



ESPECIALIZACIÓN EN ESTRATEGIA OPERACIONAL Y PLANEAMIENTO MILITAR CONJUNTO

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TEMA: Big Data: empleo para el planeamiento y toma de decisiones del nivel operacional

TITULO: Empleo de Big Data & IA en el proceso de planeamiento y toma de decisiones y su influencia en el diseño logístico del nivel operacional.

AUTOR: Mayor María Mercedes González

TUTOR: TC R Carlos Federico Becker Fioretti

AÑO: 2024

Resumen

Este trabajo explora cómo el Big Data y la Inteligencia Artificial (IA) están transformando el planeamiento y la toma de decisiones en el nivel operacional, con un enfoque especial en su impacto en el diseño logístico de campañas militares. A lo largo del estudio, se examina cómo estas tecnologías están optimizando funciones clave como el abastecimiento, el transporte, el mantenimiento y la planificación de infraestructuras, ayudando a gestionar recursos de forma más eficiente, reducir incertidumbres y mejorar la capacidad de respuesta en entornos complejos.

El análisis incluye ejemplos internacionales sobre el uso de IA en el ámbito militar y profundiza en las oportunidades que ofrecen estas herramientas, así como en los desafíos que plantean. Se abordan aspectos críticos como la calidad de los datos, la seguridad cibernética y la necesidad de supervisión humana, además de considerar las implicancias éticas y legales.

Se presentan recomendaciones para implementar de manera responsable estas tecnologías, proponiendo un enfoque gradual que combine innovación tecnológica con la experiencia y el juicio humano.

Palabras clave:

Big Data, Inteligencia Artificial (IA) - Planeamiento Operacional - Logística Militar, Machine Learning - Deep Learning - Ciclo Logístico - IA Predictiva

Abstract

This paper explores how Big Data and Artificial Intelligence (AI) are transforming planning and decision-making at the operational level, with a special focus on their impact on the logistical design of military campaigns. The study examines how these technologies optimize key functions such as supply, transportation, maintenance, and infrastructure planning, enabling more efficient resource management, reducing uncertainties, and improving responsiveness in complex environments.

The analysis includes international examples of AI applications in the military domain and delves into the opportunities these tools offer, as well as the challenges they present. Critical aspects such as data quality, cybersecurity, and the need for human oversight are addressed, alongside ethical and legal implications.

Recommendations are provided for the responsible implementation of these technologies, proposing a gradual approach that combines technological innovation with human expertise and judgment.

Keywords:

Big Data, Artificial Intelligence (AI) - Operational Planning - Military Logistics, Machine Learning - Deep Learning - Logistics Cycle - Predictive AI.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. La Inteligencia Artificial (IA)	1
1.2. Diferentes tipos de IA	2
1.3. La logística militar y la IA	3
1.3.1. Por qué los Estados utilizan la IA	6
1.3.2. Transporte y Logística Militar	7
1.4. Objetivo	8
1.4.1. Objetivo Principal	8
1.4.2. Objetivos Específicos	8
1.5. Pregunta de Investigación	8
1.6. Hipótesis	9
1.7. Metodología	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. El uso de la IA en materia de Defensa Nacional	9
2.2. Antecedentes de aplicaciones militares de la IA en otros países.....	11
2.3. Las funciones de la logística de material descritas en el PC 14-02	13
2.3.1. Logística Genética. La publicación PC 14-02	15
2.3.2. La Sinergia entre la IA y el Big Data	17
2.3.3. Inteligencia artificial en la logística: Machine Learning y Deep Learning	18
2.4. Funcionamiento: cómo los algoritmos de IA procesan los datos y cómo han evolucionado a través del aprendizaje automático	22
2.4.1. Tipos de algoritmos de Inteligencia artificial.....	24
3. Conclusiones.....	26
Bibliografía.....	34

Índice de Figuras

<i>Figura 1 El marco HITL.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 Esquema orgánico de definiciones logísticas.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3 Costo Total del Ciclo de Vida</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4 Aplicaciones de Machine Learning</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5 Aplicaciones de Deep Learning.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6 Machine learning versus deep learning</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7 Tipos de algoritmos más utilizados</i>	<i>26</i>

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial (IA), es un concepto complejo de delimitar, que aún no cuenta con una definición universalmente aceptada. La Comisión Europea (2020), la define como sistemas de software (y en algunos casos, también de hardware) diseñados por humanos que, pueden realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción. Estos sistemas logran distinguir el entorno, procesar la información que proviene de los datos y tomar decisiones en base a los mismos.

La IA emplea algoritmos y modelos matemáticos para tomar decisiones en base sus datos y patrones preestablecidos sin necesidad que haya sido programada específicamente. De esta manera la IA va mejorando su precisión con los nuevos datos y decisiones.

Como indica Mohíno Herranz (2020, pág. 21) la literatura presenta diversas definiciones de inteligencia artificial. Entre ellas, como “el estudio de las computaciones que hacen posible percibir, razonar y actuar”. Por otra parte, afirma que la inteligencia artificial pretende imitar la forma en que aprende el ser humano: gracias a la observación y al registro de sucesos previos que se relacionan con los conocimientos previos.

Si bien la IA ha sido aplicada con éxito en diversos rubros, como la educación, la medicina y la logística, entre otros, cuando se trata de aplicar a la función militar, existen grandes divergencias, en las opiniones, si bien está ampliamente aceptado, que en el futuro la IA tiene la capacidad de transformar actividades militares como logística, inteligencia, vigilancia y especialmente el diseño de armas (Shkurti Özdemir, 2019).

De acuerdo con Payne, (2018), la incertidumbre y debate, se dan en relación al uso de la IA en las estrategias militares, las alternativas que pueden desarrollarse en una guerra y cuanta autonomía o información se le debe dar a la IA, teniendo en cuenta, las armas que se van a utilizar, particularmente, en el caso de “sistemas de armas letales autónomas” (LAWS) o los conocidos como “robots asesinos”.

En términos militares, la IA puede utilizarse para: (i) ayudar en el procesamiento e interpretación de la información basado en el reconocimiento de imágenes (por ejemplo, capturados por drones). (ii) controlar o dirigir drones, aviones, barcos, tanques, etc. para análisis de inteligencia, limpieza de zonas contaminadas por armas químicas, o búsqueda de artefactos explosivos improvisados y (iii) hacer pronósticos para dirigir la acción humana. (Shkurti Özdemir, 2019).

El camino para integrar la IA con el *big data* aún se encuentra colmado de desafíos, principalmente, en lo que refiere a la calidad y los sesgos de los datos y las preocupaciones sobre la privacidad de los datos personales y la prevención del uso indebido de la información personal (Zaripova, Kosulin, Shkinderov, y Rakhmatullin, 2023).

También se encuentran pendientes, las medidas para anonimizar datos, emplear cifrado y controles de acceso. En el análisis de *big data* quedan aspectos éticos relacionados con la equidad, la transparencia y la representación más completa y no sesgada. Ello podría subsanarse con auditorías diligentes donde se controle y se supervise de manera “humana” la retroalimentación con personas capacitadas para validar, integrar y monitorear adecuadamente estos sistemas complejos (Zaripova, Kosulin, Shkinderov, y Rakhmatullin, 2023).

El impacto de estas tecnologías en la sociedad es profundo y promete transformar industrias y dar forma a desarrollos futuros. La convergencia de la IA y el *big data* es un hito importante en nuestra capacidad para procesar y analizar información. A medida que estas tecnologías evolucionen, desbloquearán más potencial y oportunidades en diversas industrias (Tyurina, Porunov, Nikitin, Zaripova, Khamatgaleeva 2022).

1.2. Diferentes tipos de IA

Searle (1980) introdujo una distinción entre la IA débil y la IA fuerte o general. La primera (Weak AI), refiere a sistemas de inteligencia artificial diseñados para realizar tareas específicas y limitadas; en general, altamente especializados y por ello es que puede

realizar tareas complejas de manera más eficiente y precisa que los humanos. Está preparada para actuar en un solo rol y es lo que garantiza que desempeñe plenamente su papel. Lejos de ser una limitación, es un enfoque amplio e integral. Ejemplos conocidos son Siri o Alexa, *chatbots*, sistemas de reconocimiento facial, etc.

La segunda (*Strong AI*), comprende un nivel de inteligencia artificial que iguala o incluso supera la humana en numerosos aspectos. Resulta capaz de realizar cualquier tarea intelectual que un ser humano puede hacer, comprender y aprender en diversos campos de conocimiento y está en condiciones de replicar actitudes para resolver diferentes problemáticas, lo cual es lo que la convierte en uno de los modelos más versátiles existentes en la actualidad. La IA fuerte puede tener conciencia y comprensión de sí misma y del universo (Falcón, 2024).

Por otro lado, existe también la IA superinteligencia (ASI) reconocida por varios autores como Hintze (en línea)¹, entendida como una IA que supera largamente a la inteligencia humana en todos los aspectos. Es por ello el profundo impacto que han causado en la sociedad y los debates y especulaciones acerca de sus posibles consecuencias éticas y sociales.

Russel y Norvig (1995) autores de “Inteligencia Artificial: un enfoque moderno” considerado como “el libro de IA más popular en el mundo” clasificaron en cuatro categorías o tipos de IA: (1) sistemas que piensan como humanos y tratan de emular ese proceso en las máquinas, con sistemas capaces de razonar, comprender y resolver situaciones de un modo similar a los humanos. (2) Sistemas que actúan como humanos; es decir, observan el comportamiento de los humanos y lo simulan. (3) Sistemas que usan la lógica racional, el razonamiento deductivo, siguen reglas lógicas e inferencias para tomar decisiones y resolver problemas y (4) Sistemas que actúan racionalmente y toman decisiones óptimas para alcanzar objetivos específicos deseados.

1.3. La logística militar y la IA

La logística militar, es un componente esencial para la efectividad de las operaciones de defensa. La misma se encuentra ante una importante transformación impulsada por la

¹ Arend Hintze profesor de Biología Integrada y Ciencias de la Computación en la Universidad de Michigan,

inteligencia artificial, que espera mejorar la eficiencia y la toma de decisiones, como también, abordar retos específicos en materia de seguridad.

La logística puede definirse como un macroproceso de movimiento de productos o materiales, que a su vez, se compone de diversas micro actividades como evaluación de necesidades, adquisición, almacenamiento, transporte y entrega de estos recursos e información a una empresa. Este conjunto de procedimientos ayuda a la eficiencia y eficacia de la empresa (Christopher & Holweg, 2011).

La logística, aplicada al ámbito militar, es entendida como “la ciencia y arte destinadas a generar y sostener capacidades militares, proporcionando recursos con la aptitud y competencia adecuada en cantidad; calidad; tiempo y lugar” (Ministerio de Defensa de la República Argentina, 2010).

Ten Hompel y Kerner (2015) afirman que el responsable de la planificación logística trabaja en un entorno cada vez más complicado que requiere de alternativas acorde a dicha complejidad; por lo cual, cuanto mejor sea el análisis de variables, mayor será la precisión de los datos, lo que se traducirá en una superior toma de decisiones de gestión.

La integración de la IA en la logística del ejército puede optimizar la gestión de la cadena de suministro, la asignación de recursos y la toma de decisiones, si logra implementarse adecuadamente. Ello implica un óptimo equilibrio con la experiencia humana, la seguridad y la ética (Bonner & Delapena, 2022).

El rápido avance de la IA ha permitido incorporar la misma a diversos sectores, incluido la logística del ejército, para mejorar la gestión de la cadena de suministro, la asignación de recursos y los procesos de toma de decisiones (Alessi de Castro, Cogo Pochmann y Borba Neves 2024).

La logística militar se encuentra caracterizada por una estricta coordinación e integridad de procesos y procedimientos que tienen lugar a partir de los niveles inferiores y hasta el máximo nivel para poder alcanzar y conservar la capacidad operacional requerida por la Fuerza. Por ello, para comprender su relevancia en la conducción, es necesario abordar a la logística con un enfoque sistémico (Zarza 2013).

Incluye personal, material y finanzas, así como las funciones de abastecimiento; transporte; construcciones; mantenimiento, entre otros. La logística de personal contempla: “mantenimiento de los efectivos; reemplazos; administración de personal; disciplina, ley y orden; prisioneros de guerra; mantenimiento de la moral; necrológica; administración interna; personal civil; sanidad y seguridad contra accidentes” (Ministerio de Defensa de la República Argentina, 2010).

En este contexto, entonces, el sistema logístico puede entenderse como un compendio de estructuras sistemáticas, procesos y metodologías que permitan llevar adelante las acciones logísticas. Su principal fusión y misión se encuentra en interactuar, de manera ordenada y orgánica, los recursos humanos y materiales para lograr eficientemente, los objetivos previamente establecidos (Tafur Prada y Arenas Prada, 2023)

Contempla e incluye un resumen de etapas apostadas en una secuencia lógica, conocido como “Ciclo Logístico”, que se ejecutan mediante procesos y procedimientos previamente definido y con la finalidad de alcanzar los objetivos logísticos (brindar soporte a una acción específica) por medio de un adecuado uso racional de los recursos (entendido como menor costo - mayor valor – servicio agregado), en un determinado tiempo-oportunidad.

Las operaciones militares, son el empleo coordinado de las fuerzas militares para alcanzar un objetivo específico. Las mismas implican la planificación, ejecución y control de acciones militares, como: (i) ataques a objetivos enemigos, (ii) defensa de posiciones propias, (iii) misiones de mantenimiento de la paz y (iv) operaciones de ayuda humanitaria.

Las mismas, se basan en la logística para proporcionarles los recursos que necesitan para tener éxito. En otras palabras, mientras la logística es el cómo se sostiene las operaciones militares, las operaciones son el qué se hace con las fuerzas militares. Para el Ministerio de Defensa (PC 14-02, 2012), la logística del nivel operacional tiene por finalidad solucionar problemas logísticos concretos que enfrentan las fuerzas asignadas a un TO (Teatro de Operaciones) en la preparación y ejecución de la campaña. Involucra la integración de capacidades de apoyo logístico de los componentes asignados al TO. Se enfoca en la planificación y ejecución del sostenimiento continuo de las fuerzas asignadas

mientras duren las operaciones. Es lo que proporciona libertad de acción, seguridad y capacidad para extender el alcance operacional del Comandante Operacional designado

El nivel operacional se encuentra entre el nivel estratégico (planificación a largo plazo de la guerra) y el nivel táctico (ejecución de las operaciones militares en el campo de batalla). La logística del nivel operacional tiene como objetivo asegurar que las fuerzas militares tengan los recursos necesarios para llevar a cabo las operaciones planeadas por el comando operacional.

1.3.1. Por qué los Estados utilizan la IA

La llegada de la IA y su aplicación significan grandes oportunidades para los Estados que lo utilizan en distintas áreas de sus estrategias militares. La razón principal detrás del poder de la IA para modificar los actuales equilibrios de poder depende del hecho de que la aplicación de la IA en el ejército dará ventajas en el campo de batalla, ya que las máquinas serán más precisas y más rápidas que los humanos en logística, y toma de decisiones (Shkurti Özdemir, 2019)

Otra de las principales razones por las que los estados están ansiosos por integrar la IA en sus ejércitos, se relaciona con el costo debido a que, con la ayuda de la IA, los militares pueden realizar misiones de alto riesgo y beneficiarse con la mayor integración de los sensores, monitorear los sistemas de armas en tiempo real; lograr el seguimiento del inventario. El uso de gemelos digitales aumenta la eficacia del sistema logístico (Szabadföldi, 2021).

Los equipos militares pueden entender mejor la estrategia y hacerla más efectiva a través de una alta personalización, lo cual se espera sea el próximo gran avance en el mundo, como ya se ha apoderado de Europa y Estados Unidos. Los departamento de logística del sector militar, en todo el mundo, ya se beneficia de una “hiperpersonalización” (Rashid, Kausik , Hassan Sunny & Hassan Bappy, 2023).

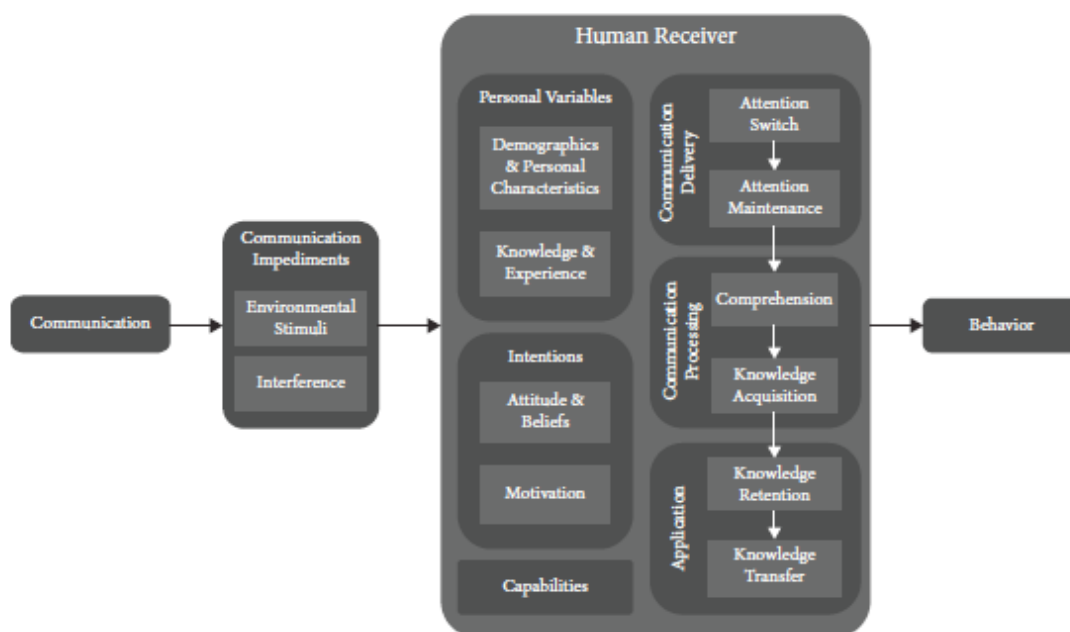
Esta alta personalización, es altamente relevante al considerar las capacidades en el ejército y particularmente valioso en vehículos aéreos no tripulados (UAV), comúnmente conocidos como drones. Los UAV están equipados con una amplia gama de sensores,

cámaras y otras herramientas de recopilación de datos que les permiten recopilar grandes cantidades de datos; entre ellos, tomar la mejor decisión sobre la ruta más fácil a un destino particular, o la mejor logística para usar en una situación específica.

1.3.2. Transporte y Logística Militar

La utilización de sistemas de IA como los sistemas HITL (Figura 1), pueden producir los mejores resultados posibles en la toma de decisiones. Estas tecnologías mejoradas con IA ayudan en el proceso militar al permitir otros tipos de inteligencia, plataformas de vigilancia y reconocimiento; establecer las rutas efectivas para conductores de vehículos asistidos por IA, sistemas de alerta que pueden proporcionar a los comandantes una mayor perspectiva en el campo de batalla.

Figura 1 El marco HITL



Fuente: Cranor (2008)

La doctrina militar terrestre está cambiando por las nuevas herramientas tecnológicas y su capacidad para influir en la planificación y ejecución de operaciones. En este sentido, este documento, busca mostrar las características y tecnologías primarias utilizadas en la logística 4.0, centrándose en el uso de la Inteligencia Artificial (IA) como herramienta predictiva para operaciones militares, gestión de Inventarios con IA, Machine Learning

(Regresión Lineal y Árbol de Decisión), las características del uso de la logística, en conflictos modernos y la aplicación de la IA en la logística de operaciones militares. A pesar de que, muchos Estados ya se encuentran utilizando la misma, existen otras perspectivas para optimizar la logística de los comandantes que sigue sin explorarse. La IA tiene un enorme potencial en el ámbito militar para optimizar la planificación logística, particularmente en materia de anticipación de tareas y materiales para las operaciones (Alessi de Castro, Cogo Pochmann y Borba Neves 2024).

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo Principal

Determinar el aporte que realiza el uso de las herramientas de la IA y Big Data en la planificación de una campaña, particularmente la contribución en la planificación logística del ambiente operacional.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los alcances y limitaciones del uso de IA y *big data* en la planificación logística.
- Identificar las principales áreas de aplicación de la IA y Big Data en la planificación logística.
- Proponer recomendaciones para la implementación exitosa de IA y *big data* en el diseño logístico de una campaña.
- Analizar el impacto del uso de IA y *big data* en toma de decisiones en el nivel operacional de una campaña.

1.5. Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las ventajas del uso de las herramientas de la IA & *big data* en la toma de decisiones en el proceso de planificación logístico, basándose particularmente en el nivel operacional de una campaña y en qué medida puede contribuir al diseño logístico de la campaña?

1.6. Hipótesis

El uso de las herramientas de la IA & *big data* en la toma de decisiones en el proceso de planificación logístico, contribuirá de manera altamente positiva en el diseño logístico de la campaña.

1.7. Metodología

El diseño de este estudio es exploratorio, porque pretende que el investigador se familiarice con un tema desconocido o escasamente estudiado, que, a su vez, permita una investigación más precisa. Es un estudio descriptivo, metodología utilizada para analizar “cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes”. La experiencia es más profunda que el trabajo exploratorio. Finalmente, se trata de una investigación explicativa, que pretende hallar las razones o motivos que provocan ciertos fenómenos. Su finalidad es explicar “por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste. Su realización supone el ánimo de contribuir al desarrollo del conocimiento científico” (Hernández Sampieri, 2010).

Siguiendo con Hernández Sampieri (2010), se está ante un estudio no experimental, donde el investigador observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo. Según la fuente de información, es una investigación documental, de tipo aplicada, “definida como el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas”. Se utilizarán, especialmente, material cualitativo, examen de documentos y publicaciones científicas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El uso de la IA en materia de Defensa Nacional

La República Argentina presenta escasos antecedentes relacionados con aplicar la IA en el ámbito militar. Incluso, la última “Directiva de Política de Defensa Nacional” (DPDN) menciona la relevancia de impulsar el desarrollo, en el país, de esta tecnología, dado que,

la IA puede significar un avance tecnológico para la toma de decisiones a nivel operacional

Para el Poder Ejecutivo Nacional (2021, pág. 21), es necesario “una combinación del conocimiento tradicional con formas innovadoras basadas en tecnología, conocimiento y aprovechamiento dual” y es aquí contempla a la IA y al uso, estudio y aprendizaje automático, entre otros.

Esta directiva orienta al planeamiento estratégico militar teniendo presente diversos aspectos y factores, entre los cuales se entiende que incluye: la “priorización de las capacidades de Vigilancia, Comando, Control, Comunicaciones, Informática, Inteligencia y Guerra Electrónica, con el objetivo de contar con la adecuada ‘alerta temprana estratégica’ y consolidar la eficacia en la ejecución de la misión principal del Instrumento Militar” (Poder Ejecutivo Nacional, 2021, p.25).

La IA aplicada en la función “Comando y Control” (C2) aportaría al Estado una importante ventaja ante todo enemigo carente de esta tecnología. Por otra parte, aceleraría el ciclo “Observación, Orientación, Decisión y Acción” (OODA) automatizando gran parte de las acciones que resultan pesadas de realizar para los humanos.

Un comandante dentro del ciclo OODA demanda contar con una gran cantidad de información y datos a la brevedad y con la celeridad posible, pero además que la misma se encuentre analizada y procesada. La IA orientada a la obtención de dichos datos, sea por medio de drones, satélites u otro sistema posible, colabora con quien debe tomar decisiones a determinar la estructura y disposición del enemigo. Puede reconocer datos y clasificarlos, alimentar a otro de aprendizaje automático supervisado, e incluso, interceptar las comunicaciones, incluso si se encontraran encriptadas de algún modo, descriptarlas (IEEE, 2019).

Independientemente de los beneficios de incorporar IA en el C2 de las Fuerzas Armadas, persisten aún, ciertas dudas al respecto, como la incertidumbre relacionada con la confianza que genera esta tecnología, conociendo el modo en que toma las decisiones. Estos programas generados en base de *Machine Learning*, procesan una gran cantidad de información sin saber aún, si está capacitada para administrar la misma y tomar la decisión adecuada. Una de las alternativas planteadas, es la “*Explainable Artificial*

Intelligence” (XAI), donde los programas generan explicaciones acerca de cómo son procesados los datos y fundamenta su decisión (Kovite, 2019).

Por último, y tan relevante como lo detallado previamente, es la seguridad y la ciberseguridad de estos programas dado que todo el esfuerzo se ha desarrollado en mejorar las capacidades de aprendizaje y el procesamiento de información, pero no así, en evitar que los mismos sean hackeados (Scharre, 2017).

Para desarrollar métodos efectivos para el uso de la IA en programas militares, se realizó un mapeo de qué herramientas y técnicas. Pandey (2019) examinó cómo, en el contexto del empleo militar, el uso de machine learning en tareas de mantenimiento predictivo de máquinas permitiría una mayor efectividad, incluso con posibilidad de automatizar procesos realizados por soldados y permitiéndoles ampliar aún más sus conocimientos. Obviamente, esto tendría un impacto positivo en la utilización de la logística.

Según Abadicio (2019) resulta evidente la utilidad de las herramientas de IA, para la logística. Los campos clave de la IA que se están desarrollando en esta temática, son el mantenimiento preventivo, servicios en la nube, gestión de la cadena de suministro, atención médica y repostaje de combustible sin conductor.

A pesar de todas las aplicaciones aún se hace necesario profundizar en la aplicación de esta tecnología, ya que su uso aún es discreto y no ha revolucionado la batalla en muchos niveles, particularmente en el nivel táctico. Las guerras futuras utilizarán sistemas de inteligencia artificial, lo que hará que el personal militar esté capacitado y se adapte a esta tecnología lo más rápidamente posible (Anastácio, 2020).

2.2. Antecedentes de aplicaciones militares de la IA en otros países

No resultan numerosos los Estados que aplican la IA militar al Nivel Operacional. Concretamente, se trata de Estados Unidos, China e Israel.

En el caso de Israel, fue uno de los países a la vanguardia del uso de la IA en una operación militar y en el campo de la seguridad nacional, con gran desarrollo intelectual enfocado

en el progreso militar israelí. Ello lo ha posicionado entre los principales países por sus avances en tecnologías como la ciberdefensa y la Inteligencia Artificial.

La IA asiste a las IDF (Fuerzas de Defensa Israelíes) en todos los planeamientos operacionales logrando conclusiones que serían imposibles de alcanzar por el ser humano, debido a las grandes cantidades de datos que analizan. (Antebi, 2021).

Utilizan algoritmos desarrollados por las compañías de inteligencia y toda información recopilada de múltiples maneras y la IA logra determinar la trayectoria de los cohetes e interceptar los que se dirigían a áreas densamente pobladas (Kumon, 2021).

China es el país predominante en tecnologías de IA, con numerosos programas organizados para optimizar de manera permanente, su estrategia aplicada en el campo de la IA. Si bien no es conocida la cifra que el país, mantiene en el presupuesto para I+D de IA, se estima que es de varios billones de dólares (Antebi, 2021).

Su forma de política le permite al gobierno chino acceder a los trabajos y estudios llevados a cabo, así como la aplicación y puesta en marcha de la IA del sector privado y determinar las prioridades, según sus necesidades. A su vez, la cantidad de datos que posee sobre su población, le otorga una considerable ventaja para simular y entrenar sistemas de IA. El obstáculo que se le presenta a China es la floja calidad del Hardware y Software comparado con los Estados Unidos.

Estados Unidos es considerado el actor principal en este campo. Ha desarrollado aplicaciones tácticas, como los drones, vastos sistemas operacionales y estratégicos, para llegar a ser el líder en IA (De Spiegeleire et al., 2017).

Cuenta con un “sistema de Comando y Control” que puede conectar sensores existentes, con sistemas de armas, independientemente de la Fuerza Armada a la que correspondan. El “Sistema JADC2” (Joint all Domain Command and Control) utiliza algoritmos para aplicar determinados sistemas de armas, ante ciertos blancos (Hoehn, 2021).

En el año 2018, se creó el JAIC13 (Joint Artificial Intelligence Center) en la órbita del Departamento de Defensa norteamericano, invirtiendo alrededor de 600 millones de dólares en desarrollo de IA, superando los 800 millones de dólares en los años siguientes

y con la intención de llegar a los 2.000 millones finalizado el 2023 (Wakabayashi & Shane, 2018).

También debe tenerse en cuenta el caso de Rusia, país que está considerado uno de los Estados que lidera este tipo de tecnologías de IA. Su principal aporte en el campo militar está enfocado en el nivel táctico, con la utilización de drones.

2.3. Las funciones de la logística de material descritas en el PC 14-02

Como ya se explicó previamente, en la introducción de este trabajo, la logística aplicada al ámbito militar comprende el “conjunto de funciones y actividades destinadas a generar y sostener medios con la capacidad adecuada en cantidad, calidad, tiempo y lugar oportuno para contribuir a la conformación de las capacidades militares” (Ministerio de Defensa, 2012 Pág. 1).

Otro término fundamental de conocer es la logística de sostenimiento, la cual se define como:

“el conjunto de actividades tendientes al sostén de las fuerzas previendo y proveyendo los recursos para el mantenimiento, funcionamiento y operación de los elementos de combate. Es la parte de la logística que se sustenta para proporcionar lo que se consume o desgasta por el uso y mantiene para conservar, restaurar, reparar o restablecer capacidades a las tropas” (Ministerio de Defensa, 2012 Pág. 1).

De acuerdo con la definición previa, se destaca la relevancia de conocer y mantener un “flujo logístico constante durante las operaciones”, para que, de esa manera, se pueda cumplir con factores como tiempo, lugar y oportunidad.

Complementariamente, la función logística, para la doctrina militar conjunta es el “agrupamiento convencional y conveniente de actividades logísticas que persiguen un objetivo común y responden a características técnicas homogéneas para hacer efectiva la

generación o el sostén de las fuerzas mediante la prestación de servicios” (Ministerio de Defensa, 2012 Pág. 1).

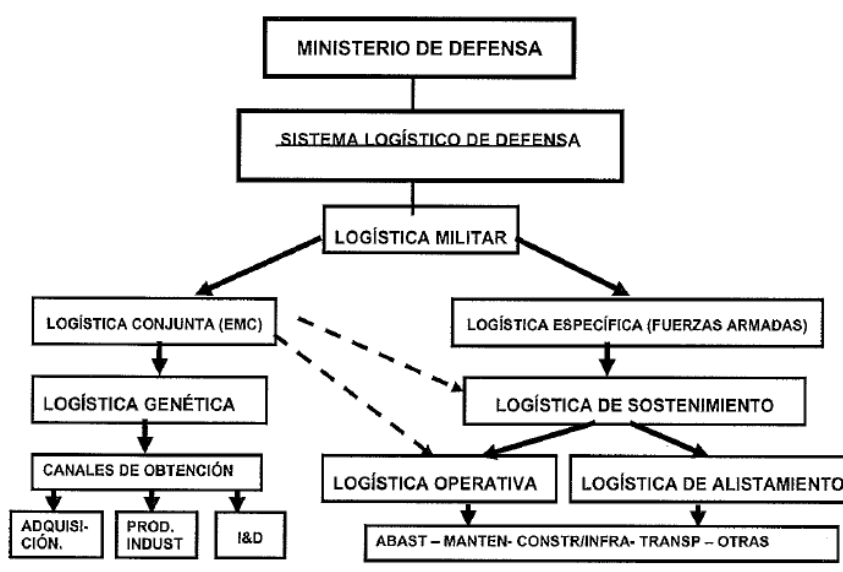
Finalmente, las actividades logísticas, doctrinariamente se entienden como el “conjunto de tareas que se desarrollan dentro de cada función logística para concretar el sostén de las fuerzas. Cuando surge un problema logístico, su solución se realiza mediante la ejecución de variadas actividades logísticas” (Ministerio de Defensa, 2012 Pág. 2).

El sistema logístico debe funcionar con la sumatoria de sus partes y su misión será “la de interactuar ordenadamente recursos humanos y recursos materiales para que con efectividad se alcancen los objetivos previamente establecidos” (Ejército Argentino, 2005, p. 1).

En dicho contexto, es necesario comprender como se determinan las necesidades. Por ello, la doctrina expresa “los requerimientos de abastecimiento se expresarán en un plan o informe, indicando necesidades de efectos mediante sus cantidades específicas, para períodos u oportunidades determinadas” (Ejército Argentino, 2005, p. 34-35).

Un orden en la distribución de los abastecimientos en base a las necesidades de los usuarios es imperioso, por parte de los operadores logísticos. Si esto no es tenido en cuenta, las consecuencias pueden significar problemas a gran escala en cualquier fuerza.

Figura 2 Esquema orgánico de definiciones logísticas



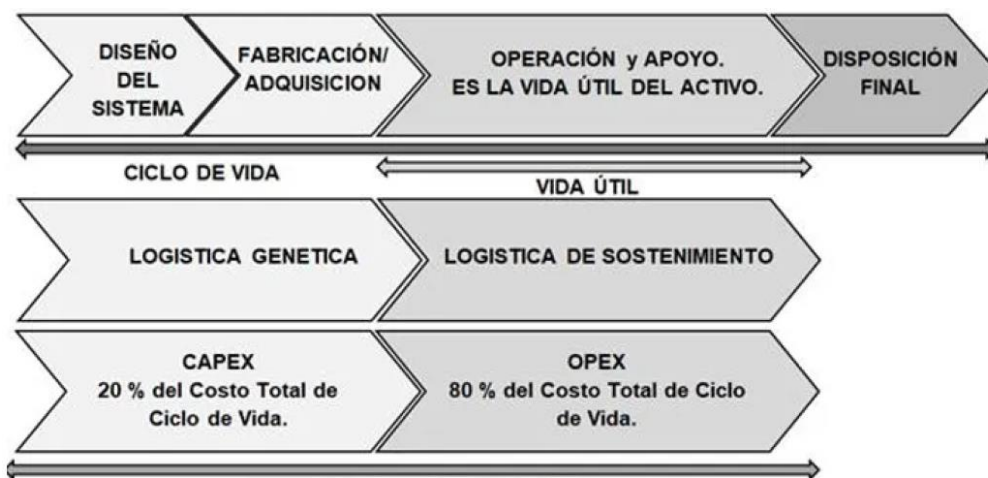
Fuente: Ministerio de Defensa

2.3.1. Logística Genética. La publicación PC 14-02

La logística genética, es una clase de la logística militar, responsable de generar las capacidades militares de una fuerza armada. En la “Logística de Material para el Planeamiento de la Acción Militar Conjunta” se define la Logística Genética y la Logística de Sostenimiento, sin detallar los motivos por los cuales existe cada una de ellas, sus funciones y cómo deberían operar (Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas - 2012).

Como se observa en la figura 3, existen dos partes bien diferenciadas, la que comprende las etapas de Diseño y Fabricación o Adquisición, y una de sostenimiento, que incluye la etapa de Operación y Apoyo, que involucra el estudio de las funciones y actividades genéricas de Abastecimiento, Mantenimiento, Transporte, Almacenaje y Disposición Final.

Figura 3 Costo Total del Ciclo de Vida



Fuente: Vittorangeli (2024)

Entre los años 2005 y 2010 hubo importantes cambios en el Área Material del Ministerio de Defensa, que quedaron asentados en la “Reforma Logística de la Defensa en Argentina” (Sibilla, 2008), muchos de los cuales, serían, posteriormente, incorporados en el PC 14-02. Con la puesta en marcha del nuevo sistema se impuso esta última, dejando a la Logística Genética fuera del organigrama y sus funciones incorporadas dentro de los

objetivos de la “Subsecretaría de Planeamiento Operativo y Servicio Logístico de la Defensa” (Mapa del Estado – S/F)

Según las modificaciones al Sistema Logístico en 2005, la Logística Genética debía ocuparse de programación de mediano plazo, la presupuestación anual, la contratación de los bienes y/o servicios y el control de gestión y supervisión de los proyectos. Además, debería ocuparse de la generación o fortalecimiento de capacidades militares, lo cual requiere de la contratación de servicios para la recuperación y modernización y la Investigación y Desarrollo (I+D).

Para Vittorangeli (2023) la función de la Logística Genética es

“asegurar que los medios que se incorporen para constituir los sistemas de combate satisfagan plenamente las necesidades de las capacidades que deben completar, respondan a los requerimientos de los usuarios, sean logísticamente uniformes e interoperables y que además, sean ‘soportables’, o sea, que puedan ser apoyados asequiblemente a lo largo de todo el ciclo de vida”

Siguiendo con la figura 2, se observa que, el Ciclo de Vida de un Activo o sistema tiene cuatro etapas. El costo de las dos primeras etapas (CAPEX) representa un 20% del Costo Total, mientras que la operación y mantenimiento (OPEX) alcanza el 80%. La disposición final puede generar gastos o recupero, de acuerdo con la forma en que se lleve a cabo. Cualquier error de logística puede incrementar los costos.

La soportabilidad, se encuentra definida en la Norma MIL-HDBK-502 (2022) la cual señala que: “la soportabilidad es el grado en que las características del diseño del sistema y los recursos logísticos planificados cumplen con los requisitos del sistema en tiempos de paz y de guerra”.

De esta definición se podría deducir que, la soportabilidad forma parte de la fase operativa del ciclo de vida, pero el problema es que, si ésta, no se encuentra debidamente planificada durante el diseño del sistema, la tarea apoyo puede llegar a ser más costosa. Por eso la necesidad de dos partes: (1) el diseño y los recursos de apoyo para mantener el

sistema, dirigidos por la “Logística Genética” y la provisión de los insumos y materiales, llevada a cabo por la “Logística de Sostenimiento” (Vittorangeli, 2023).

2.3.2. La Sinergia entre la IA y el Big Data

El big data proporciona la materia prima esencial para el funcionamiento de los sistemas de IA en la logística militar. Estos datos abarcan un amplio espectro, desde registros históricos de consumo hasta información en tiempo real sobre la ubicación de las tropas y las condiciones del terreno. Al procesar estos volúmenes masivos de datos, la IA puede identificar patrones complejos, tendencias y correlaciones que son difíciles de detectar a través de análisis manuales.

La implementación exitosa de la IA requiere de una planificación cuidadosa y de una ejecución metódica que contemple: (i) Recopilación y Limpieza de Datos, teniendo presente que la calidad de los datos es fundamental para el éxito de cualquier proyecto de IA. (ii) Integración con los Sistemas de planificación y gestión de la logística existentes y (iii) capacitación del personal militar para que pueda utilizar de manera efectiva las nuevas herramientas y tecnologías.

La integración de la IA en el ámbito militar plantea preocupaciones específicas como (i) su uso ético. La autonomía de las armas letales autónomas (LAWS) son un tema de polémica, donde se cuestiona la posibilidad de que determinadas decisiones sean tomadas por máquinas sin intervención humana directa. (ii) la transparencia y responsabilidad en caso de errores o decisiones indeseadas. La falta de transparencia puede dificultar la rendición de cuentas en situaciones críticas. (iii) El impacto en la seguridad global, (iv) la necesidad que existan normas y regulaciones internacionales claras para el uso de la IA en el ámbito militar que garanticen un uso ético y responsable (Marlon 2020).

Por otro lado, la IA puede ser una herramienta que permita la formación de líderes militares al proporcionar recursos que complementan y perfeccionan la instrucción tradicional. La IA puede crear simulaciones realistas que permiten practicar estrategias y tácticas en diversos escenarios.

La IA puede procesar grandes volúmenes de información, incluyendo datos históricos y tendencias actuales, pueden brindar asesoramiento y asistencia basados en análisis de datos, para complementar el juicio humano. Los sistemas de IA colaboran en la gestión, planificación logística y optimización de operaciones, para que los líderes y dirigentes militares puedan enfocarse en las cuestiones estratégicas y tácticas.

Los recursos humanos son cruciales en el éxito operativo de la Fuerza, el logro de los objetivos militares y la mejora del capital humano, la IA es un apoyo valioso al momento de la toma de decisiones, mientras la responsabilidad seguirá siendo de las personas. El desafío es encontrar el equilibrio entre los análisis humanos, con el apoyo de la IA o las decisiones con predominio de IA.

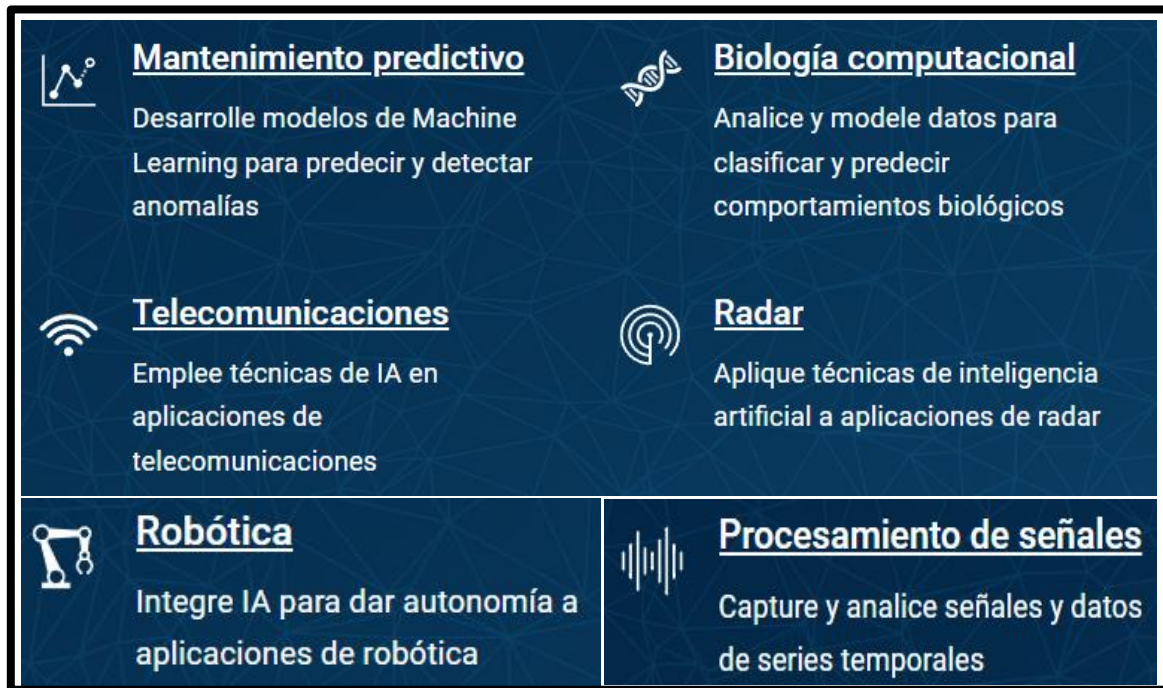
2.3.3. Inteligencia artificial en la logística: Machine Learning y Deep Learning

Con Machine Learning se puede “enseñar” a las máquinas a aprender de la experiencia a partir de datos y luego, ajustar modelos. Como ya se mencionó, los sistemas ya cuentan con la capacidad de tomar decisiones. Además, pueden así ejecutar operaciones automatizadas con escasa e incluso nula intervención humana, gracias a la combinación de tres elementos:

1. Algoritmos: los cuales, se encuentran ordenados en una secuencia óptima para que se satisfagan las condiciones impuestas por el usuario.
2. Software: que emiten instrucciones precisas para que sean ejecutados por el hardware.
3. Machine Learning: *es el modo por el cual* las máquinas pueden mejorar los procesos por sí mismas, basándose en el historial de uso y en la repetición de operaciones.

La IA en la logística apunta a la automatización de los depósitos. Es la conjunción de la robótica y el software de gestión, para minimizar tiempos, evitar accidentes y realizar los desplazamientos de modos más eficientes. El transporte logístico se vuelve más sencillo con las aplicaciones de la IA.

Figura 4 Aplicaciones de Machine Learning



Fuente: mathworks.com

Para que los datos sean de utilidad, se deben gestionar, ordenar y analizar para que se conviertan en una herramienta ventajosa. Para ello, surge el algoritmo del *machine learning*, que en el campo de la logística, ayuda a tomar mejores decisiones, anticipar resultados y necesidades futuras, reducir costos y optimizar los sistemas de entrega y envío, reduciendo los tiempos de respuesta. El *machine learning* simplifica la planificación y programa las tareas con precisión y eficiencia, evitando las interrupciones indeseadas.

De acuerdo con Holdsworth y Scapicchio (2024) *deep learning* es un subconjunto del *machine learning* que utiliza redes neuronales profundas, para simular el poder de toma de decisiones del cerebro humano.

La principal diferencia entre el *deep learning* y el *machine learning* es la organización y distribución de la red neuronal subyacente. Los modelos de *machine learning* que no se consideran “Deep o profundos” utilizan redes neuronales simples con una o dos capas,

mientras que los modelos que se califican como de “deep learning” utilizan más capas, por lo general son cientos o miles de capas, para entrenar los modelos.

Por otra parte,

“mientras los modelos supervisados requieren datos de entrada estructurados y etiquetados para obtener resultados precisos, los modelos de deep learning pueden utilizar el aprendizaje no supervisado y pueden extraer las características, los rasgos y las relaciones que necesitan para obtener resultados precisos a partir de datos brutos y no estructurados. Estos modelos pueden incluso evaluar y refinar sus resultados para aumentar la precisión”.

Las redes neuronales del *Deep learning*, están conformadas por varias capas de nodos interconectados, que se basan en la capa previa, para refinar y optimizar la predicción o categorización. Esta continuidad de cálculos por medio de la red se conoce como “propagación hacia adelante”.

El proceso de “retropropagación” utiliza algoritmos, como el descenso de gradientes, para calcular los errores que pudiera haber en las predicciones, para ajustar las ponderaciones y los sesgos yendo hacia atrás por las capas. De esta manera, la propagación progresiva y la retropropagación de manera conjunta, permiten la red neuronal hacer predicciones y corregir errores simultáneamente. Así es como el algoritmo se vuelve gradualmente más exacto.

Los algoritmos de deep learning destacan por su alta precisión y escalabilidad. Existen diferentes tipos de redes neuronales diseñadas para abordar problemas específicos y conjuntos de datos concretos.

CNN (Redes Neuronales Convolucionales)

Las CNN, basadas en álgebra lineal (multiplicación de matrices), identifican patrones en imágenes y videos, lo que las hace útiles en aplicaciones como visión artificial y clasificación. Estas redes procesan datos mediante capas de nodos interconectados, donde cada nodo tiene un peso y umbral asociados. Las capas iniciales identifican características

simples, aumentando la complejidad a medida que se avanza, hasta reconocer el objeto esperado. Además, permiten intercambiar datos entre capas para mejorar la eficiencia del procesamiento.

RNN (Redes Neuronales Recurrentes)

Las RNN procesan datos secuenciales, como los de lenguaje natural y reconocimiento de voz, aprovechando consultas previas de la secuencia para influir en la entrada y salida actuales. Utilizan retropropagación en el tiempo (BPTT) para calcular gradientes, aunque enfrentan desafíos como "gradientes de explosión" y "gradientes de desaparición", definidos por la pendiente de la función de pérdida. Además, requieren largos tiempos de entrenamiento y son complejas al trabajar con grandes conjuntos de datos.

VAE (Autocodificadores Variacionales)

Los VAE combinan codificadores, que comprimen datos al agrupar puntos similares, y decodificadores, que generan nuevas salidas basándose en las características esenciales de los datos comprimidos. Su capacidad para gestionar grandes volúmenes de datos facilita la transmisión y almacenamiento, siendo útiles para generar texto o imágenes realistas, como en la IA generativa. Sin embargo, pueden omitir relaciones complejas o datos específicos.

GAN (Redes Generativas Antagónicas)

Las GAN constan de un generador, que crea datos falsos basados en imágenes, videos o audio, y un discriminador, que compara los datos generados con los reales. A través de la retroalimentación entre ambos, el generador mejora sus salidas hasta que el discriminador no detecte falsificaciones. Este enfoque permite emular rostros humanos y otros datos realistas, sin que estos sean copias directas.

DBN (Redes de Creencias Profundas)

Las DBN consisten en múltiples capas de RBM (Máquinas de Boltzmann Restringidas), donde cada par de capas conectadas se entrena para reconstruir su entrada y transmitir la salida como entrada a la siguiente capa. Luego, se aplica entrenamiento completo mediante retropropagación o descenso de gradiente. Usadas en reconocimiento de

imágenes, recuperación de información, comprensión del lenguaje y predicción de fallos, reflejan el crecimiento constante del deep learning. La Figura 5 muestra algunas de sus aplicaciones.

Figura 5 Aplicaciones de Deep Learning



Fuente: mathworks.com

La visión artificial (VA) es un campo de la IA que incluye la clasificación de imágenes, la detección de objetos y la segmentación semántica. Usa el *machine learning* y las redes neuronales para enseñar a los sistemas a descubrir y obtener información significativa de imágenes, videos u otras entradas y tomar acción si detecta defectos o problemas. Así como la IA permite a los ordenadores pensar, la VA les permite observar y comprender.

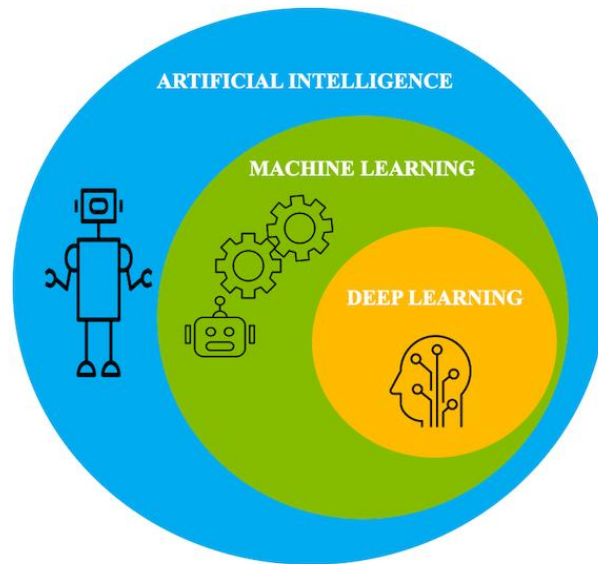
La visión artificial utiliza modelos algorítmicos para permitir que “un ordenador se enseñe a sí mismo” en base a los datos visuales. El ordenador “observa los datos” y aprende a distinguir una imagen de otra, por sí sola.

2.4. Funcionamiento: cómo los algoritmos de IA procesan los datos y cómo han evolucionado a través del aprendizaje automático

En la IA, un algoritmo es el conjunto de reglas y procesos delineados para permitir que una máquina pueda aprender y tomar decisiones por sí misma sin participación ni intervención humana. Usan técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático para gestionar grandes cantidades de información y encontrar patrones en los datos.

La IA con Machine Learning pueden elaborar algoritmos de predicción, segmentar el mercado mediante clústeres e incluso clasificar psicológicamente a cada cliente según su historial de búsquedas y mensajes (Medina, 2020).

Figura 6 Machine learning versus deep learning



Fuente: Madan y Madhavan (2020)

Hodge & Austin, (2021), afirman que, el Machine Learning es la clave para la identificación de patrones, y su objetivo es mejorar la precisión de la búsqueda. Los algoritmos, en general, siguen los siguientes pasos:

- Recopila un conjunto de datos relevantes y representativos para poder aprender.
- Preprocesa los datos, se ajustan y normalizan para mejorar su calidad.
- Elige el modelo de aprendizaje automático de acuerdo con el tipo de problema que intenta resolver.
- Utiliza los datos de entrenamiento para ajustar y mejorar el rendimiento del modelo.
- Valida el modelo con nuevos datos para medir su precisión y eficacia.
- Implementa el modelo para resolver el problema.
- Busca mejorar su desempeño a través de la retroalimentación que le proporcionan los resultados de su uso.

2.4.1. Tipos de algoritmos de Inteligencia artificial

Existen distintos subgrupos entre los algoritmos de inteligencia artificial, cada uno con sus propias metodologías, finalidades, aplicaciones y técnicas. Los más destacados son:

1. Aprendizaje automático

Como indican Goldman Sachs (2023) la IA ha logrado que las máquinas puedan auto-aprender mediante el entrenamiento y a partir de conjuntos de datos. Los algoritmos se entrenan para hacer predicciones e identificar patrones en base a su conocimiento de los datos históricos. Estos algoritmos se crean utilizando lenguajes de programación de *machine learning*. Una vez incorporados los datos en el algoritmo, se verifica si los resultados coinciden. Si la predicción no es exacta, el algoritmo se vuelve a entrenar hasta lograr el resultado deseado. De esta manera, aprendan continuamente y van generando resultados más precisos con el paso del tiempo.

- Aprendizaje supervisado: es el tipo más común de algoritmo de IA y se trata del aprendizaje automático en base al entrenamiento supervisado de un modelo.
- Aprendizaje no supervisado: en este tipo de algoritmo, el modelo busca patrones y relaciones ocultas sin ayuda.
- Aprendizaje por refuerzo, entrena a los algoritmos mediante un sistema de recompensas y castigos. Los algoritmos de este tipo de aprendizaje basan su funcionamiento en la prueba y error y son recompensados cada vez que alcanzan su objetivo.

2. Redes neuronales (neural networks)

Funcionan de forma similar, o imitan la forma en que el cerebro humano procesa la información a través de su compleja red de neuronas. Utiliza nodos interconectados para capturar patrones y relaciones en los datos. Los datos circulan por una red neuronal artificial (RNA) a través de

- Redes neuronales feed-forward que procesan datos en una sola dirección.
- Redes neuronales con retropropagación donde los datos pueden fluir en ambas direcciones, lo que permite mejorar la precisión del modelo.

3. Algoritmos genéticos

Utiliza técnicas de evolución para crear y seleccionar soluciones potencialmente óptimas.

4. Árboles de decisión

Elabora un modelo de decisión por medio de ramificaciones de opciones tomando puntos de partida, para llegar a soluciones finales.

5. Aprendizaje en línea

Se vale de datos en tiempo real, para aplicar los conocimientos logrados en situaciones inmediatas.

6. Aprendizaje profundo (deep learning)

Como se mencionó previamente, el *Deep learning* es una subcategoría del *machine learning* que utiliza múltiples capas. Estos algoritmos pueden procesar grandes volúmenes de datos no estructurados.

7. Procesamiento del lenguaje Natural (NLP)

El Procesamiento del Lenguaje Natural permite a los ordenadores comunicarse con los humanos en su lenguaje natural, interpretar el habla e incluso, descifrar el sentimiento. Para ello, utiliza:

- El análisis sintáctico identifica la estructura y la relación entre las palabras de un texto
- El semántico se centra en el significado de las palabras dentro de un contexto.

Las técnicas de NLP se utilizan para entrenar algoritmos tradicionales de aprendizaje automático y aprendizaje profundo.

Figura 7 Tipos de algoritmos más utilizados



Fuente: Tenea (en línea)

3. Conclusiones

La logística militar siempre ha sido una disciplina estratégica, esencial para garantizar el éxito de las operaciones en los niveles táctico y operacional. Sin embargo, en un contexto global donde las operaciones son cada vez más complejas y tecnológicamente exigentes, las Fuerzas Armadas enfrentan el desafío de modernizar sus procesos logísticos para adaptarse a un entorno en constante evolución. La Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data no solo presentan soluciones prometedoras, sino que ofrecen una oportunidad única para transformar profundamente la forma en que se planifica y ejecuta la logística en un marco operacional. El primero de los objetivos específicos planteados en este trabajo fue identificar las principales áreas de aplicación de la IA y Big Data en la planificación logística. Luego de estudiar y analizar ambos conceptos, se concluye que, la inteligencia artificial (IA) se presenta como una herramienta estratégica capaz de transformar la logística operacional al abordar desafíos complejos mediante el análisis de grandes volúmenes de datos, la predicción precisa y la optimización de procesos. El diseño

logístico, esencial en cualquier campaña militar, puede beneficiarse significativamente de la aplicación de Big Data e IA, mejorando la eficiencia en todas sus funciones.

En la **función de abastecimiento**, pilar de la logística militar, la IA permite analizar datos históricos de consumo y combinarlos con factores como las características del material, las condiciones geográficas y las demandas operativas. Esta capacidad transforma el panorama logístico, permitiendo gestionar inventarios en tiempo real, prevenir la escasez de suministros críticos, automatizar los procesos de reposición y realizar reemplazos de manera proactiva. Esto reduce el tiempo de inactividad y ajusta dinámicamente los niveles de existencias, evitando tanto faltantes como excesos. Por ejemplo, la IA puede integrar datos sobre el terreno y las rutas de abastecimiento para identificar niveles críticos de inventarios en ubicaciones estratégicas. Además, al incorporar información sobre las capacidades y doctrinas operativas del enemigo, las fuerzas pueden anticipar sus propias necesidades logísticas con mayor precisión, priorizando recursos en función de las vulnerabilidades detectadas. Este enfoque optimiza la distribución, minimiza el desperdicio y fortalece la capacidad de respuesta.

En el ámbito del **transporte**, la IA es una herramienta poderosa para gestionar la movilidad logística de manera dinámica. La planificación de rutas ya no se limita a cálculos basados en variables estáticas; ahora incorpora datos en tiempo real sobre el estado de los caminos, las condiciones climáticas y posibles amenazas. Esto permite una asignación eficiente de recursos de transporte y asegura la llegada oportuna de suministros esenciales. Además, la posibilidad de emplear vehículos autónomos y drones para acceder a áreas de difícil acceso reduce los riesgos para el personal y amplía el alcance operativo en escenarios desafiantes.

Respecto a la **función de mantenimiento**, la IA permite anticiparse a problemas antes de que se presenten, gracias al uso de sensores y sistemas predictivos. Esto no solo facilita la detección de fallas incipientes en equipos clave, sino que también permite priorizar las reparaciones en función de su criticidad operativa. La gestión automatizada de repuestos asegura la disponibilidad de las piezas necesarias en el momento oportuno, evitando interrupciones críticas que podrían comprometer las operaciones.

En el apoyo a las **contrataciones**, estas tecnologías fortalecen la capacidad de análisis al evaluar el desempeño histórico de los proveedores y recomendar opciones que maximizan la relación costo-beneficio. Este nivel de automatización no solo aumenta la transparencia, sino que también permite una gestión más ágil y estratégica de los contratos, alineando las adquisiciones con las necesidades operativas inmediatas.

La **planificación de construcciones** en el teatro de operaciones también encuentra en la IA un aliado indispensable. En regiones complejas, como áreas montañosas o entornos urbanos densos, las herramientas de modelado predictivo identifican ubicaciones óptimas para la construcción de depósitos, comandos, talleres e instalaciones necesarias. Estas herramientas garantizan seguridad, conectividad y eficiencia, especialmente en operaciones prolongadas o ambientes no convencionales.

En la **función de sanidad**, la IA transforma la atención médica en operaciones militares al predecir tendencias en los problemas médicos. Esto mejora la planificación y gestión de la salud de las tropas. A través de dispositivos biomédicos, es posible monitorear el estado de salud del personal en tiempo real, detectando problemas médicos de manera temprana y gestionando evacuaciones según la gravedad de los casos.

En el área de **control de daños zonales (CDZ)**, la IA ofrece simulaciones avanzadas para prever escenarios de emergencia y diseñar respuestas adaptativas. Estos sistemas permiten coordinar equipos de recuperación tras incidentes, asegurando una acción rápida y efectiva. También pueden evaluar el impacto de ataques propios y adversarios en infraestructuras críticas, diseñando planes para mitigar los daños.

En el **apoyo necrológico**, la IA garantiza un manejo ético y eficiente en procesos delicados como la identificación de restos humanos. Herramientas avanzadas como el análisis de ADN y el reconocimiento facial aseguran un tratamiento respetuoso y minimizan errores en situaciones caóticas. Asimismo, la coordinación automatizada del traslado de restos refuerza el compromiso ético hacia las fuerzas y sus familias.

Finalmente, en la **función veterinaria**, la IA mejora la supervisión de la salud de los animales utilizados en el teatro de operaciones. Sensores biométricos monitorean su

estado en tiempo real, detectando signos tempranos de fatiga o enfermedad. Esto protege su bienestar y optimiza su desempeño en operaciones críticas.

El segundo de los objetivos fue identificar los alcances y limitaciones del uso de IA y *big data* en la planificación logística. En cuanto a los alcances, pueden resumirse en:

- Optimización del diseño logístico: La integración de IA y Big Data permite analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que contribuye a planificar y ejecutar operaciones logísticas con mayor precisión. Esto incluye la gestión eficiente de cadenas de suministro, transporte, mantenimiento y construcción de infraestructuras.
- Análisis predictivo y toma de decisiones: La IA puede identificar patrones y realizar predicciones basadas en datos históricos y actuales, lo que ayuda a anticipar necesidades logísticas, optimizar recursos y priorizar acciones en contextos operacionales complejos.
- Automatización de procesos: La IA facilita la automatización de tareas logísticas como el seguimiento de inventarios, planificación de rutas y mantenimiento predictivo, lo que reduce errores humanos y mejora la eficiencia.
- Adaptabilidad en entornos dinámicos: La capacidad de procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real permite a los sistemas logísticos ajustarse a cambios imprevistos en el terreno, condiciones climáticas y amenazas operacionales.
- Soporte ético y humanitario: Herramientas como el análisis de ADN y reconocimiento facial contribuyen a la identificación precisa y respetuosa de restos humanos, mientras que los dispositivos biomédicos monitorean la salud del personal militar en tiempo real.

Sin duda, que la principal limitación es la calidad de los datos utilizados para entrenar los modelos de IA lo cual resulta crucial para obtener resultados precisos. Algunas de las principales a destacar son:

- Calidad y sesgos en los datos: La efectividad de la IA depende de la calidad de los datos con los que se entrena. Datos incompletos, sesgados o no

representativos pueden llevar a resultados imprecisos o decisiones inadecuadas.

- Complejidad tecnológica y adaptabilidad: Los modelos de IA pueden ser rígidos y difíciles de ajustar a cambios en el entorno operacional. Además, requieren de infraestructura robusta y personal capacitado.
- Preocupaciones éticas y legales: La autonomía en la toma de decisiones plantea desafíos éticos, especialmente en el uso de armas letales autónomas. Además, la falta de transparencia en algunos sistemas dificulta la rendición de cuentas en situaciones críticas.
- Seguridad cibernética: Los sistemas de IA son vulnerables a ataques cibernéticos, lo que puede comprometer la integridad de los datos y la funcionalidad del sistema.
- Costos iniciales y curva de aprendizaje: La implementación de IA y Big Data requiere inversiones significativas en infraestructura, capacitación y desarrollo de modelos, lo que puede ser un obstáculo para su adopción generalizada.

El siguiente objetivo, fue proponer recomendaciones para la implementación exitosa de IA y *big data* en el diseño logístico de una campaña. Para su implementación se recomienda un enfoque progresivo para la integración de IA y Big Data en las funciones logísticas. Iniciar con proyectos piloto en áreas específicas, como mantenimiento predictivo y planificación de transporte, permitiría evaluar su efectividad antes de expandir estas herramientas a otras funciones. La digitalización de bases de datos logísticas es un paso crucial para habilitar estas capacidades, así como la formación constante del personal en el uso de tecnologías emergentes. Además, fomentar alianzas con universidades y empresas tecnológicas locales puede fortalecer la soberanía tecnológica y adaptar las soluciones a las necesidades nacionales.

El último de los objetivos fue analizar el impacto del uso de IA y *big data* en toma de decisiones en el nivel operacional de una campaña. De lo anteriormente analizado concluyo que la integración de la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data en el nivel operacional de una campaña tiene un impacto significativo, proporcionando herramientas que potencian la eficiencia, precisión y adaptabilidad en la toma de decisiones en un

ambiente de constante incertidumbre. Este impacto se puede analizar desde varios enfoques:

- Optimización del ciclo de toma de decisiones (OODA), la IA acelera y perfecciona el ciclo OODA, vital en el nivel operacional. Mediante el análisis en tiempo real de datos provenientes de drones, satélites y sensores, los comandantes obtienen información procesada y estructurada que les permite evaluar la disposición del enemigo, las rutas críticas y las necesidades logísticas de manera más eficiente. Esto minimiza los tiempos de reacción y mejora la precisión en las decisiones.
- Análisis predictivo, los algoritmos de Machine Learning y Deep Learning, alimentados por Big Data, permiten identificar patrones y prever escenarios operacionales futuros. Esto facilita la anticipación de necesidades logísticas, como abastecimiento, mantenimiento y transporte, alineándolas con los objetivos de la campaña. Además, estas herramientas pueden simular diversos cursos de acción, ayudando a priorizar recursos y estrategias.
- Gestión de recursos y logística, en el nivel operacional, la IA optimiza la gestión de la cadena de suministro y la asignación de recursos. Los sistemas logísticos inteligentes ajustan dinámicamente los inventarios, identifican rutas óptimas de transporte y coordinan el mantenimiento predictivo de equipos, reduciendo costos y tiempo de inactividad. Esto garantiza la disponibilidad continua de recursos críticos en el teatro de operaciones.
- Reducción de la incertidumbre, el procesamiento masivo de datos estructurados y no estructurados permite, al comandante, mediante el uso de la IA reducir la incertidumbre inherente al nivel operacional. La capacidad de correlacionar múltiples fuentes de datos, incluso en entornos complejos, proporciona una visión más completa de las variables operacionales, mejorando la calidad de las decisiones de nivel operacional y estratégico.
- Desafíos éticos, de seguridad y limitaciones, aunque el impacto es positivo, también existen desafíos significativos. La dependencia de la calidad y la integridad de los datos puede limitar la eficacia de los modelos de IA, mientras que las preocupaciones éticas sobre la autonomía de las decisiones algorítmicas y la ciberseguridad de los sistemas representan riesgos que deben ser gestionados.

- En los próximos años, se podrá observar una brecha digital entre las Fuerzas Armadas y las Fuerzas de Seguridad del Estado que dispongan de tecnología Big Data, con personal formado y otras en las que no, lo cual pueden llegar a definir, en gran medida el resultado de las futuras operaciones militares.

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data en la logística militar no es solo una cuestión de modernización tecnológica, sino un paso fundamental hacia la transformación de la capacidad operativa en un entorno cada vez más incierto y exigente. Desde mi perspectiva como Oficial de Estado Mayor, considero que estas herramientas ofrecen una oportunidad única para abordar problemas tradicionales de la logística militar, como la falta de precisión en la planificación, los altos niveles de incertidumbre y la rigidez en los sistemas de respuesta.

Lo que más me impacta al reflexionar sobre el uso de estas tecnologías es cómo pueden ayudarnos a tomar decisiones más informadas y oportunas. La capacidad de analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real y generar predicciones basadas en patrones históricos permite anticiparnos a las necesidades logísticas de una campaña, reducir riesgos y optimizar recursos. En nuestra realidad, donde los recursos son limitados y las distancias logísticas pueden ser un desafío, contar con herramientas que permitan priorizar y planificar de manera más eficiente se traduce en una ventaja operativa decisiva.

Sin embargo, también es evidente que la tecnología no puede ser el único motor de este cambio. La verdadera transformación radica en cómo integramos estas herramientas con la experiencia y el juicio humano. La IA y el Big Data no deben reemplazar la toma de decisiones humanas, sino complementarla, proporcionándonos información valiosa que nos permita actuar con mayor precisión y rapidez. Este equilibrio entre tecnología y experiencia humana es esencial, especialmente en un entorno tan dinámico y complejo como el militar.

Además, implementar estas tecnologías requiere más que adquirir sistemas avanzados. Necesitamos un cambio cultural que fomente la innovación, la adaptabilidad y la disposición para aprender. Como conductores, es nuestra responsabilidad formar y capacitar a nuestro personal para que comprendan y aprovechen el potencial de estas

herramientas. También debemos asegurarnos de que la implementación sea progresiva y estratégica, comenzando con proyectos piloto que permitan evaluar su efectividad y ajustar su aplicación antes de escalarlas a mayor escala.

Finalmente, no puedo dejar de lado la dimensión ética de este proceso. En la logística militar, donde las decisiones que tomamos pueden tener un impacto directo en la vida y la seguridad del personal, es crucial que el uso de estas tecnologías se guíe por principios claros de responsabilidad y transparencia. La IA debe ser una herramienta que amplifique nuestras capacidades, no una solución que genere dependencia tecnológica o comprometa nuestros valores fundamentales.

Mirando hacia adelante, creo firmemente que la integración de la IA y el Big Data en la logística militar es una necesidad estratégica para fortalecer nuestra capacidad de respuesta y garantizar el éxito en futuras operaciones. Sin embargo, este camino no está exento de desafíos. Será nuestra capacidad para adaptarnos, aprender y liderar con visión lo que determinará el verdadero impacto de estas tecnologías en nuestras Fuerzas Armadas y en nuestra capacidad de servir con eficacia y honor en cualquier escenario operacional.

Bibliografía

Abadicio, M. (2019) Artificial intelligence for military logistics—current applications.

Emerj

Alessi de Castro B., Cogo Pochmann P. y Borba Neves E. (2024) Artificial Intelligence Applications in Military Logistics Operations

Anastácio, A.C.(2020) O uso da inteligência artificial como ferramenta de avaliação de desempenho profissional no Exército Brasileiro

Antebi, L. (2021). *Artificial Intelligence and National Security in Israel*. Institute of National Security Studies. Disponible en: https://www.inss.org.il/wp-content/uploads/2021/02/Memo207_AntebyENG_9.pdf

Bonner, J., & Delapena, R. (2022). *MSCoE CG and CSM send: Celebrating black History month*. ARMY. Disponible en https://www.army.mil/article/253563/future_of_army_logistics_exploiting_ai_overcoming_challenges_and_charting_the_course_ahead

Christopher, M., Holweg, M. (2011) Supply Chain 2.0: Managing supply chains in the era of turbulence

Cranor, L. (2008) *A Framework For Reasoning About the Human in the Loop*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA,

Department Of Defense United States of America. Handbook (2022) Product Support Analysis. MIL-HDBK-502

De Spiegeleire, S., Maas, M., & Sweijjs, T. (2017). Artificial Intelligence and the Future of Defense. The Hague Centre for Strategic Studies

Ejército Argentino (2005) ROD 19-02. Logística de Material. República Argentina: Ejército Argentino.

- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas - 2012). Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/defensa/armada/director-general-de-inteligencia-del-estado-mayor-conjunto-de-las-fuerzas-armadas>
- Falcón E. (2024) El derecho artificial
- Goldman Sachs (2023) Generative AI - Part I: Laying Out the Investment. Framework. Americas Technology
- Hernández Sampieri, R. (2010). Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill Editorial
- Hodge, V. & Austin, J. (2021). A survey of outlier detection methodologies in machine learning and artificial intelligence algorithms. ACM Computing Surveys (CSUR), 54(2), 1-56. <https://doi.org/10.1145/3443961>.
- Hoehn, J. R. (2011). Joint All-Domain Command and Control: Background and Issues for Congress. Congressional Research Service.
- Holdsworth J., Scapicchio M., (2024) ¿Qué es el deep learning? IBM
- IEEE. (2019). La Inteligencia Artificial aplicada a la Defensa. Documentos de Seguridad y Defensa
- Kovite, M. (2019). I, Black Box: Explainable Artificial Intelligence and the Limits of Human Deliberative Processes. War on The Rocks. Disponible en <https://warontherocks.com/2019/07/i-black-box-explainable-artificial-intelligence-and-the-limits-of-human-deliberative-processes/>
- Kumon, T. (2021, junio 28). *The first AI conflict? Israel's Gaza operation gives glimpse of future* . Nikkei Asia. Disponible en: <https://asia.nikkei.com/Politics/International-relations/The-first-AIconflict-Israel-s-Gaza-operation-gives-glimpse-of-future>
- Madan, P. y Madhavan S. (2020) An introduction to deep learning. IBM
- Madhavan S. y Jones T. (2024) Arquitecturas de aprendizaje profundo. IBM

Mapa del Estado. (s/f). Objetivos de la Subsecretaría de Planeamiento Operativo y Servicio Logístico de la Defensa, Ministerio de Defensa. Disponible en <https://mapadelestado.jefatura.gob.ar/resultado/ministerio-de-defensa/4525>

Marlon W. (2020) Preparándonos para confiar en los sistemas de inteligencia artificial de los equipos de combate, Military Review, EUA.

mathworks.com Aplicaciones de Deep Learning

McCarthy (1956) Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence

Medina, E. (2020). Tecnologías en la inteligencia artificial para el Marketing: una revisión de la literatura. ResearchGate. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338926081_Tecnologias_en_la_inteligencia_artificial_para_el_Marketing_una_revision_de_la_literatura

Ministerio de Defensa de la República Argentina (2008). Presidencia de la Nación. Informe para la modernización del Sistema Logístico de la Defensa

Ministerio de Defensa de la República Argentina; Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas PC 00-02 (2010) Glosario de las Fuerzas Armadas Argentinas; 010, pp. L-5-7;

Ministerio de Defensa Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas; República Argentina; (2012) Logística de material para el planeamiento de la acción militar conjunta; PC 14-02; Buenos Aires

Mohíno Herranz (2020) De las células a los bits. En “Conceptos Usos militares de la inteligencia artificial, la automatización y la robótica (IAA&R)” Ministerio de Defensa, España

Pandey, S. (2019) Opportunities to use artificial intelligence in Army logistics

Payne K. (2018) “Artificial Intelligence: A Revolution in Strategic Affairs?,” Survival: Global Politics and Strategy 60, no. 5

Poder Ejecutivo Nacional. (2021). Directiva de Política de Defensa Nacional 2021.

- Rashid A., Kausik A., Haassan Sunny A. & Hassan Bappy M., (2023) Artificial Intelligence in the Military: An Overview of the Capabilities, Applications, and Challenges
- Russell S. y Norvig P. (1995) Inteligencia Artificial: Un Enfoque Moderno (4° reedición 2020)
- Santa A. (2024) INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Proyectos de Ley. Instrumentos internacionales. Legislación nacional. Doctrina. Otros documentos de interés. Departamento Investigación e Información Argentina de la Dirección Servicios Legislativos de la Biblioteca del Congreso de la Nación
- Scharre, P., & SSQ. (2017). Highlighting Artificial Intelligence: An Interview with Paul Scharre Director, Technology and National Security Program Center for a New American Security Conducted 26 September 2017. Strategic Studies Quarterly, 11
- Searle, J. R., (1980) Minds, Brains, and Programs, Behavioral and Brain Sciences,
- Shkurti Özdemir, (2019) Artificial Intelligence Application in the Military. The Case Of United States And China
- Sibilla, G. (2008). Reforma Logística de la Defensa en Argentina. Tesis de Maestría, FLCASO y Universidad de San Andrés. 2008. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.ar/jspui/bitstream/10908/2723/1/%5BP%5D%5BW%5D%20M.RII%20Sibilla%2C%20Gustavo.pdf>
- Szabadföldi I. (2021) Artificial Intelligence in Military. Application – Opportunities and Challenges
- Tafur Prada Y. y Arenas Prada Y. (2023) Transformando la Logística Militar en Colombia mediante Inteligencia Artificial: Innovaciones y Desafíos
- Tenea (en línea) Tipos de algoritmos de Inteligencia Artificial. Disponible en <https://www.tenea.com/tecnologia/inteligencia-artificial/tipos-de-algoritmos>

ten Hompel M. y Kerner S. (2015) Logística 4.0: La visión de Internet de Autónomo Cosas. Espectro informático, número 3

Tyurina M., Porunov, A. Nikitin A., Zaripova R., Khamatgaleeva G., (2022) Lecture Notes in Mechanical Engineering, 391-402

Vittorangeli, A. (2023). Hablemos de RAM. Predictiva 21. Disponible en:
<https://predictiva21.com/hablemos-ram/>

Vittorangeli, A. (2024). Defensa en Argentina: Es necesario definir el Rumbo en el área material

Wakabayashi D. & Shane S. (2018). The business of war': Google employees protest work for the Pentagon. The New York Times

Zaripova R., Kosulin V., Shkinderov M., y Rakhmatullin I., (2023). Unlocking the potential of artificial intelligence for big data analytics

Zarza L. (2013) Logística Operacional y los Límites de la Campaña