear un verdadero mundo virtual de datos, dando lugar a la conformación de un quinto dominio,

¹ Es un término que hace referencia a conjuntos de datos tan grandes y complejos que precisan de aplicaciones informáticas no tradicionales para procesarlos adecuadamente.

² Las TIC tiene como función principal la de proveer información al usuario final en cualquier formato mediante el acceso a la red digital. Además, esta tecnología cuenta con facilidades que permite la gestión y transformación de la información, es decir: crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar. (DUARTE, 2008).

el ciberespacio³, con afectación a lo real. Sin embargo, un mundo virtual poco comprendido pero que tiene repercusiones serias en temas de Seguridad y Defensa.

En un mundo plagado de descubrimientos por parte de la ciencia y las nuevas tecnologías, la IA se posiciona como referente en todas las áreas de desarrollo de la sociedad. De hecho, en este momento se utiliza inadvertidamente servicios como el Siri, Google, Netflix y YouTube, todos ellos ofrecen búsquedas selectivas de acuerdo con el perfil del usuario. Otros de manera más consciente de sus capacidades y potencialidades, han comenzado a emplearlo como recurso para el análisis de datos masivos científicos, reconocimiento de imágenes, lenguaje e inclusive en la toma de decisiones.

Estos cambios en la sociedad, sumado a una incrementación de la tecnología, repercuten en mayor o menor medida en el ámbito castrense, en la manera tradicional de procesar los datos para la toma de decisiones. Pero también la información se ha convertido en un recurso vital para su desarrollo y su sustentabilidad, se reflejan nuevas necesidades, y es una actividad predominante en los nuevos escenarios de conflictos. Dichos escenarios requieren nuevas herramientas, que permitan al Comandante Operacional y su Estado Mayor un uso adecuado de la información, para una correcta toma de decisiones en la resolución de un problema militar, como plantea Uribe Cáceres y Rodríguez Ruiz (2019) "A mayor desarrollo tecnológico mayor impacto e influencia de la información en el equilibrio operacional y consecuente aplicación del arte operacional" (pág. 36). Se puede señalar que el éxito de una misión resulta en gran medida de una correcta evaluación de todas las variables y factores involucrado en una determinada operación. Para esto será necesario contar con nuevas tecnologías de análisis y procesamiento de la información crítica actualizada a esta nueva realidad social, para una acertada toma de decisiones por parte del Comandante junto a su Estado Mayor.

La IA es la nueva interfaz inteligente capaz de percibir su entorno y actuar sobre él, de modo que pueda conseguir sus objetivos, permite maximizar oportunidades de éxito que no se habrían contemplado con anterioridad. Además, en muy poco tiempo se vislumbra que la IA va a comenzar a regir la educación, la medicina, la guerra, la ciencia e inclusive en la manera de cómo se entretiene y de cómo se vive. En la actualidad se está

³Denominamos ciberespacio a un mundo no físico, el cual no tiene límites, donde cualquier persona puede estar interconectada únicamente con una conexión a la red de tal manera que pueda interactuar de manera global.

decidiendo cómo va a ser la IA en el futuro, de hecho, otros ya lo están decidiendo, desde aspectos científicos, aplicaciones en diferentes áreas de desarrollo de la sociedad, hasta en cuestiones éticas y legales. Pero no todo es ventaja en esta tecnología, ya que actúa sobre un campo específico, esto significa que requiere la asignación de objetivos, por lo que necesita mantener una estrecha relación entre humano y máquinas para concretar su labor. Ahí es donde se determina el potencial cognitivo humano, donde el decisor fija los objetivos y proporciona la creatividad, mientras la IA brinda experiencia autodidáctica, habilidades de pronóstico y eficacia. Por tales menciones ella y sus algoritmos pueden ser denominados un recurso fundamental que habilita adentrarse en sociedades cada vez más digitalizadas y dependientes de la conectividad, comienza la información a ser una necesidad vital para el desarrollo sustentable de la sociedad.

A partir de lo expresado anteriormente, surge el siguiente problema de investigación, ¿Cómo emplear la IA en el arte y diseño operacional para la toma de decisiones?

Ante esto se plantea como hipótesis de trabajo que la sistematización de la IA de manera ordenada y procedimental para el arte y diseño operacional permite contar con un mejor conocimiento y análisis de la información para la toma de decisiones.

El alcance de este estudio se limita al análisis de la factibilidad de empleo de la IA en un enfoque sistemático para mejorar el proceso decisorio del superior en el arte y diseño operacional. Para esto, es menester comprender los distintos aspectos de esta tecnología para abordar los conceptos necesarios en su empleo en el proceso decisorio del Comandante, en la resolución de un problema complejo en un entorno de alta incertidumbre. Con respecto al desarrollo del trabajo se efectúa el análisis bibliográfico de doctrina y documentación vigente, libros, clases relacionadas, artículos publicaciones en internet, revistas militares y de ciencia de la tecnología, que permitan obtener conceptos necesarios del arte y diseño operacional como la tecnología IA, en su empleo en el proceso decisorio en la resolución de un problema militar.

En referencia a la investigación será de tipo descriptiva, se analizan las fuentes en relación con la tecnología de la IA y su implementación en los diferentes campos de la ciencia, afines a la toma de decisiones y por último se describen los procesos cognitivos que involucran el arte y diseño operacional, a fin de comprender los conceptos claves para su modelaje lineal y deductivo, los cuales se involucran en los procesos de toma de decisiones.

De acuerdo con lo expresado precedentemente, el objetivo general consiste en analizar la factibilidad del empleo de la IA en el arte y diseño operacional para la toma de decisiones. Por su parte los tres objetivos específicos son, en primer lugar, describir los aspectos cognitivos del arte y diseño operacional para la resolución de problemas complejos, en segundo orden describir conceptualmente los aspectos cognitivos de la IA para la resolución de problemas de alta complejidad y, por último, identificar los aspectos del proceso de la tecnología IA en lo que se podría emplear el arte y diseño operacional.

Para lograr la organización y correspondencia con los objetivos que se plantean, en el primer capítulo se aborda el concepto del arte y diseño operacional por distintos autores que hacen un recorrido general de los elementos constituyentes que lo componen, en la resolución de problemas complejos y de alta incertidumbre. En el segundo capítulo se ahonda en la definición y descripción de la IA, la cual presenta distintos aspectos de esta tecnología para su implementación en múltiples áreas de la ciencia y al final del mismo una descripción breve de diferentes empleos de la I.A que normalmente tienen como contrapartida en el ámbito militar y que pueden ser consideradas como modelo para ser empleado en el arte y diseño operacional. Luego se desarrollan las conclusiones del trabajo, en donde se intenta responder a la hipótesis inicial, y por último se plantean algunas sugerencias para futuros trabajos.

CAPÍTULO I: ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL ARTE Y DISEÑO OPERACIONAL

El presente capítulo se plantea la definición y descripción del arte y diseño operacional, haciendo un recorrido de los elementos constituyentes para la resolución de problemas complejos y, de esta manera, desglosar los mecanismos lógicos, que son las bases conceptuales para comprender los procesos cognitivos involucrados en la toma de decisiones. Para ello, previamente se detiene en la relación existente entre arte, ciencia y tecnología con el propósito de relacionar el arte y diseño operacional con la IA que se desarrolla en el siguiente capítulo.

1.1 Arte, ciencia y tecnología

Según la Real Academia Española la ciencia es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente. Con respecto a la tecnología, es todo aquel proceso, método o instrumento que nos sirve de medio para resolver un problema (RAE, 2020).

Es normal que ciencia y tecnología se confundan fácilmente, sin embargo, la primera estudia los fenómenos que nos rodean, mientras que la segunda aplica el conocimiento de éstos a la solución de problemas concretos (ARIAS, 2022).

En cambio, el arte es discutible, originalmente se aplicaba a toda la producción realizada por el hombre y a las disciplinas del saber hacer. A medida que la ciencia fue evolucionando comenzó a utilizar otros recursos desarrollando el arte digital⁴ y la cibernética⁵. El arte siempre estuvo asociado a la ciencia, técnica y tecnología por ende siempre hubo y habrá una nueva tecnología que será útil para éste, ya sea un nuevo soporte, o una nueva interfaz, tanto para el artista como para el espectador (FARGAS, 2022).

Pero también el arte puede ser el impulsor del desarrollo de nuevas tecnologías y descubrimientos científicos, también permite soñar sin ataduras y plantear propuestas que aún no son plausibles de realización (FARGAS, 2022).

⁴ Es un tipo de arte o expresión artística que se lleva a cabo mediante el uso de recursos digitales o electrónica

⁵ Ciencia que estudia los sistemas de comunicación y de regulación automática de los seres vivos y los aplica a sistemas electrónicos y mecánicos que se parecen a ellos

1.2 Arte Militar

En esta oportunidad se va a definir al arte militar como:

un campo de investigación teórica y metodología de entrenamiento en ciencia militar que se utiliza en la conducción de operaciones militares en tierra, en entornos marítimos o aéreos. El arte militar incluye el estudio y la aplicación de los principios de la guerra y las leyes de la guerra que se aplican igualmente a la estrategia, el arte operacional y las tácticas militares estrechamente interrelacionados. (WIKIPEDIA, 2022)

Como aporte a esta definición existen tres niveles de guerra: el estratégico, el operacional y el táctico. El concepto de niveles de guerra tiene una larga historia y en definitiva es una estructura de clasificación, pero no tiene límites finitos. Lo que se pretende, es vincular distintos niveles de conducción para la consecución de un objetivo de fin ulterior. Esta clasificación permite de forma lógica comprender las causas de un conflicto como una herramienta de análisis metodológico, a fin de identificar la relación de medios – fines y su consecuente causa – efecto (PC 20-01, 2017).

También se entiende que la estrategia es el aspecto de mayor peso del arte militar, debido principalmente por la complejidad e incertidumbre de un determinado entorno; mientras que en el táctico predomina la ciencia militar, porque ofrece menos variables y es más determinista (DE IZCUE ARNILLAS, 2013).

El nivel operacional se encuentra en un nivel intermedio donde se aplica ambos, arte y ciencia, siendo este nivel donde se integra y se articula la táctica con la estrategia militar, y donde será de mayor influencia la capacidad del Comandante, en aplicar el arte operacional, el diseño operacional y la conducción de las maniobras operacionales (DE IZCUE ARNILLAS, 2013).

1.3 Arte Operacional

El arte operacional surge del análisis y de las consecuencias de las guerras históricas, y tiene una larga trayectoria de diversos estudios de renombres. Por ejemplo, Jomini, Clausewitz y von Moltke vislumbraron en las guerras napoleónicas un escenario de planeación y ejecución intermedio entre la estrategia y la táctica, al que se le daba poca atención y estudio, pero nunca se había desarrollado este concepto en profundidad. Estos escenarios se señalaban como grandes tácticas u operaciones, que con el tiempo fueron evolucionando hasta la actualidad, denominándolo arte operacional (URIBE CÁCERES & RODRÍGUEZ RUIZ, 2019). Sin embargo, fue el ruso Aleksandr A. Svechin en 1920 quien propuso por vez primera el concepto de nivel operacional.

Al finalizar la Primera Guerra Mundial, los analistas y pensadores rusos, tras el estudio y análisis, concluyeron en el desarrollo de un nivel intermedio, debido a la necesidad en la preparación y conducción de operaciones conjuntas efectuadas de maneras sucesivas o consecutivas. De esta manera completar ese hueco existente entre estrategia y táctica, dando lugar al concepto denominado arte operacional (ROBLES, 2021).

Este tipo de arte es considerado como el de mayor importancia en la conducción de las guerras, ya que es el encargado de articular, enlazar y coordinar entre los niveles estratégico -intangible- y táctico -real- que conceptualmente no solo difieren en el plazo de las acciones.

Esto no significa que el resto sea de menor importancia sino todo lo contrario. Debe ser un proceso integrado e interdependiente, es decir todos los niveles son necesarios y deben estar bien establecidos para el éxito de los objetivos.

En síntesis, se puede decir que el arte operacional es un proceso mental creativo exclusivo y metodológico, que permite de manera singular articular fines, modos, medios y riesgos en la resolución de un problema militar en un teatro de operaciones.

Además, es el proceso mental que los Comandantes Operacionales y sus Estados Mayores usan para poder entender el mejor uso efectivo y eficiente de las capacidades militares para poder cumplir con la misión asignada. Mediante el empleo del Arte Operacional, el Comandante Operacional y su Estado Mayor integran las metas (**el Qué** y el **Para Qué**), las maneras (**el Cómo**) y los medios (**Con Qué**), así como el costo o el riesgo de llevar a cabo esa maniobra o serie de maniobras en el nivel operacional. (DE IZCUE ARNILLAS, 2013, pág. 38)

Ampliando lo señalado este arte reúne un conjunto de conceptos que facilita utilizar medios militares y no militares en un teatro de operaciones para concebir una campaña u operación mayor, que posibilita traducir los objetivos estratégicos en acciones tácticas, orientadas a alcanzar el Estado Final Deseado. (CAMILLI, 2021)

Por su parte Zarza (2011) lo define como un proceso de pensamiento que se utiliza para percibir el eficiente empleo de las capacidades e integrar los fines, modos y medios por medio de los distintos niveles de la guerra. Además, es:

la forma creativa en que se combinan los elementos del diseño operacional a través de la estructuración eficiente de acciones tácticas en espacio, tiempo y propósito, con un balance entre riesgo y oportunidad, para crear y mantener condiciones necesarias afines al logro de objetivos del propio nivel o del nivel superior de la conducción. (AQUINO., 2020, págs. 02-6)

Cabe mencionar que, para una mayor comprensión, en este trabajo de investigación sólo se hace hincapié en la definición de planeamiento operacional y no en la explicación de cada paso de la metodología. Considerando al planeamiento como una secuencia metodológica y analítica divididas en pasos, con el objeto de dar el sustento doctrinario suficiente a esa “idea operativa”⁶ abstracta, para plasmar acciones apropiadas en un documento entendible y coherente, con el fin de que una fuerza militar pueda cumplir con la misión.

El planeamiento y el arte operacional se encuentran estrechamente interrelacionados, siendo el diseño operacional una de las herramientas más importante del arte operacional para plasmar y guiar todo el proceso por un Estado Mayor.

Antes de pasar al diseño operacional es necesario analizar otros conceptos como ser: factores operacionales, funciones operacionales y principios de las guerras, que son parte del arte operacional. Éstos permiten a un Comandante Operacional llevar a cabo sus acciones con una mayor comprensión de la situación y conducción de una Fuerza Militar Conjunta.

Los componentes principales del arte operacional son los objetivos militares y los correspondientes niveles de la guerra, los métodos de empleo de las fuerzas de combate, los factores operacionales de espacio, tiempo y fuerza, las funciones operacionales, la toma decisiones y la planificación operacional, el liderazgo operacional.⁷ (VEGO, 2009, pág. 3)

1.3.1 Factores Operacionales

Proveen un marco al Comandante Operacional, para llevar a cabo sus acciones e imponer su voluntad hacia el enemigo. Se clasifican en tres grandes categorías: espacio, tiempo y fuerza. Estos factores poseen afectación directa en un determinado teatro de operaciones, y su categorización surge del análisis, estudios y comprensión de los repetitivos patrones en las diferentes guerras en la historia mundial; y que aún se mantienen en nuestros tiempos, denominados factores tradicionales.

La comprensión de estos factores tradicionales y su estrecha relación, son esenciales para el planificador y para la determinación de objetivos operacionales / estratégicos.

⁶ Idea Operativa es un concepto abstracto generalizado del Comandante y compartida a su Estado Mayor de cómo resolver un problema complejo de manera simple sin el marco doctrinario suficiente que lo sustente para su factibilidad.

⁷ Traducción propia

Pero en estos últimos tiempos, el desarrollo vertiginoso en la integración de las TIC, junto al desarrollo de grandes infraestructuras de redes de internet; ha generado nuevos aspectos a ser considerados por el Comandante Operacional en un Entorno Operacional (EO).

Como bien lo expresa Milan Vego (2009): “Los avances tecnológicos han afectado considerablemente y seguirán influyendo tanto en la teoría como en la práctica del arte operacional.⁸ (pág. 20)

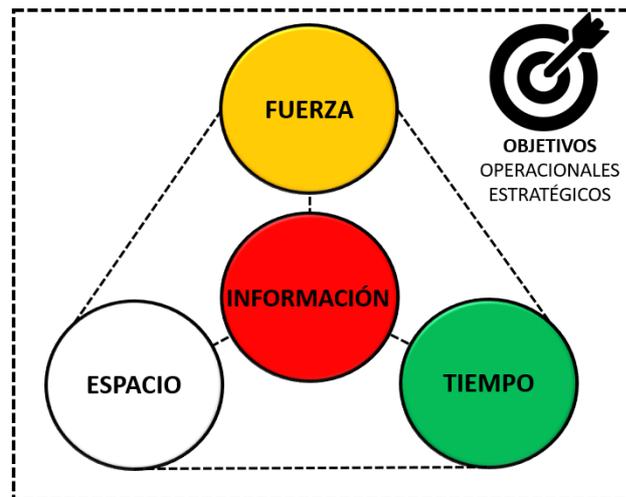
Los Comandantes Operacionales también deben observar completamente la complejidad de las relaciones de la información y su efecto en cada uno de los factores operacionales tradicionales. Un cambio significativo en cualquiera de estos factores invariablemente alterará el equilibrio global y requerirá su revaloración. (SANTINI, 2006, pág. 219)

Por lo tanto, los planificadores además de analizar los tres factores tradicionales tienen también en consideración un cuarto factor, que se denomina superioridad de la información, que es un factor multiplicador de la efectividad de las fuerzas para garantizar el éxito de las misiones (MARTÍNEZ, 2006). Este factor surge de la evolución tecnológica digital y el desarrollo del internet, que tiene relación directa o indirecta sobre el resto de los dominios (tierra, mar, aire y espacio), dando como consecuencia una quinta dimensión: el ciberespacio.

Esta dimensión no es comprendida por todos y presenta obstáculos elaborar un análisis preciso sobre el alcance y la afectación que posee en lo referente a la seguridad de una determinada operación. El ciberespacio, además de ser un término y/o problemática relativamente nueva, presenta otras dificultades, ya que por un lado se expande y desarrolla día a día y por otra parte se hace complejo el poder delimitarlo debido a su intangibilidad.

⁸ Traducción propia

Figuras 1. Factores Operacionales



Fuente: Gonzalez D.

Un ejemplo, es lo sucedido en Estonia en el 2007, cuando sufrió un ataque de negación de servicios efectuado por bootnets⁹ que paralizaron las actividades del gobierno por la alta dependencia de sistema digitales. Otro caso, fue el conflicto Rusia y Georgia en el 2008, los rusos utilizaron capacidades cibernéticas¹⁰ para inhabilitar los sistemas de comunicaciones, provocando una parálisis en las tropas y del gobierno de Georgia; fue la primera guerra cibernética en apoyo de una operación convencional (GARCÍA, 2020).

Las operaciones cibernéticas hasta el momento son consideradas como operaciones complementarias a las tradicionales, sin embargo, en el caso mencionado de Rusia, Georgia 2008, y lo acontecido en el 2022 entre Rusia y Ucrania, las fuerzas convencionales fueron dejadas en esa oportunidad como operaciones complementarias (TRAMA, 2017).

1.3.2 Principios de la Guerra

Estos son enseñanzas extraídas del análisis de la historia de las guerras y que se han mantenido a lo largo del tiempo. Pueden considerarse de valor universal y su función principal es la de orientar el pensamiento militar sin afectar la creatividad y la imaginación del Comandante o Estado Mayor.

9 Es un término que hace referencia a un conjunto o red de robots informáticos o bots, que se ejecutan de manera autónoma y automática. botnet puede controlar todos los ordenadores/servidores infectados de forma remota.

10 Un tipo de guerra que ocurre en el ciberespacio, es decir, en ordenadores y las redes que los vinculan. Las naciones que participan en este tipo de hostilidades buscan interrumpir, paralizar o destruir infraestructuras específicas de sus oponentes.

Estos principios rectores guían en la dirección correcta a quienes conducen la guerra y en la práctica pueden ser aplicados en los tres niveles de la guerra, pero difieren en cada país respecto a la cantidad y significado en las doctrinas de cada Fuerza. Esta diferencia radica principalmente por dos particularidades; la primera por los diversos criterios entre militares y la segunda por el método de aplicación.

Por tales motivos, se enlistan aquellos que son propios de nuestras Fuerzas Armadas Argentinas, de acuerdo con lo indicado en la publicación Planeamiento para la Acción Militar Conjunta Nivel Operacional PC 20-01 según anexo I. Estos principios están directamente vinculados entre ellos y constituyen una herramienta para el Comandante Operacional, muy importante a la hora de planificar y ejecutar acciones en un determinado teatro de operaciones.

1.3.3 Funciones Operacionales o Conjuntas

Consideradas como un conjunto de capacidades y actividades interrelacionadas, que agrupadas ayudan a los Comandantes Operacionales a integrar, sincronizar y conducir operaciones conjuntas¹¹ (NWP 3-32, 2008). Las mismas de acuerdo con la Publicación RG-1-054 Manual de Planeamiento Naval (2022): “Capacidades y actividades relacionadas, agrupadas en seis grupos básicos de Comando y Control, Inteligencia, Fuegos, Maniobra, Protección y Sostenimiento para ayudar al Comandante de una la Fuerza Conjunta a sincronizar, integrar y conducir operaciones conjuntas” (pág. 251).

Las operaciones conjuntas brindan una estructura conceptual, orientada a la visualización del Comandante Operacional, como un proceso cognitivo, continuo y dinámico. Éstas para el planificador, durante el proceso de planeamiento, específicamente en el paso de la confrontación o juego de guerra, resultan de fundamental importancia porque le atribuyen al decisor, la condición de resolver correctamente la secuencia y sincronización de las Fuerzas Conjuntas (TRAMA, 2017).

También existe un acuerdo en común sobre la cantidad y significado en las distintas Armadas del mundo, no obstante, se emplea la Publicación RG-1-054 3^{ra} Edición 2020 “MANUAL DE PLANEAMIENTO NAVAL” según anexo II.

¹¹ Traducción propia

1.4 El Diseño Operacional y sus Elementos

El concepto de diseño y su contrapartida civil *pensamiento del diseño* es relativamente nuevo y está ganando rápidamente interés en todas las fuerzas militares por su enfoque sistémico para la innovación y la creatividad. La introducción del diseño en el ámbito castrense se debe principalmente a que, el mundo ha experimentado grandes cambios paradigmáticos que amenazan con invalidar los métodos tradicionales para la toma de decisiones (FOJÓN, 2021).

Esta línea de pensamiento surgió para abordar los problemas complejos que se niegan a ser resueltos mediante métodos y enfoques normalizados. Se enfoca hacia el logro de soluciones mediante una representación compuesta por una narrativa, un gráfico o ambos que se utilizan para dar orden a situaciones de alta incertidumbre y como un medio para encapsular una situación (FOJÓN, 2021). Por ejemplo:

Figuras 2. Diseño Operacional



Fuente: González, D.

El concepto de diseño militar engloba una metodología de pensamiento crítico y creativo de manera generalizada, que comprende el ambiente operacional, identificar los problemas y gestar aproximaciones para su solución. Pero no pretende reemplazar los procesos de planeamiento, en su lugar, complementa a lo tradicional, ofreciendo

herramientas de pensamiento necesarias para desarrollar una mayor comprensión del contexto de la situación.

Por su parte Cordon (2010) sostiene que el diseño operacional no es un proceso, sino un planteamiento para organizar las actividades conceptuales de la planificación, que se realiza posteriormente por medios de procesos formales, tales como el planeamiento militar. Además, a través del empleo del diseño, los comandantes y estados mayores toman en consideración decisiones y acciones potenciales, y evalúan posibles planteamientos operacionales para determinar cómo estos contribuyen al logro del estado final deseado.

Se utiliza ante el surgimiento de escenarios militares complejos y focaliza en los enfoques holísticos, el conocimiento de diversas culturas y la necesidad de adquirir capacidad de “adaptabilidad” de las Fuerzas Armadas para ser una “organización que aprende” de las experiencias en forma continua. El diseño no reemplaza al planeamiento, pero el Planeamiento no es completo sin diseño. (ZARZA, 2011, pág. 12)

El diseño operacional se elabora en el paso I del proceso de planeamiento, y se plasma en la Directiva Inicial de Planeamiento (DIPLA), que responde al menos tres preguntas básicas, las cuales son: ¿Cuál es el contexto en el que se aplicará el diseño? (EO); ¿Cuál es el problema que el diseño está intentando resolver? (problema) y ¿Cuál es la orientación general para solucionar el problema? (solución).

Según Zarza (2011) el concepto del diseño es la conexión entre la actividad de diseño y el planeamiento reflejando la interpretación del ambiente operacional, el problema y la visualización del comandante de la organización para lograr el objetivo militar. Y agrega que los elementos del diseño operacional son herramientas a disposición del conductor militar para expresar el arte de estructurar la campaña, armonizar y sincronizar las capacidades militares conjuntas en tiempo, espacio y propósito, a fin de cumplir con la misión.

Por eso el diseño consiste en una nueva forma de pensar y trabajar, pero es más que un método, porque constituye un razonamiento iterativo¹²cuya fortaleza radica en resolver problemas complejos dinámicos de manera más eficiente. Sus elementos ayudan a identificar las estructuras subyacentes y sus patrones de forma más global y así prescindir de la complejidad del detalle, el cual trata de dar soluciones más creativas e

¹²Un método iterativo es un método que progresivamente va calculando aproximaciones a la solución de un problema.

innovadoras ante los problemas. “El pensamiento de diseño puede ayudar a las agencias de Defensa e Inteligencia a transformarse y adecuarse a la Era Digital, en la que el contexto cambia constantemente” (FOJÓN, 2021, pág. 9).

La explicación de esto último radica que en los sistemas humanos son muy complejos y no se puede comprender todo, ya que existen limitaciones cognitivas. Solo se abordan unas fracciones de las variables, cada vez que intentamos resolver un determinado problema.

La Publicación *PC 20-01 Planeamiento para la Acción Militar Conjunta Nivel Operacional* enumera los elementos del Diseño Operacional: el Estado Final Deseado, el centro de gravedad, los puntos decisivos, las líneas de operaciones, el momento y el ritmo. Además, en el anexo III se enlistan los elementos del diseño operacional con su definición y concepto. En esta oportunidad, debido a su importancia y comprensión se desarrolló lo que se considera como factores críticos y centro de gravedad.

1.4.1 Factores Críticos y Centro de Gravedad

El término factores críticos (FC) del centro de gravedad (CDG) fue introducido por el Coronel retirado estadounidense Joseph Strange en 1996. Dichos factores derivan en capacidades críticas (CC), requerimientos críticos (RC) y vulnerabilidades críticas (VC) (URIBE CÁCERES & RODRÍGUEZ RUIZ, 2019).

Un ejemplo práctico sobre los FC es lo acontecido en la Guerra del Líbano donde la CC es la de ejecutar lanzamiento de misiles de corto alcance desde posiciones ocultas sobre la población civil para atraer a las patrullas en su neutralización y así capturar soldados para su intercambio. Por su parte el RC es la de mantener los lanzamientos diarios y la VC era la fragilidad de las posiciones de lanzamiento que estaban mal enmascaradas (GNIESKO, 2017).

Figuras 3. Factores Críticos



Fuente: Gonzalez. D.

Los FC y CDG son los elementos esenciales y significativos para tener en cuenta por el Comandante Operacional, ya que evalúan adecuadamente las propias fuerzas y debilidades, como así también las del enemigo (URIBE CÁCERES & RODRÍGUEZ RUIZ, 2019). El concepto de CDG se puede hallar en la doctrina conjunta, *Planeamiento para la Acción Militar Conjunta Nivel Operacional PC 20-01*:

Son fuentes de poder que proveen fortalezas o capacidades esenciales para el cumplimiento de los intereses, objetivos y misiones de un actor. Estas fuentes de poder son subsistemas críticos, que generan libertad de acción y voluntad de lucha, pueden ser físicos o abstractos y pueden variar con las modificaciones de la situación. La neutralización o afectación de un CDG, produce o contribuye en forma directa a la desarticulación sistémica propia o del oponente. (PC 20-01, 2017, pág. 19)

1.4.2 Identificación e interpretación del Centro de Gravedad

La identificación e interpretación del CDG ideada por Strange, fue posteriormente abordada por diversos autores, siendo los más reconocidos Milan Vego y Dale Eikmeier; ambos con enfoques similares, pero con distintos análisis.

El elemento más importante del diseño operacional es el centro de gravedad, siendo su análisis y determinación un factor esencial en el planeamiento de una campaña. A pesar de la trascendencia que tiene su análisis y determinación para el diseño de la campaña, no se dispone de una herramienta procedimental clara para el diseño operacional, el planeamiento y la conducción de las operaciones. (GNIESKO, 2017, pág. 1)

Por un lado, Vego realiza un análisis del CDG a partir de la división de dos núcleos bien definidos: una interna, dividida en abstracto y material; y la externa, asociada a los requerimientos críticos. Por otro lado, Eikmeier proporciona una visión basada en: *fin*, *modo* y *medios*, donde la mayor diferencia radica en que a nivel operacional debe haber mayor precisión. El objetivo operacional en general deben ser materiales, denominándolo *ente* y no *fuentes* como lo presenta Milan Vego (GNIESKO, 2017).

A pesar de que el CDG es uno de los elementos más importante del diseño operacional, ya que su análisis y determinación son un factor esencial en el planeamiento, no se dispone de una herramienta procedimental clara para el diseño operacional, el planeamiento y la conducción de operaciones (GNIESKO, 2017).

En el anexo IV, se aborda un procedimiento analítico del CDG propuesto por el Mayor Christian Iván Gniesko del Ejército Argentino, que trabajo como un modelo cognitivo a ser considerado para su desarrollo en la propuesta como implementación de la IA. Además, en el anexo V se describe otra herramienta de análisis del CDG implementado por el ejército de los Estados Unidos realizado por la corporación RAND¹³

En síntesis, en el capítulo I trata la relación que existe entre la ciencia, tecnología con el arte y éste último con el arte y diseño operacional el cual es singular y exclusivo del ser humano siendo plasmado mediante la herramienta diseño operacional y sus elementos, que facilita en gran medida en expresar esa creatividad en un lenguaje universal con el fin de guiar todo el proceso decisorio durante el planeamiento. En ese análisis del arte operacional y sus elementos de diseño se aprecia la importancia de la información como recurso vital para la toma de decisiones. Esto requiere nuevas herramientas o interfaz que satisfice la necesidad de comprender de manera más cabal el EO que se encuentra sometido para poder integrar y articular de manera óptima a nivel operacional la táctica con estrategia en la conducción de maniobras operacionales de una fuerza.

¹³ Es una organización sin ánimo de lucro, un laboratorio de ideas y un grupo de académicos expertos en análisis y formulación de políticas.

CAPÍTULO II: LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En el presente capítulo se aborda la definición y descripción de la IA, la cual presenta distintos aspectos de esta tecnología para su implementación en múltiples áreas de la ciencia. Se expone brevemente su historia y su evolución como antecedente en la resolución de problemas complejos. Su definición y una primera clasificación. Luego las bases conceptuales sobre el paradigma de aprendizaje, prestando atención al *deep learning* como aporte importante de la IA, el cual ha revolucionado al momento por la flexibilidad que posee este algoritmo en diversas áreas de aplicación. Se describe de manera sintética diversos proyectos y desarrollos de la actualidad en la aplicación IA, que puedan ser considerados como modelos cognitivos para su empleo en el arte y diseño operacional para la toma de decisiones.

2.1 Concepto de Inteligencia Artificial

2.1.1 Una breve historia de la IA

La IA se evidenció por vez primera y de forma masiva en la famosa partida de ajedrez entre el campeón mundial Gary Kasparov y el ordenador *Deep Blue* de IA desarrollada por IMB, quien finalmente fue el vencedor el 10 de febrero de 1996, se consideró como la primera partida de ajedrez de estas características y sentó como precedente de que la IA influiría profundamente en diversos aspectos de la vida cotidiana.

Sin embargo, *Deep Blue* tenía un problema que en ese momento no se habían percatado sus desarrolladores, los mismos son denominados como aprendizaje profundo¹⁴ El ordenador no aprendía de sus propios errores, es decir, tropezaba dos veces con el mismo problema que había sido desafiado. Kasparov inicialmente quedó sorprendido, pero luego se repuso en las siguientes partidas porque la máquina cometía los mismos errores que las partidas anteriores, ganando el ruso la serie 4 a 2.

En un segundo encuentro en 1997, el ordenador *Deep Blue* fue mejorado y venció al campeón mundial, pero lo importante de este hecho es que se demostró por primera vez, que una IA podría dominar en un campo que se pensaba en ese momento que era exclusivo de la habilidad cognitiva humana.

14 Siendo una subcategoría del aprendizaje automático, el aprendizaje profundo trata del uso de redes neuronales para mejorar distintos tecnicismos, tales como el reconocimiento de voz, la visión por ordenador y el procesamiento del lenguaje natural

Al inicio de 2000, el campo de la IA carecía de promoción y recursos, ya que en sus orígenes estaba más enfocado a sectores empresariales y se desconocía el verdadero potencial. Pero en el 2006 la *machine learning*¹⁵ inició un gran desarrollo financiado por grandes empresas como IBM y Microsoft que empezaría a expandirse a nivel Global.

Así, nace un consecutivo desarrollo y expansión a nivel mundial de la IA, con nuevos algoritmos de aprendizaje y técnicas que permiten mediante una red neuronal, detectar patrones en video e imágenes de manera sencilla. Al mismo tiempo, acompañado con el desarrollo de nuevas tecnologías de procesamiento, diseñada específicamente para esta función, permitió consolidar aún más los beneficios de implementación de estas tecnologías en otras áreas de las ciencias (RAMÍREZ, 2018).

Así básicamente se empezó a construir la gran reputación con la que cuenta la inteligencia artificial, hasta el punto de que Elon Musk, Sam Altman y otro conjunto de personas fundan en el 2015 una organización sin ánimo de lucro llamada Open AI, dotándola de mil millones de dólares para que iniciaran y promovieran investigaciones que permitieran el avance de la inteligencia artificial en pro de un impacto positivo para la humanidad. (RAMÍREZ, 2018, pág. 7)

Otro logro sobre el avance de esta tecnología fue que Google en el 2015 consiguió ganar al campeón del Go¹⁶ del mundo por primera vez, y este juego oriental de estrategia está considerado como de gran reto para la IA, debido a la complejidad de planear posiciones y los movimientos en el tablero. Este reto fue logrado gracias al descubrimiento de nuevas técnicas y algoritmo durante la última década, que han llevado el campo de la IA hacia una nueva época dorada que muchos la denominan la *cuarta revolución*¹⁷.

La anterior revolución industrial se basó en las máquinas para superar los límites físicos de los humanos y los animales. La actual se apoya en las tecnologías digitales y las biotecnologías para superar no solo nuestros límites físicos, sino también los intelectuales y los propios límites naturales de duración de nuestra vida. Todo esto nos obligará, más pronto que tarde, a replanteamientos radicales de nuestra economía, sociedad y cultura, nuestros principios éticos. (GONZÁLEZ, 2018, pág. 12)

Estamos viviendo la transformación más profunda en el mundo de la información desde la invención de la imprenta. De la mano de la cuarta revolución industrial, llegó la era de una tecnología de gran potencialidad disruptiva: la inteligencia artificial (IA).

¹⁵ *Machine Learning* es una disciplina del campo de la Inteligencia Artificial que, a través de algoritmos, dota a los ordenadores de la capacidad de identificar patrones en datos masivos y elaborar predicciones (análisis predictivo).

¹⁶ El objetivo es "conquistar" territorios, para lo cual es necesario rodearlos con las piedras propias. Gana el jugador que, al final del juego, haya conquistado un territorio mayor que su oponente. De hecho, el nombre chino del juego es algo así como weiqi, que literalmente significa "juego de tablero de envolvimiento"

¹⁷ Cuarta Revolución Industrial, también conocida como Industria 4.0 o Revolución industrial etapa cuatro, es la cuarta etapa industrial más importante que se ha verificado desde el inicio de la revolución industrial en el siglo XVIII. Se caracteriza por una fusión de tecnologías actualmente en prueba o en desarrollo, lo que está desintegrando las fronteras entre las esferas física, digital, y biológica.

La IA no es una tecnología específica, sino que comprende un conjunto de procesos basados en el aprendizaje automático que, a partir de grandes cantidades de datos y algoritmos potentes, desarrolla predicciones sólidas para dotar de una mayor eficacia a los procesos existentes. (ABDALA, 2019, pág. 5)

Una transformación que parte de la era digital y que promete ser una innovación disruptiva, es decir que, la humanidad ha diseñado la IA y realmente no se percató de las repercusiones que tendría en tan diversos campos de las ciencias como la medicina, la seguridad, la defensa, la robótica, el transporte, la comunicación, las finanzas, la sociedad, entre otros.

2.1.2. Inteligencia Artificial: una aproximación

Intentar definir exactamente lo que es la IA es una tarea difícil, sobre todo porque es un concepto que depende exclusivamente de la propia definición de inteligencia, término que hasta el día de hoy tiene múltiples interpretaciones; por ende, con la definición de IA sucede lo mismo. Por ejemplo:

Los principales libros de inteligencia artificial la definen como el estudio y diseño de agentes inteligentes, donde un agente inteligente es un sistema que percibe su entorno y es capaz de actuar sobre él, de tal modo que pueda conseguir sus objetivos, siempre maximizando las oportunidades de éxito. (ARDANUY, 2011, pág. 3)

En síntesis, se puede decir que la IA es una disciplina más del campo de la informática, la cual busca la creación de máquinas que puedan imitar comportamientos inteligentes que pueden ser muy diversos, desde analizar patrones, reconocer voces, conducir vehículos hasta tomar decisiones.

Son muchas las formas que las máquinas puedan simular un comportamiento inteligente y en ciertas áreas lo hacen con un rendimiento muy superior a un ser humano. Pero esto, no significa que las IA sean más capaces que los humanos porque si se intenta hacer que esa misma función específica realice otras tareas o al mismo tiempo, el resultado es verdaderamente desastroso.

La capacidad de realizar multitareas de los seres humanos es una característica propia de la inteligencia humana, como por ejemplo caminar y pensar, es una capacidad muy codiciada por los investigadores en el campo de la IA. Esta diferencia tan marcada en permite encuadrar en dos grandes clasificaciones sobre la IA: una inteligencia artificial débil o estrecha es cuando solo puede cumplir un conjunto de tareas muy específicas y una inteligencia artificial fuerte que es cuando es capaz de aplicarse en varias tareas y dominios diferentes. En la actualidad la IA que existe es la débil, y a pesar de las grandes

mejoras de los algoritmos como las nuevas técnicas prometedoras de redes neuronales, no se ha alcanzado la funcionalidad de la multitarea.

Otro punto para tener en cuenta es cuando se refiere a la definición inicial sobre la IA, en imitar comportamiento inteligente, no significa que realmente se está haciendo un comportamiento cognitivo igual que al del ser humano. Por ejemplo: una persona puede reprogramar ciertas acciones como ser el movimiento de un brazo robótico que debe realizar tareas de soldadura en una fábrica de automóviles. Esto no parece ser inteligente, porque la lógica del movimiento lo configura un determinado operario; pero encuadra perfectamente en la definición de imitar comportamiento inteligente y, por lo tanto, en apariencia se está ejecutando un movimiento inteligente.

Por tales razones, en el campo de la inteligencia artificial, surgen varias subcategorías que tratan de responder a fin de explicar distintos comportamientos inteligentes. Ellos son: la robótica, que se basa en todo lo relacionado con el movimiento y su adaptabilidad en el entorno. El procesamiento del lenguaje natural, que señala la capacidad de poder hablar y realizar las conversiones de texto y audio, y por último el sistema experto, este término menciona un sistema que se basa en un área de aplicación de gran complejidad y muy específica, lo cual sirve como asistente consultor y experto para los usuarios de su interfaz.

Todas estas capacidades mencionadas que solo es una fracción de las aplicaciones y oportunidades que ofrece esta tecnología, conforman un campo de estudio muy amplio dentro de la IA.

Pero hay una capacidad sumamente importante que define al agente inteligente, que es la capacidad de aprender de conocimientos, denominada *machine learning* o aprendizaje automático. Es la rama de IA que estudia cómo dotar a las máquinas de aprendizaje, entendido este como la generalización de conocimientos a partir de un conjunto de experiencias.

El *machine learning* no es una subcategoría cualquiera por la gran implicancia que tiene con el resto de las otras capacidades, ya que no solo puede ser preprogramado y/o etiquetado, sino porque lo realiza de manera automática por sí solo, y esto marca una gran diferencia con respecto a imitar movimiento o alguna tarea específica.

Dentro del mundo *machine learning* existen diferentes técnicas de aprendizaje, que sirven para diferentes aplicaciones específicas que en esta ocasión solo se mencionarán,

por ejemplo: árbol de decisión, modelo de regresión, técnica de clasificación, técnica de clustering, entre otros.

Sin embargo, la técnica de redes neuronales ha revolucionado el mundo de la IA debido a que tienen la particularidad de ser capaces de aprender conceptos de manera jerarquizada, es decir, la información se aprende por niveles, donde las primeras capas definen conceptos muy concretos y las posteriores utilizan la información previamente aprendida para profundizar en un término aún más abstracto.

La cantidad de capas no tiene límites y hoy en día cada vez son mayores los algoritmos neuronales, convirtiéndolos en verdaderos sistemas complejos. Estos algoritmos tan especiales son lo que se denomina *deep learning*, que significa aprendizaje profundo, un concepto de moda en estos últimos tiempos y utilizado en diversas aplicaciones por la flexibilidad que posee para realizar diferentes tareas específicas y por su capacidad de encontrar patrones de manera más eficiente.

Este último punto es la razón principal de que la técnica de IA esté ganando tanto espacio, y es básicamente, por la necesidad inherente de la sociedad respecto a la información estratégica.

En la actualidad, la información digital y la tecnología produjeron un cambio de mentalidad abrupta, en cómo valorizar los datos y con una tendencia en acumular cada vez más datos denominado *Big Data*. Por esto se requiere de la IA con potentes técnicas complejas que se entrenan y aprenden a partir de esos mismos datos masivos y permiten así adentrarse en este mundo social cada vez más digitalizado y complejo.

2.2 Concepto de aprendizaje

En el campo de la IA muchos de los conceptos se inspiran del cerebro humano, pese a que los neurocientíficos no logran descifrar toda la complejidad de este órgano y sus procesos mentales involucrados en la inteligencia humana. Sin embargo, sirve como fuente de inspiración para desarrollar varios de los conceptos más importantes de la IA. Uno de estos es el paradigma de aprendizaje y que son los mecanismos que permiten procesar toda esa información nueva, la cual se percibe en el entorno o ambiente para concluir en conocimiento a ser empleado.

Entender estos procesos de aprendizaje es fundamental en el campo del *machine learning*; y esto es así a tal punto que todo el algoritmo técnico dentro de este campo

puede ser clasificado en tres grandes grupos: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje reforzado.

2.2.1 Aprendizaje supervisado

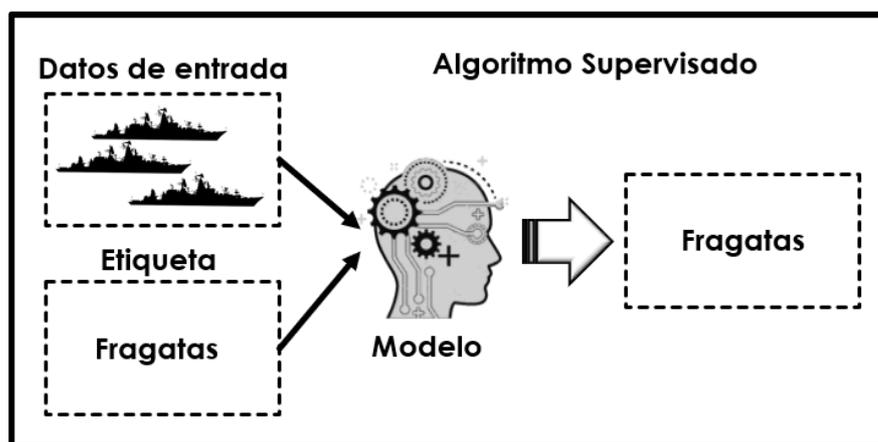
Consiste en descubrir la relación existente entre una variable de entrada y una de salida, es decir, el aprendizaje surge de enseñar a estos algoritmos cuál es el resultado que se desea obtener para un determinado valor. Luego de ingresar varios ejemplos, y si se dan las condiciones, el algoritmo será capaz de dar un resultado correcto, aunque se le den valores distintos.

Un ejemplo de este mecanismo de aprendizaje es el siguiente: con un valor de entrada 1 al sistema obtengo 2 de salida, para el siguiente el valor de entrada 2, obtengo 4 de salida, de entrada 6 obtengo 12, entrada 9 obtengo 18, entrada 10 salida: ¿qué valor corresponde?; sería 20.

Como resultado, el sistema fue capaz de deducir mediante ejemplos etiquetados, entre la variable de entrada y salida, y por mera observación, la relación existente que es multiplicar por 2. Esto significa que, si se introduce un nuevo valor, el sistema sería capaz de realizarlo por la nueva regla que aprendió la IA.

Ejemplo:

Figuras 4. Aprendizaje Supervisado



Fuente: González D.

El ejemplo anterior parece sencillo y poco impresionante, pero la idea general era entender conceptualmente como es el proceso cognitivo de aprendizaje. Ahora se hará referencia a otra situación en otra área y en un nivel que permite apreciar la capacidad de la IA en resolver problemas con mayor grado de complejidad, por ejemplo: si se desea

que la IA sea capaz de identificar correos electrónicos que contengan SPAM¹⁸, para los seres humanos sería sencillo, solo consiste en leer cada correo, pero como desventaja es una tarea maratónica si debemos verificar miles. Para una IA este problema de verificación sería sencillo una vez que haya aprendido cuales son los patrones que permita identificar entre un correo deseado y no deseado. Para que la *machine learning* logre su cometido es necesario dar muchos ejemplos y clasificación de correos que permita visualizar ese patrón y asimilar como un aprendizaje.

Otro ejemplo aún más complicado puede ser ¿cómo identificar a partir de las redes sociales si una persona va a sufrir de depresión de acuerdo con lo publicado? Esta tarea consistiría en enseñar miles de ejemplos de usuarios y su correspondiente clasificación, si sufren o no de depresión. Esto sería una tarea maratónica y difícil de diagnosticar por un ser humano; sin embargo, la IA puede visualizar un sin número de patrones e identificar elementos que dictaminan si alguien está en proceso de depresión.

De hecho, en el año 2016 a partir de los mismos datos se pudo diagnosticar la depresión con la IA con una precisión del 82,1 %. Otro caso fue en el 2018, el sistema de IA encarado por la Universidad de Stanford en Estados Unidos fue alimentado con datos de conversaciones, videos de 200 personas diagnosticadas con depresión, donde la IA analizaba los patrones de voz, tono, fluidez en el habla y expresiones de rostro, de las cuales los investigadores revelaron que la IA tenía un acierto superior al 80% (Martínez, 2016).

Por tales razones, muchos investigadores de diferentes campos han comenzado a desarrollar diferentes técnicas de aprendizaje automático porque la IA es capaz de detectar tendencia y detalles en conjuntos de datos masivos que los humanos jamás podrán detectar para explicar diferentes fenómenos, tratamiento, entre otros.

Lo impresionante que tiene esta técnica es que realmente funciona, si se le dan los suficientes datos masivos de entrada y de salida, identificará si existe o no una relación entre dos variables y va a ser capaz de aprenderla automáticamente. Es por esta razón que el aprendizaje supervisado es muy implementado hoy en día por la practicidad y sus

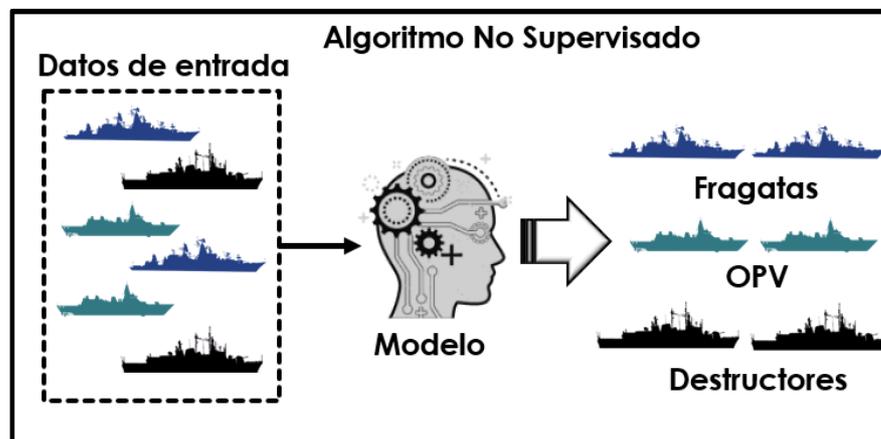
¹⁸El SPAM es correo basura digital: comunicaciones no solicitadas que se envían de forma masiva por internet o mediante otros sistemas de mensajería electrónica. Disponible en: <https://www.avast.com/es-es/c-spam> (2022)

resultados ya que la IA por sólo mera observación de datos fue capaz de generalizar el conocimiento siendo la clave este tipo de aprendizaje.

2.2.2 Aprendizaje no supervisado

Este paradigma es el que consigue producir conocimiento únicamente con los datos que se le proporciona como entrada, sin necesidad en ningún momento de explicar al sistema qué resultado se desea obtener; o sea, se tienen datos sin etiquetar, que el algoritmo tiene que intentar entender por sí mismo, es algo abstracta la definición, ya que la pregunta es: ¿cómo puede aprender el algoritmo sin recibir ninguna pauta previa al respecto? A continuación, un ejemplo:

Figuras 5. Algoritmo No Supervisado



Fuente: González D.

La IA en este caso desconoce totalmente los datos y solo trata de reconocer patrones similares y los agrupa, esto se llama proceso *declustering*¹⁹ que convierte los gráficos en un formato vectorial para procesarlo y agruparlo para luego categorizarlo, obteniendo por sí solo un conocimiento de valor con los datos de entrada. El aprendizaje no supervisado se utiliza para explorar datos desconocidos y puede revelar patrones que podrían haberse pasado por alto o examinar grandes conjuntos de datos que serían demasiados para ser trabajados por una sola persona

Una de las ventajas de este proceso es que la carga de conjunto de datos para aprender es mucho menor, en comparación con el de etiqueta, pero esconde mucho más, ya que

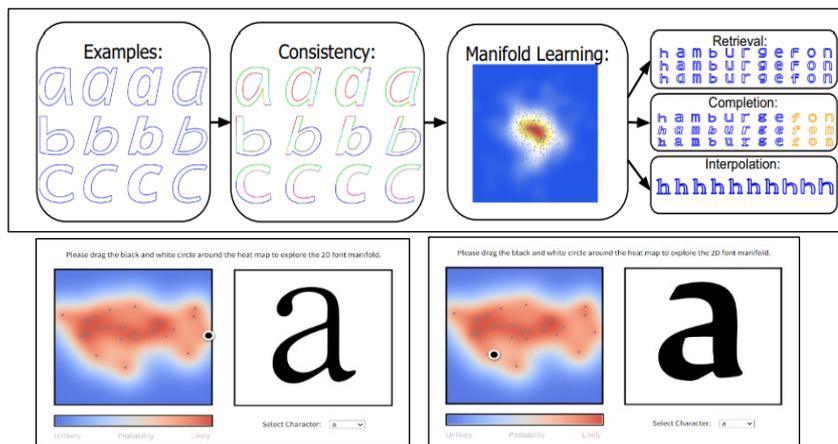
¹⁹ Análisis de grupos o agrupamiento es la tarea de agrupar objetos por similitud, en grupos o conjuntos de manera que los miembros del mismo grupo tengan características similares

encuentra patrones de estructura interna mucho más complejas y logra categorizar por sí mismo ayuda adicional.

Por ejemplo, si pensamos en una silla, ¿cómo sería?, ¿pequeña?, ¿grande?, ¿chica? ¿sería moderna?, ¿antigua?, ¿exótica?, entre otras. Es decir, todo el mundo comprende el concepto de silla, pero cuando se refiere en la realidad, este concepto tiene muchas variantes. Entonces ¿qué es realmente una silla?, nuestro cerebro lo hace de forma automática y en el aprendizaje no supervisado es lo que está aprendiendo hacer.

Otro ejemplo es que en este momento ya existen algoritmos que pueden comprender estas estructuras conceptuales abstractas, como la denominada espacios latentes²⁰. En la figura 6 se aprecia este mecanismo de aprendizaje de la *machine learning* para comprender de manera conceptual los números, letras con respecto a la infinidad es de formas, trazos y tamaños que pueden existir. La *machine learning* es capaz de conceptualizar su aprendizaje mediante un enfoque de área permisible que contiene la esencia en que se encuadra un número o una letra. De esta manera una vez construidos estos espacios, la *machine learning* es capaz de reconocer fácilmente otros elementos muy parecidos o similares, por ejemplo, el significado de dos palabras.

Figuras 6. Espacio Latente Demostración Gráfica



Fuente: http://vecg.cs.ucl.ac.uk/Projects/projects_fonts/projects_fonts.html

2.2.3 Aprendizaje reforzado

Es muy similar al anterior, trabaja con datos sin etiquetar, pero una vez que realizó las acciones trata de optimizarlas cada cierto periodo mediante la realimentación de actualizaciones al sistema, es decir, el sistema analiza las estrategias que han

²⁰ Espacio latente se refiere a un espacio multidimensional abstracto que contiene valores de características que no podemos interpretar directamente, pero que codifica una representación interna significativa de los eventos observados de manera externa. Fuente: <https://www.i-ciencias.com/pregunta/155790/que-es-un-espacio-latente>

funcionado en el pasado y las repite cuando existen situaciones similares en el futuro, pero además explora nuevas acciones evaluando la efectividad de éste y consiguiendo así una optimización del sistema para prepararse para nuevos escenarios.

En el anexo VI se describe una síntesis de las principales técnicas de *machine learning*.

2.2.4 Deep learning

Esta técnica denominada red neuronal también se conoce como *deep learning* es un modelo computacional que existe desde hace mucho tiempo, son sistemas informáticos inspirados en las redes neuronales biológicas. La red neuronal en sí no es un algoritmo, si no un marco para muchos algoritmos de aprendizaje automático que trabajan juntos y procesen entrada de datos complejos. Tales sistemas aprenden de manera automática mediante datos de entradas no supervisados (LÓPEZ MEDEL, 2019).

El *deep learning* es una técnica empleada hace unos pocos años y la fecha de su explosión fue a partir del 2006, gracias a las mejoras de la técnica y la tecnología de procesamiento de datos que permitió implementar de manera masiva al algoritmo, con resultados impresionantes y generado una verdadera revolución de conocimientos, como por ejemplo reconocer caracteres, imágenes, voces, generación de texto, traducción de idioma, conducción autónoma, análisis genético y pronóstico de enfermedades. Se trata de un algoritmo potente al que se puede modelar fácilmente comportamiento inteligente.

2.2.4.A. Redes generativas antagónicas (RGAs)

Esta técnica fue inventada por Goog Fellow en el año 2014 y es una de las ramas del paradigma de aprendizaje no supervisado y considerado la mayor revolución en los últimos años. Consiste en dos redes neuronales –generador y discriminatoria-enfrentadas que compiten mutuamente.

Es una manera inteligente para entrenar una IA y consiste en que el generador debe realizar una determinada imagen y el discriminador compara con una imagen de datos previamente entrenada y dirá si es falsa. El generador solo sabrá los motivos por la cual fue descartada y, de esta manera, irá sucesivamente mejorando cada imagen hasta que el discriminador no pueda dilucidar si es verdadero o falso. En todo este proceso iterativo generador y discriminador van aprendiendo hasta que la red no pueda mejorar más y, a partir de ahí, la red habrá sido entrenada por completo (URRESTI, 2020).

Estas redes generativas permiten crear imágenes fotorrealistas de diseño industrial, además generan patrones de movimiento y reconstruir modelo 3D a partir de imágenes 2D, permitiendo mejoras en infinidad de tareas como en las imágenes astronómicas, en la visión nocturna y perfeccionar la calidad de imágenes de resonancia médica, entre otras. En sí esta red neuronal rellena información faltante por lo que pueden tener aplicaciones en distintas ramas de la ciencia (CALCAGNI, 2020).

2.2.4.B. Redes neuronales convolucionales (CNN)

Es un tipo de red neuronal artificial que se engloba en el paradigma del aprendizaje supervisado y surge de la necesidad de poder procesar las imágenes de manera más efectiva y eficiente. En sí, su funcionamiento imita al del ojo humano para identificar los objetos de su entorno buscando dentro de las imágenes captadas cuáles son aquellos elementos más destacables de la imagen. De esta manera, se obtienen aquellos patrones característicos de la imagen en cada entrenamiento logrando así conceptualizar los elementos únicos por cada imagen ingresada durante su aprendizaje previamente etiquetadas (HERAS, 2020).

Con lo expuesto se explicó cómo se producen los diferentes procesos de aprendizajes mediante un modelo abstracto denominado *caja negra*²¹. Esta forma de entender al sistema permite comprender mejor sobre su interacción con el entorno, es decir, saber qué hace y no cómo lo hace; y esto facilita enormemente entender los conceptos básicos del paradigma del aprendizaje.

En el ámbito de la IA se reconocen cinco grandes áreas tecnológicas básicas: aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural, razonamiento, sistemas experto y por último percepción. La combinación de todas ellas genera sistemas que ayudan a razonar y tomar decisiones en un dominio concreto (CESEDEN, 2018).

2.3 Big Data Vs inteligencia artificial

Aunque ambos conceptos giran en torno a los datos, tienen funcionalidades muy distintas y existe una relación recíproca entre ambos. El *Big Data* es el combustible de la IA, que se nutre de los datos procesados y aprende de ellos, creando o reconociendo patrones

²¹La caja negra es una metáfora para designar aquel elemento estructural de un modelo abstracto sobre el funcionamiento de un sistema que se halla entre la entrada y la salida. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_negra_\(psicología\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_negra_(psicología))

y desarrollando soluciones sofisticadas de analítica para todo tipo de sectores de la sociedad.

Por lo tanto, la IA necesita de datos para construir su inteligencia, tanto de forma inicial como de forma posterior y continua. Cuanto más grande sea la cantidad de datos a la que se pueda acceder, más podrá aprender y, por tanto, más precisos y eficientes serán sus resultados.

El futuro de la tecnología para el bien depende en gran parte de la disponibilidad de datos de calidad. Ya se utilice para crear algoritmos de IA o para elaborar políticas públicas, la información es fundamental para entender los problemas y las posibles repercusiones de las innovaciones basadas en la tecnología. (VECCHIONE, 2018, pág. 11)

Los datos son la materia prima que sirve para la toma de decisiones, sin datos de calidad que proporcionen información correcta en el momento adecuado, el diseño, la supervisión y la evaluación son tareas casi imposibles (GONZÁLEZ, 2018).

Hay evidencia emergente de que las tecnologías disruptivas de Inteligencia artificial (IA) y Big Data (BD), en combinación con tecnologías de sensores e infraestructura más maduras, pueden ayudar a la comunidad de Defensa a enfrentarse a los desafíos de los sistemas C4ISR²² contemporáneos, en términos de rendimiento, resiliencia, escalabilidad, interoperabilidad y eficiencia del operador. (CESEDEN, 2018, pág. 97)

“El empleo de la Inteligencia artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML) ayudarán a minimizar errores y acelerar la toma de decisiones en operaciones” (CESEDEN, 2018, pág. 98). La posibilidad de contar con estas nuevas técnicas de análisis de la IA sobre datos masivos denominados *Big Data*, construye aplicaciones innovadoras para lograr la superioridad de la información, tan requerida en estos nuevos escenarios de conflicto, en una sociedad cada vez más interconectada y digitalizada.

2.4 Riesgo de la IA

Los algoritmos de la IA son creaciones humanas y como tal son falibles, es decir, tienen tanto errores y sesgos como los procesos humanos. Sin embargo, son pocos los países que han tomado conciencia y voluntad de efectuar algún tipo de regulación; por ejemplo, en la mayoría de los países los procesos legislativos se encuentran corriendo desde

²²Es un acrónimo en inglés usado para representar el grupo de funciones militares definidas por C⁴, I, y STAR, orientadas a permitir la coordinación de operaciones

atrás, ya que la tecnología avanzó tan rápidamente que el vehículo autónomo se encuentra a la vuelta de la esquina.

Cuando se menciona los sesgos es porque el algoritmo es una creación propia y humana, y quienes lo realizan, lo hacen indisolublemente en su cultura. No va a ser igual el algoritmo producido por un técnico especialista occidental que uno oriental. Por lo tanto, en materia de Defensa y Seguridad, se puede decir que el algoritmo del adversario nunca será igual al propio, como tampoco lo es su doctrina.

2.5 La IA en su marco normativo

El marco regulatorio sobre la implementación de IA a nivel internacional es escaso y la razón principal es que en estas últimas décadas se ha iniciado un desarrollo tan abrupto de esta tecnología que con implicancias tan diversas en distintas áreas que no se ha evaluado de forma correcta las consecuencias legales de estos sistemas inteligentes, los cuales se utilizan a través de los servicios como Google, Microsoft, Facebook, Instagram, entre otros.

A modo de simplificar, el llamado a regular la IA en un marco normativo se concentra en cuatro ejes, que permite conceptualizar la normalización de esta tecnología:

La caja negra referente a la transparencia del algoritmo respecto a la obtención, procesamiento y uso de la información; el sesgo del algoritmo, el cual implica la creación de éste que es alimentado por datos que están sesgado por distintos motivos con resultados negativos; la ética de selección, un vehículo autónomo que debe decidir arriesgar la vida de sus ocupantes o dañar a terceros y por último el manejo de la Información, que conlleva la regulación sobre el acceso y el manejo de la información. (ABDALA, 2019).

En Argentina sólo se encuentran ciertas disposiciones que apuntan a su estudio y desarrollo o la promoción de buenas prácticas de la IA. A nivel de Defensa, existe el marco de la Directiva de Política de Defensa Nacional (DPDN 2021), la cual enmarca una apreciación global que sirve como referencia para la política de la Defensa Nacional y en referencia a la tecnología de la IA se aprecia lo siguiente:

Desde el posicionamiento y la actitud estratégica de la REPÚBLICA ARGENTINA, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) deben entenderse como un factor contribuyente al progreso y desarrollo de una nación soberana, por lo que resulta imperativo el resguardo del entorno digital conformado por las mismas. El ciberespacio es una dimensión que, con reglas propias, cruza transversalmente a los dominios físicos tradicionales. En consecuencia, el resguardo soberano debe

garantizarse sobre la infraestructura de las TICs localizadas en el territorio nacional. Bajo esta conceptualización, la ciberdefensa debe minimizar el riesgo de la exposición y contrarrestar eventos que afecten la libre disponibilidad del ciberespacio en las operaciones militares. (DPDN, 2021, pág. 20)

En este marco, es necesario explorar 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. Conceptos como inteligencia artificial, aprendizaje automático, autonomía, cibernética, acceso al espacio y biotecnología, que interpelan a los sistemas militares del mundo, ofrecen posibilidades para acortar la brecha tecnológica en el proceso de revertir la desinversión. La innovación como mirada integral y no únicamente como incorporación tecnológica debe alentarse y sistematizarse para lograr ventajas operacionales y estratégicas en consonancia con nuestras posibilidades nacionales. (DPDN, 2021, pág. 21)

Por otra parte, el ESTADO MAYOR CONJUNTO DE LAS FUERZAS ARMADAS procurará, en su nivel de conducción estratégico-militar, incrementar el desarrollo de las capacidades de Comando, Control, Comunicación, Computación, Inteligencia, Interoperabilidad, Vigilancia y Reconocimiento (C4I2VR) del Sistema de Defensa Nacional. El diseño de estas capacidades deberá prever, asimismo, el desarrollo de sistemas que incorporen inteligencia artificial. En definitiva, los aspectos enumerados contribuirán al desenvolvimiento de un sistema de comando y control estructurado en torno a la noción de gestión multidominio del accionar militar conjunto. (DPDN, 2021, pág. 34)

Por tales menciones, respecto a las normas jurídicas, al momento no hay nada, solo la promoción de las capacidades de la IA en la incorporación en el ámbito castrense a efecto de mejorar el rendimiento en general y proporcionar una protección contra amenazas de ciberdefensa.

2.6 Situación y empleo de la IA

En este punto se enlista un resumen de los avances y logros de la IA hasta el momento que permiten valorar cómo los principios y conceptos introducidos en el presente capítulo están siendo actualmente empleados y ayudan a tener una idea de su potencial empleo, tanto en el ámbito de la Defensa como en la manera de resolver problemas complejos para la toma de decisiones.

Existen múltiples áreas de aplicación de la IA y no es posible desarrollarlas con profundidad por cuestión de espacio y tiempo. Se describe brevemente a aquellas que tengan factibilidad en el ámbito militar.

Análisis de Video Intermodal Profundo (DIVA): Es un sistema de IA que permite monitorear diversas fuentes de video y en poco segundos, realizar el análisis en tiempo real del entorno sobre posibles amenazas e inclusive cuando una persona o vehículo

realiza una actividad específica —ataque terrorista o actividades delictivas²³ (IARPA, 2022).

Proyecto de Anticipación Sinérgica de Eventos Geopolíticos (SAGE): El proyecto SAGE consiste en la utilización de la IA junto a expertos humanos para que interactúen con la herramienta de aprendizaje automático para hacer predicciones sobre futuros eventos geopolíticos. Su objetivo es que los pronósticos derivados de la combinación de personas más la IA tengan mayor exactitud que la de un grupo de personas trabajando de manera tradicional²⁴.

Caracterización de Anomalías en la Trayectoria de Señales de Señales de Actividad Oculta (HAYSTAC): Este programa mediante el empleo de la IA tiene como objetivo resolver el problema que poseen los sistemas actuales para identificar anomalías más sutiles en un determinado escenario²⁵. Por ejemplo, interrupciones de rutas, puente o elementos de infraestructura crítica que condicionan el normal movimiento de la población.

Modelo de Lengua Natural (DLP) GTP-3 o BLOOM: Estos modelos, GPT-3 (transformador generativo preentrenado) o BLOOM (Big Science Large Open-science Open-Access Multilingüe Language Model) permite generar texto automático de cualquier tipo mediante peticiones por parte del usuario, capaces de mantener el sentido y la coherencia de este, llegando incluso indistinguible de un texto escrito por humanos; desde poesía hasta jurídico, economía, o política, programación e inclusive traducir o resumir texto²⁶.

Algoritmo por visión por Ordenador e IA: Han evolucionado tanto que permiten describir en forma completa todos los elementos que hay en una escena, e inclusive pueden decir

²³Para profundizar sobre el análisis de video intermodal profundo ver anexo VII.

²⁴Para profundizar sobre el análisis de Proyecto de Anticipación sinérgica de eventos geopolíticos ver anexo VIII.

²⁵Para profundizar sobre Caracterización de Anomalías en la Trayectoria de Señales de Señales de Actividad Oculta ver anexo IX

²⁶ Para profundizar sobre el Modelo de Lengua Natural (DLP) GTP-3 o BLOOM ver anexo X.

qué acciones están realizando los mismos y descomponer mucha información visual, lo cual es clave para que el ordenador entienda lo que sucede en su alrededor²⁷.

IA para los robots (PALM-SAYCAN): Es un modelo de IA diseñada para cumplir funciones en un robot, pero tiene la particularidad que su modelo cognitivo es capaz de comprender cada orden dada, la entiende y la descompone en una secuencia de tareas que debería cumplir. La especificidad de este sistema es que en cada situación va aprendiendo, mejorando notablemente su eficiencia para realizar las tareas ordenadas con el transcurso del tiempo²⁸.

Stable Diffusión: Es un sistema de aprendizaje automático desarrollado por *Stability AI* para generar imágenes digitales de alta calidad a partir de descripciones en lenguaje natural. En el ordenador se escriben infinidad de elementos los cuales al combinarse estilos, procesos, enfoques y características se genera una imagen única. Para que este algoritmo pueda realizar estas tareas, se lo entrena con una base de millones de imágenes etiquetadas cada una con una descripción y así mediante atributos que se escribe en un texto realice las combinaciones pertinentes y genere imágenes únicas²⁹.

Dee Facep Lab Redes generativa antagónicas (RGAs): Se trata de un algoritmo de IA que utiliza la técnica denominada redes generativas antagónicas capaces de editar un video falso de personas aparentemente reales, mediante el aprendizaje de imágenes en 2D como entrada, dando como resultado un video como realista, que parecen auténticas por el observador. Lo impresionante de esta técnica que es capaz de completar información inexistente para recrear la escena completa del video a partir de otra imagen como input de entrada³⁰.

En síntesis, en este capítulo se explican los mecanismos cognitivos de la IA referente a su aprendizaje y cómo se aplica éste en la resolución de problemas complejos. En la misma se aprecian diferentes técnicas para solucionar de manera específica una tarea determinada. Además, se describen nuevas técnicas dentro de la categoría *deep*

²⁷ Para profundizar sobre algoritmo por visión por ordenador IA ver anexo XI

²⁸ Para profundizar sobre modelo IA para robots ver anexo XII

²⁹ Para profundizar sobre Stable Diffusión ver anexo XIII

³⁰ Para profundizar sobre Dee Facep Lab Redes generativa antagónicas ver Anexo XIV

learning como ser las redes neuronales, que han marcado un significativo salto tecnológico, que sortean situaciones de alto valor cognitivo en diferentes áreas de la ciencia. Finalmente se exponen diversos modelos del sistema IA con funciones puntuales y que pueden ser consideradas como contrapartida en el ámbito de la Defensa y en múltiples aplicaciones. Estos dan una idea aproximada de cómo abordar a nivel conceptual del propio agente experto para ser empleado en el arte y diseño operacional, además brinda la oportunidad de analizar en los diferentes aspectos del arte y diseño operacional desarrollado en el capítulo I como una herramienta que colabora y asesora al Comandante Operacional con información crítica durante todo el proceso del ciclo decisorio del Comandante y su Estado Mayor.

CONCLUSIONES

El presente trabajo consiste en analizar los conceptos y procesos cognitivos del arte y diseño operacional y de la IA a fin de responder a la pregunta de investigación ¿cómo emplear la IA en el arte y diseño operacional para la toma de decisiones?, y de esa manera cumplir con el objetivo general que consiste en analizar la factibilidad del empleo de la IA en el arte y diseño operacional para la toma de decisiones.

Se aborda en el capítulo I el primer objetivo específico el cual es describir los aspectos cognitivos del arte y diseño operacional para la toma de decisiones. En el mismo se profundizó la correspondencia de la ciencia y tecnología con el arte y este último con el arte y diseño operacional el cual es singular y exclusivo de la creatividad del Comandante junto a su Estado Mayor y se concluyó que siempre existe una nueva interfaz que permita expresar plenamente ese arte en articular fines, modos, medios y riesgo para la planificación y conducción de las Fuerzas en un determinado escenario de conflicto.

En ese análisis se revelan los elementos constituyentes involucrados en los procesos decisorios del arte y diseño operacional identificando las variables denominadas: factores operaciones, funciones operacionales, principios de la guerra y los elementos constituyentes del diseño operacional, conceptos que permiten a un Comandante Operacional llevar a cabo sus acciones con mayor comprensión de la situación y conducción de una fuerza militar conjunta. En este se apreció una relación predominante que se vincula con el desarrollo vertiginoso que está sufriendo la sociedad que se la denomina la *cuarta revolución* en la cual en esta era la información recae como un recurso vital para el desarrollo sustentable de una civilización, siendo considerada como un factor multiplicador de la efectividad de las fuerzas para garantizar el éxito de las misiones.

En base a lo manifestado sobre la importancia de contar con información crítica en tiempo y forma en esta nueva era digital para la toma de decisiones ha generado nuevos aspectos a ser considerados por el Comandante y su Estado Mayor en un determinado EO, considerando nuevas herramientas que permitan una mayor comprensión y análisis de la situación reinante, como así también contar con nuevas alternativas en sus acciones para garantizar el éxito en la resolución de un problema militar.

En el capítulo II se desarrolla el segundo objetivo que consiste en describir conceptualmente los aspectos cognitivos de la IA para la resolución de problemas de alta

complejidad. La misma consistió en comprender el paradigma de aprendizaje y como se aplica éste en la resolución de problemas de alto grado cognitivo para su solución. Del análisis de las diferentes técnicas que se describen en el capítulo se concluye que la técnica *deep learning* conocida como redes neuronales es la que más se adapta por su flexibilidad de sus algoritmos de aprendizaje en trabajar de manera conjunta en dirección de un objetivo en común con resultados excepcionales en cualquier área de la ciencia, que lo hace un elemento clave a la hora de modelar un sistema experto de acuerdo con las necesidades.

En concordancia con lo mencionado anteriormente se puede decir que las diferentes técnicas estudiadas son una gran oportunidad de desarrollar a nivel conceptual cómo implementar ese sistema experto como una nueva interfaz para expresar ese arte y diseño operacional a efectos de asesorar durante todo el proceso del ciclo decisorio del Comandante y su Estado Mayor. El arte operacional del Comandante fija los objetivos y proporciona la creatividad, mientras el sistema experto brinda experiencia autodidáctica, habilidades de pronóstico y eficacia.

Con respecto al tercer objetivo específico el cual es identificar los aspectos del proceso de la tecnología IA en lo que se podría emplear en el arte y diseño operacional, se puede concluir que los nuevos avances y logros de la IA descrita al final del segundo capítulo se valoran como los principios y conceptos introducidos en éste están siendo usufructuados por la sociedad y ayudan a tener una idea de su potencial empleo, tanto en el ámbito de la defensa como en la manera de contribuir a resolver problemas complejos para la toma de decisiones. En base a estas consideraciones se identifican las siguientes ventajas:

La primera es que la implementación de las técnicas IA permiten al Comandante Operacional una mejor comprensión de la situación mediante la utilización de un sistema experto que analiza datos masivos proveniente de diferentes fuentes que serían inmanejables por un ser humano en relación con el nivel de volumen de datos y tiempo que demandaría procesar esa misma cantidad y con el mismo nivel de profundidad que lo haría un algoritmo computacional.

La segunda es que el sistema experto acota el ciclo de decisión, realizando la labor con mayor rapidez y exactitud, recomendando posibles o mejores líneas de acciones para hacer frente a la naturaleza cambiante de un conflicto en el cumplimiento de una misión.

La tercera ventaja hace referencia al diseño operacional, el estudio del CDG es fundamental, siendo su análisis y determinación un factor esencial para el planificador a la hora de definir los objetivos operacionales de acuerdo con los criterios del éxito del superior. La posibilidad de implementar el sistema experto con su habilidad de pronóstico y eficacia de análisis sobre el CDG facilita enormemente su identificación tanto del enemigo como propio, así al Comandante refina los objetivos operacionales para asegurar el éxito de la operación.

La cuarta es que una vez identificado su CDG, el sistema experto brinda facilidades estadísticas que identifican aquellos puntos decisivos a ser tenidos en consideración en la resolución de las diferentes líneas de acción.

La quinta es referente a las funciones operacionales las cuales se verán muy beneficiadas con la aplicación de la IA, principalmente en la función de comando y control, ya que es fundamental en toda operación que un Comandante desee proyectar. La técnica *machine learning* optimiza tiempos y procesamiento en la diseminación de la información crítica para el Comandante, efectuarla en el momento oportuno, aporta una ventaja contra el adversario desde el punto de vista de la iniciativa.

La sexta hace mención del factor de protección, el cual se verá muy favorecido con el uso del sistema experto porque aumenta en las primeras líneas de fuego, la supervivencia del personal militar al contar con información crítica en el momento oportuno, como así también al diseñar las líneas de acciones que puedan comprometer al personal de manera innecesaria.

La séptima es que el sistema experto aporta una conciencia más grande del EO con el análisis histórico que cuenta con información predictiva valiosa para el decisor en un escenario de conflicto de alta complejidad y de incertidumbre.

La octava ventaja es que el sistema experto realiza su labor regularmente las 24 horas todos los días, característica muy codiciada en el ámbito militar y que la capacidad y/o capital humano no puede alcanzar.

La novena es que la defensa es multidominio, es decir, no está teniendo un conflicto en un sólo dominio, el conflicto es continuo y requiere tomar decisiones más elevadas que antes, necesitando contar con más percepción que en tiempos pasados, por lo que el sistema experto puede insertarse más fácilmente en ese ámbito tan poco comprendido como el ciberespacio, al poder visualizar patrones disruptivos en datos masivos e

identificar aquellas potenciales amenazas y tomar las medidas preventivas de manera más eficiente y rápida que un ser humano.

La última ventaja es que en el proceso del arte y diseño operacional el contar con el sistema experto y con datos previamente asimilados de las capacidades propias y del enemigo, identifica y asigna en su asesoramiento la fuerza correspondiente, a través de la exploración de múltiples opciones previamente analizadas dando como resultados mejores líneas de acción que se ajustan a la misión encomendada por el superior.

Esta asignación de fuerzas implica grandes movimientos que cuentan con diversas informaciones como ser combustible, aceite, víveres, munición, mantenimiento, capacidades de las unidades, entre otros para una correcta evaluación del empleo de la fuerza con respecto a los objetivos operacionales. Por ejemplo, el empleo del sistema experto que durante su aprendizaje allá recopilados datos sobre los últimos 5 años sobre el recurso empleado por la fuerza se podría maximizar y gestionar de manera más eficiente.

Por otro lado, se aprecian las siguientes desventajas la primera es que los sistemas expertos son sometidos a sesgos culturales durante su aprendizaje, es decir, al tipo de fuente para realizar su aprendizaje. No es la misma forma de pensar y resolver un determinado problema con un sistema IA occidental, que con un sistema IA oriental y estas particularidades hay que tenerlas en consideración a la hora de evaluar asesoramiento en la toma de decisiones.

La segunda es que, si el sistema experto es implementado por personal sin el suficiente *know-how* sin el asaz conocimiento sobre el tema por resolver, podría apoyarse de forma considerable sobre el sistema experto y tener serias consecuencias en la resolución de un problema militar. El ser humano proporciona los objetivos y la creatividad, mientras la IA brinda experiencia autodidáctica, habilidades de pronóstico y eficacia. Por ello se sugiere que al mando de un sistema experto debe estar alguien instruido y con conocimientos competentes sobre la problemática en cuestión.

Es importante destacar que a pesar de las desventajas identificadas en el trabajo, las ventajas contribuyen en gran medida a facilitar al Comandante junto a su Estado Mayor a la toma de decisiones durante la aplicación del arte y diseño operacional dada la complejidad de incertidumbre que se encuentran sometidos estos nuevos escenarios de conflicto, donde la información juega un papel fundamental para el decisor a efectos de

cumplir con los objetivos operacionales en el cumplimiento de la misión.

De este modo y en base a la hipótesis planteada en un principio, se advierte que la sistematización de la IA de manera ordenada y procedimental para el arte y diseño operacional permite contar con un mejor conocimiento y análisis de la información para la toma de decisiones. Se concluye que es factible a nivel conceptual su implementación y que las ventajas de emplear el sistema experto en el arte y diseño operacional para la resolución de un problema militar contribuye en la planificación del proceso de planeamiento. Además, tiene la facilidad de contribuir con un asesoramiento analítico, estadístico y objetivo, el cual no está influenciado de manera subjetiva por las características individuales del personal que conforma un Estado Mayor.

Para finalizar, se sugiere para futuras investigaciones sobre el tema trabajado el diseño de diferentes sistemas expertos por áreas de Estado Mayor los cuales cubren distintas necesidades específicas de asesoramiento y apoyo en la resolución de un problema militar.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDALA, M. B. (2019). *La política de la inteligencia artificial: sus usos en el sector público y sus implicancias regulatorias*. Buenos Aires: CIPPEC.
- AQUINO., C. V. (2020). Planeamiento Naval, Contribución Académica. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- ARDANUY, F. P. (2011). Inteligencia Artificial y Arte. Barcelona, España: Facultad informática de Barcelona.
- ARIAS, E. R. (2022). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/diferencia-entre-ciencia-y-tecnologia.html#:~:text=La%20diferencia%20entre%20ciencia%20y,como%20base%20de%20su%20desarrollo.>
- CALCAGNI, L. R. (2020). Redes Generativas Antagónicas y su aplicación. La Plata, Argentina.
- CAMILLI, C. G. (Junio de 2021). Arte, Diseño Y Planeamiento: Sis Diferencia. *Vision Conjunta "Escuela Superior De Guerra Conjunta De Las Fuerzas Armadas De La Republica Argentina"*. CABA, Buenos Aires, Argentina: UNDEF.
- CARDON, E. C. (2010). Como revelar el concepto de diseño: La planificación y el arte del mando de batalla. *Military Review*, 11.
- CESEDEN, C. s. (2018). La Inteligencia Artificial aplicada a la defensa. Madrid, España: Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- DE IZCUE ARNILLAS, C. . (2013). Apunte sobre estrategia operacional. *División De Publicaciones De La Escuela Superior De Guerra Naval*. LIMA, PERU: División de Publicaciones de la Escuela Superior de Guerra Naval.
- DPDN. (2021). Directiva de Política de defensa nacional. Buenos Aires, Argentina: Poder ejecutivo nacional.
- DUARTE, E. S. (2008). Las Tecnologías De Información Y Comunicación (Tic) Desde Una Perspectiva. *Revista Electrónica Educare*, 9.
- FARGAS, J. (octubre de 2022). Obtenido de <http://www.razonypalabra.org.mx/N/n65/actual/jfargas.html>

- FARGAS, J. (30 de agosto de 2022). Obtenido de Razon y Palabras:
<http://www.razonypalabra.org.mx/N/n65/actual/jfargas.html>
- FOJÓN, E. (13 de mayo de 2021). *El diseño militar: un proceso innovador*. Obtenido de Instituto de Política Internacional UFV Madrid: <https://ipi-ufv.com/disenomilitar-enriquefojon/>
- GARCÍA, A. A. (21 de abril de 2020). *El Herald*. Obtenido de <https://heraldodemexico.com.mx/opinion/2020/4/21/ciberespacio-quinto-dominio-de-la-guerra-169436.html>
- GNIESKO, C. I. (2017). *Arte Operacional "Determinación del Centro de Gravedad"*. Buenos Aires: Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas.
- GONZÁLEZ, F. (2018). ¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente. En O. d. BBVA, *Hacia la nueva ilustración digital: el papel de la industria financiera* (págs. 7-25). Madrid: OpenMind.
- HARVEY, D. A. (junio de 2022). *Military Review. Los niveles de la guerra como niveles de análisis*. Kansas, EE.UU: Centro de Armas Combinadas (CAC) del Ejército de EUA, Fort Leavenworth Kansas.
- HERAS, J. M. (octubre de 2020). *IArtificial.net*. Obtenido de <https://www.iartificial.net/redes-neuronales-generativas-adversarias-gans/>
- IARPA. (04 de Octubre de 2022). *Intelligence Advanced Research Project Activity*. Obtenido de IARPA: <https://www.iarpa.gov/>
- KENNY, C. (. (2017). *Arte y Diseño Operacional*. Buenos Aires: La Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas.
- KRIPKIT. (9 de septiembre de 2022). *kripkit*. Obtenido de <https://kripkit.com/arte-militar/>
- LÓPEZ MEDEL, B. (2019). Estudio de ideología política en redes sociales a través de Machine Learning. Madrid, España: Biblioteca Universitaria Campus Sur.
- MARTÍNEZ, F. P. (2006). *Las Tecnologías De La Información Y Las Comunicaciones En La Seguridad Y La Defensa Nacional*. Madrid.
- Martínez, R. A. (18 de abril de 2016). *MDPI "Multidisciplinary Digital Publishing Institute"*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1099-4300/18/1/36>

- NWP 3-32, M. O. (octubre de 2008). Navy Warfare Publication. *Maritime Operations At The Operational Level Of War Nwp 3-32*. EE.UU: Navy Warfare Publication.
- PC 20-01. (2017). PC 20 – 01 Estado Mayor Conjunto De Las Fuerzas. *Planeamiento Para La Acción Militar Conjunta*. Ciudad Autonoma De Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina: Ministerio De Defensa.
- RAMÍREZ, D. H. (2018). *El Machine Learning A Través De Los Tiempos, Y Los Aportes A La Humanidad*. colombia, Colombia: Facultad De Ingenierías.
- RG-1-054, M. D. (2022). *Manual De Planeamiento*. *Publica*. CABA, Buenos Aires, Argentina.
- ROBLES, M. C. (2021). *Global Strategy*. Obtenido de El origen del arte operacional: <https://global-strategy.org/el-origen-del-arte-operacional/>
- SANTINI, R. N. (2006). El Arte Operacional Y IA. *Escenarios De Actualidad*, pág. 232.
- TRAMA, G. d. (2017). *Operaciones Militares Cibernéticas*. Autonoma de de buenos aires: Vision Conjunta.
- URIBE CÁCERES, S., & RODRÍGUEZ RUIZ, H. (2019). *Arte Operacional*. Colombia: Planeta.
- URIBE-CÁCERES, C. d. (2019). *Arte Operacional*. Colombia: Planeta.
- URRESTI, L. d. (septiembre de 2020). *Redes generativas para la construcción de imágenes submarinas*. España: Universidad de Cantabrias.
- VECCHIONE, M. (2018). ITUNews. *La tecnología para el bien- Un enfoque novedoso*, 11-14. Obtenido de Inteligencia artificial para el bien en el mundo: https://www.itu.int/en/itu-news/Documents/2018/2018-01/2018_ITUNews01-es.pdf
- VEGO, M. (2009). *Operational Warfare at Sea*. Geoffrey Till.
- WIKIPEDIA. (2022). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Arte>
- ZARZA, L. A. (2011). *Arte del diseño*. *Vision Conjunta N° 5*. CABA, Buenos Aires, Argentina: Escuela Superior De Guerra Conjunta. Fuerzas Armadas De La Republica Argentina.

