

ARMADA DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN Y DOCTRINA
Guayaquil

-o-



**TEMA: “EL EMPLEO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, EN EL
ÁMBITO MILITAR”**

Realizado por:

CPFG-EMT FERNANDO CHÁVEZ C.

2020

“EL EMPLEO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, EN EL ÁMBITO MILITAR”

CPFG-EMT FERNANDO CHÁVEZ CASTRILLÓN

RESUMEN

La inteligencia artificial, es una ciencia que se encuentra en expansión, y las grandes potencias están haciendo inversiones millonarias para lograr explotar al máximo sus potencialidades, y alcanzar el liderazgo a nivel mundial. Bajo este contexto es necesario entender la importancia de la aplicación de la Inteligencia artificial en el ámbito militar, a fin de poder comprender los beneficios que se pueden alcanzar, si se logra una verdadera especialización en esta área, la cual no solamente podrá brindar una ventaja competitiva frente a nuestros adversarios, sino que nos ayudará a ahorrar recursos humanos y materiales y ser más eficientes en el cumplimiento de nuestras misiones. En el presente estudio se hace una breve descripción de las técnicas de inteligencia artificial que pueden ser empleadas por la Fuerzas Armadas, así como también se identifican los campos en los cuales, resultaría beneficio su empleo y explotación.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, IA, Sistemas Expertos, Toma de Decisiones Militares.

INTRODUCCIÓN.

Es necesario reflexionar como la tecnología ha modificado el arte de la guerra. Inventos como el radar, sonar y la bomba atómica en la segunda guerra mundial, marcaron la pauta de lo que sería la guerra en el futuro, e incentivaron para que países tales como: Estados Unidos, Rusia, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia, entre otros, continúen con sus desarrollos tecnológicos, a fin de alcanzar el liderazgo a nivel mundial.

En la actualidad, se cuenta con tecnología más moderna y compacta, donde los sistemas computacionales juegan un factor preponderante en todos los ámbitos de la guerra. Sistemas de detección, de armas y maquinaria en general, son controlados y monitoreados permanentemente por computadores y entregan grandes cantidades de información.

Con la incorporación de los sistemas computacionales a casi todas las actividades que realiza el ser humano, tanto en el ámbito militar y civil, así como también, el libre acceso a la información, se abrió el camino para el verdadero desarrollo de una ciencia que fue creada por el científico Alan Turing en 1950, a la cual se la denominó “Inteligencia Artificial”.

Esta nueva ciencia, está siendo de gran interés para las grandes potencias, las cuales están apostando por el desarrollo de esta disciplina para lograr una ventaja competitiva; es así que, Estados Unidos, China y Rusia, están desarrollando estrategias nacionales para alcanzar un desarrollo en el campo de la inteligencia artificial. Es importante mencionar, que China cuenta con un plan de Inteligencia Artificial desde el 2017 denominado “New Generation Plan¹”, de la misma manera EEUU a partir del año 2019, está desarrollando una iniciativa denominada por el Presidente Donald Trump como “American AI Initiative²”; mientras que Vladimir Putin, Presidente de

¹ El Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial, es la estrategia que está empleando China para construir una industria nacional de inteligencia artificial, con una inversión de US \$ 150 mil millones en los próximos años. China pretende convertirse en la principal potencia de inteligencia artificial para 2030. Este plan marcó oficialmente el desarrollo del sector de inteligencia artificial como una prioridad nacional para China (Future of Life Institute, 2017).

² La Iniciativa Americana de IA, es la estrategia nacional de los Estados Unidos sobre inteligencia artificial. Esta estrategia es un esfuerzo concertado para promover y proteger la tecnología y la innovación nacionales de IA. La Iniciativa implementa una estrategia de todo el gobierno en colaboración y compromiso con el sector privado, la academia, el público y socios internacionales de ideas afines (White House USA, 2019).

Rusia, en el 2018, declaró que el país que se convierta líder en IA, se convertirá en el gobernante del mundo (Pecotic, 2019), ya que los complejos escenarios que se viven actualmente van más allá de la aplicación del poderío bélico, por cuanto se depende del empleo de un amplio espectro de capacidades, para afrontar las amenazas actuales. (Visacro, 2017).

CONCEPTUALIZACIÓN Y TERMINOLOGÍA.

Concepto de Inteligencia Artificial.- De manera general podemos decir que la Inteligencia Artificial (IA), es la ciencia que permite crear sistemas (Hardware y software) que tiene la capacidad de aprender, razonar y actuar como un ser humano.

Este concepto, es concordante con la clasificación que hace Stuart Rusell y Peter Norvig, sobre la Inteligencia Artificial, ya que los mismos exponen que existen cuatro enfoques para entender la IA, los cuales se detallan a continuación (Russell, Norvig, 2004):

- *Sistemas que piensan como humanos.-* Para tratar de automatizar las actividades de toma de decisiones, resolución de problemas y aprendizaje. Un ejemplo de este tipo son las redes neuronales artificiales.
- *Sistemas que piensan racionalmente.-* Mediante el cual se pretende emular la forma de razonar y actuar del ser humano. Un ejemplo de este tipo de sistema son los sistemas expertos.
- *Sistemas que actúan como humanos.-* Los cuales pretenden realizar tareas similares que realizan las personas. El ejemplo más evidente son los robots empleados en industrias.
- *Sistemas que actúan racionalmente.-* Que tienen que ver con sistemas capaces de tener conductas inteligentes, y que imitan de manera racional el comportamiento humano. Un ejemplo de estos sistemas son los agentes inteligentes.

Técnicas de la Inteligencia Artificial.-

Existen muchas técnicas derivadas de la IA, sin embargo se detallará aquellas que podrían ser empleadas en el ámbito militar. A

continuación se exponen las principales técnicas identificadas, (Ruiz, Cazorla, Alfonso, 2003):

- *Machine Learning (ML).-* Es una herramienta que hace que los ordenadores aprendan por sí mismos, y realicen su trabajo con destreza, mediante el uso de software inteligente. Los métodos de aprendizaje estadístico constituyen la columna vertebral del software inteligente. Debido a que los algoritmos de aprendizaje automático requieren datos para aprender, tiene una estrecha relación con la ciencia de los datos y el big data, (Mohssen, Mohammed, 2016).
- *Sistemas Expertos (SE).* Es una herramienta que permite realizar tareas que requieren la experiencia de un humano. Son utilizados para resolver problemas y se comportan como un sistema de asesoramiento artificial, en la solución de problemas particulares. (Mehmet, Sahin, Oztoprak, 2016)
- *Redes Bayesianas (RB).-* Esta técnica consiste en modelos probabilísticos, que relacionan un conjunto de variables de manera aleatoria y está pensado para identificar la influencia entre ellas. Este clasificador basa su funcionamiento en el teorema de Bayes. (Correa, Bielza, Pamies, 2008)
- *Redes Neuronales Artificiales (RNA).-* Esta herramienta, trata de emular el funcionamiento de las redes neuronales biológicas y consisten en un grupo interconectado de neuronas, las cuales están organizadas por capas. La primera capa, tiene conexión con las variables de entrada, luego están las capas intermedias, que pueden ser opcionales, y finalmente está la capa de salida que tiene conexión con las variables de salida. El objetivo de la RNA, es tratar de descubrir las relaciones entre las variables de entrada y salida. En la práctica se vuelve como una caja negra, que relaciona las variables antes mencionadas. (Correa, Bielza, Pamies, 2008).
- *Visión Artificial.-* Son un conjunto de algoritmos que permiten identificar, adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo exterior, con el fin de generar información digital, que pueda ser

empleada por un sistema computacional. (Solyman, 2019).

- **Robótica.**- Es una ciencia que hace uso de la inteligencia artificial, y que se preocupa del diseño, construcción, configuración, aplicación y operación de los robots que son empleados para diferentes actividades. La robótica contempla de manera general, todas las actividades que debe hacer un robot, esto es sensor, planificar y actuar. (Murphy, 2000).

APLICACIONES DE IA PARA LA DEFENSA.

La metodología que se llevará para explicar las aplicaciones de IA para la Defensa, será mediante la identificación de las diferentes áreas en las cuales se puede emplear las técnicas antes detalladas. Se abordará su aplicación en la toma de decisiones, inteligencia, vigilancia y reconocimiento, comando y control, operaciones de la información y logística.

Toma de Decisiones.-

En la actualidad, uno de los principales problemas que debe afrontar un planificador, es la selección de la decisión correcta, en base a la cantidad de información disponible, la cual resulta ser imposible que sea analizada por una persona, sin la ayuda de sistemas computacionales, configurados para el efecto.

Esta problemática pueda ser superada con la contribución de la inteligencia artificial en la toma de decisiones, principalmente para contrarrestar la incertidumbre que se puede presentar en toda acción militar. Las decisiones tomadas durante la ejecución, establecen el ritmo y tiempo de la operación (Goztepe, Dizdaroğlu, Sağıroğlu, 2015); razón por la cual se debe contar no solo con la experiencia del Comandante para la toma de decisiones, sino con sistemas que ayuden a evaluar las amenazas desde todas las perspectivas y en el menor tiempo posible, a fin de asegurar el éxito operacional.

Cabe mencionar, que a pesar de que los sistemas de Comando y Control, entregan al Comandante, un panorama claro de la situación estratégica o táctica que se está viviendo en determinado momento; es

responsabilidad de su staff, el realizar el análisis de cada uno de sus departamentos, esto es: operaciones, inteligencia, logístico, personal, mando y control, entre otros; a fin de entregarle el insumo necesario para la toma de decisión. Sin embargo, el éxito de estos análisis se centran principalmente en la experiencia de los evaluadores, los cuales podrían omitir detalles, que afectarían en el efecto deseado.

Para suplir estos vacíos o exceso de tiempo en los análisis, las Fuerzas Armadas pueden apoyarse en el proceso de toma de decisiones, en sistemas expertos que proporcionen soluciones a problemas ya presentados en otras ocasiones o que recomienden acciones para la solución de problemas nuevos en base a estadísticas y evaluación de riesgo.

En este contexto, el planificador militar se podría enfrentar a decisiones programadas y no programadas (Stair, Reynolds, 2010), siendo las decisiones programadas, el resultados del análisis pormenorizado de una solución, el cual sería realizado de manera preliminar por un grupo de expertos, y cuyas sugerencias serían registradas en un SE, el cual a manera de reglas, propondría la solución a problemas similares, en caso de presentarse; mientras que las decisiones no programadas, las cuales son difíciles de cuantificar y establecer, podrían ser apoyadas por sistemas de machine learning, que darían sugerencias, en base a las estimaciones y probabilidades, de acuerdo a los datos disponibles en determinado momento en el sistema.

Es importante mencionar, que cada organización debe estructurar, su sistema de toma de decisiones y establecer su modelo a implementar, que permita contribuir con el proceso de toma de decisiones. Por ejemplo, el US Coast Guard, emplea el modelo "Ports and Waterways Safety Assessment", (PAWSA), para determinar los recursos que necesita para brindar la seguridad a la navegación y mitigar los riesgos en caso de presentarse escenarios predeterminados. (USCG, 2020).

China, Rusia y Estados Unidos dentro de sus políticas de empleo de la IA, tienen diferentes visiones, sobre la aplicación de esta herramienta; es así que China, cuenta con una estrategia más agresiva, y trata de desarrollar el conocimiento de la IA para que contribuya directamente en la toma de decisiones estratégicas. Por otra parte, el enfoque de los Estados Unidos, resulta ser más conservador, ya que considera el empleo de la IA, para que contribuyan con ayuda en la toma de decisiones humanas, pero que no encuentren por sí mismas, la solución del problema; mientras que los proyectos de Rusia, están dirigidos a la creación de hardware militar que dependa de la IA, pero deja las decisiones estratégicas completamente en manos de los Comandantes. Cada una de las propuestas mencionadas, tienen un factor en común, explotar las herramientas de IA para obtener enormes beneficios en términos de poderío militar e influencia global. (Pecotic, 2019).

La IA, puede convertirse por lo tanto, en una herramienta extremadamente importante para la toma de decisiones, sin embargo para que la misma sea efectiva, se necesita de una gran cantidad de datos y la certeza de que los mismos sean veraces. Los algoritmos de ML, permiten que las máquinas puedan aprender y procesar tanta información con la misma velocidad con la que ingresa a su sistema, es decir prácticamente en tiempo real, superando de manera radical a la capacidad que puede tener un hombre, especialmente si no tiene experiencia en el campo en mención. Esta herramienta no solo será útil únicamente a nivel estratégico, sino también lo será a nivel táctico.

Se podría llegar a pensar que las computadoras podrían superar a los humanos en la búsqueda de soluciones; sin embargo se debe reflexionar que el Comandante, es quien tiene la última palabra al momento de tomar la decisión, por los riesgos y consecuencias que pueden suceder, durante la ejecución de las acciones recomendadas por una computadora.

Por lo tanto, un reto fundamental para los ejércitos modernos, será lograr que su proceso de toma de decisiones militares, sean apoyados por sistemas inteligentes,

principalmente porque cada vez será más difícil el manejar y analizar, la gran cantidad de datos que se encuentran involucrados en el ámbito militar.

Otras herramientas, como el Big Data y Minería de Datos, también se volverán tan importantes como la IA, para optimizar los resultados al momento de tomar una decisión; sin embargo una amenaza que afrontarán estos sistemas, serán los ciberataques, que seguramente serán perfeccionados en el futuro, para restar eficiencia a los sistemas inteligentes, que serán empleados en la toma de decisiones. (Goztepe, Dizdaroğlu, Sağıroğlu, 2015).

Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento

Estas tareas fundamentales pueden ser apoyadas directamente por las herramientas de IA, especialmente en el área de inteligencia, por cuanto debido a las grandes cantidades de datos disponibles para el análisis, deben ser analizados con herramientas de SE o ML. Se puede mencionar al respecto, que el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DOD), (Congressional Research Service, 2019), está desarrollando junto con Google un programa piloto para poder acelerar la aplicación de la IA en el ámbito militar. Este proyecto ha sido denominado "Maven" y dentro de sus objetivos principales fueron, el lograr recolectar de manera eficiente, videos que proporcionen drones de diferentes objetivos militares, para su análisis y empleo. (BBC Mundo, 2018). Este proyecto está utilizando algoritmos de visión por computador y ML, para la recolección y procesamiento de información de inteligencia, con el cual se pretende evitar la pérdida de tiempo, en el análisis de imágenes, y que se logren tomar decisiones más eficientes, en el menor tiempo posible.

De igual manera, Estados Unidos en el año 2006 creó la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (IARPA), la cual desarrollo un proyecto que consistía en aprovechar la información existente en las agencias de inteligencia y en otras áreas de gobierno, para proporcionar a los expertos de inteligencia información analizada, para que ellos puedan realizar pronósticos de los

eventos que podrían suceder y afectar al país. Este tipo de pronósticos pueden ser efectuados mediante el empleo de algoritmos de redes neuronales y redes bayesianas. En la actualidad, esta agencia tiene en ejecución otros 30 proyectos, que tienen una estrecha relación con la IA. (IARPA, 2020).

Cabe mencionar además, que las tareas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento que son efectuadas por sistemas autónomos como los vehículos no tripulados (UGV, UAV, USV, UUV, AUV)³, tienen incorporado hardware y software con técnicas de IA, para cumplir con la misión que ha sido programada. Para las tareas de control y toma de decisiones, estos dispositivos emplean algoritmos de ML, SE, RNA y RB, mientras que para interactuar con el entorno y materializar las tareas asignadas explotan herramientas tales como la robótica y la visión artificial.

A manera de ejemplo, podemos indicar que el Departamento de Defensa de los EE.UU ha incorporado inteligencia artificial en sus vehículos semiautónomos y autónomos, e incluso han efectuado pruebas en aviones de combate como el F-16 para que este reaccione de manera autónoma ante eventos no programados como el clima y evasión de obstáculos, liberando de esta manera al piloto de estas actividades, a fin de que se pueda concentrarse únicamente en la amenaza que está enfrentando.

De igual manera, la agencia "Defense Advanced Research Projects Agency" (DARPA) ha completado las pruebas del prototipo de Buque no tripulado para guerra antisubmarina "Sea Hunter", el cual será una valiosa herramienta para la Armada Americana, para detectar permanentemente la presencia de submarinos en áreas de interés. El costo de operación del Sea Hunter está estimado en \$ 20,000 por día, mientras que un destructor normal está alrededor de los

\$ 700,000 dólares. (Congressional Research Service , 2019).

Cabe mencionar, que los vehículos no tripulados, no están siendo utilizados solo para tareas de inteligencia, reconocimiento y vigilancia, sino también para efectuar misiones de ataques a objetivos precisos. Estados Unidos, ha realizado pruebas de enjambre de drones, los cuales están siendo lanzados y recuperados desde aviones militares en el aire. El empleo de estos drones, pretenden ahorrar recursos y preservar la integridad de aeronaves realmente costosas. De igual manera, en el futuro, el empleo de drones dificultarán las tareas de defensa, ya que cientos de drones pueden ser lanzados para cumplir una misión específica. A manera de ejemplo, China en enero del 2020, logró poner en el aire y controlar simultáneamente a cerca de 2.000 drones, (Salazar, 2020).

Comando y Control

Actualmente, la información que ingresan a los sistemas de mando y control, especialmente los de tipo estratégico, provienen de diversos formatos y de múltiples plataformas; y muchas veces se pueden presentar redundancias o discrepancias en la información proporcionada.

Con el empleo de las herramientas de IA, tales como ML, SE y RNA, se podría superar el problema antes mencionado, por con cuanto con estas técnicas, se lograría fusionar los datos de los diferentes sensores, para que el decisor cuente con una fuente de información simplificada, para la toma de decisiones. De esta manera se lograría centralizar la planificación y control de las operaciones terrestres, marítimas, aéreas y ciberespaciales, ya que se contaría con un panorama compilado y resumido.

De igual manera, los sistemas de inteligencia artificial pueden usarse para identificar enlaces de comunicaciones del adversario, y para encontrar medios

³ Unmanned ground vehicle (UGV), vehículos terrestres no tripulados. Unmanned aerial vehicle (UAV), aeronaves no tripuladas y drones. Unmanned surface vehicle (USV), unidades de superficie no tripuladas.

Unmanned underwater vehicle (UUV), vehículos submarinos no tripulados.

alternativos para la distribución de información de manera segura. Como ya se mencionó anteriormente, los algoritmos de IA también pueden proporcionar a los Comandantes diversos cursos de acción viables, basados en el análisis en tiempo real de la situación que se está afrontando en determinado momento, mejorando por lo tanto la calidad y la velocidad en la toma de decisiones.

En la Figura No. 1, se puede apreciar, una modificación al ciclo de decisión OADA⁴, desarrollado para Indonesia en el año 2008, en el cual se incorpora la IA, para mejorar la calidad de la decisión tomada, así como para acelerar el proceso de toma de decisiones. Las etapas que considera este modelo son: Sensor, Inferir, Decidir y Actuar (SIDA).

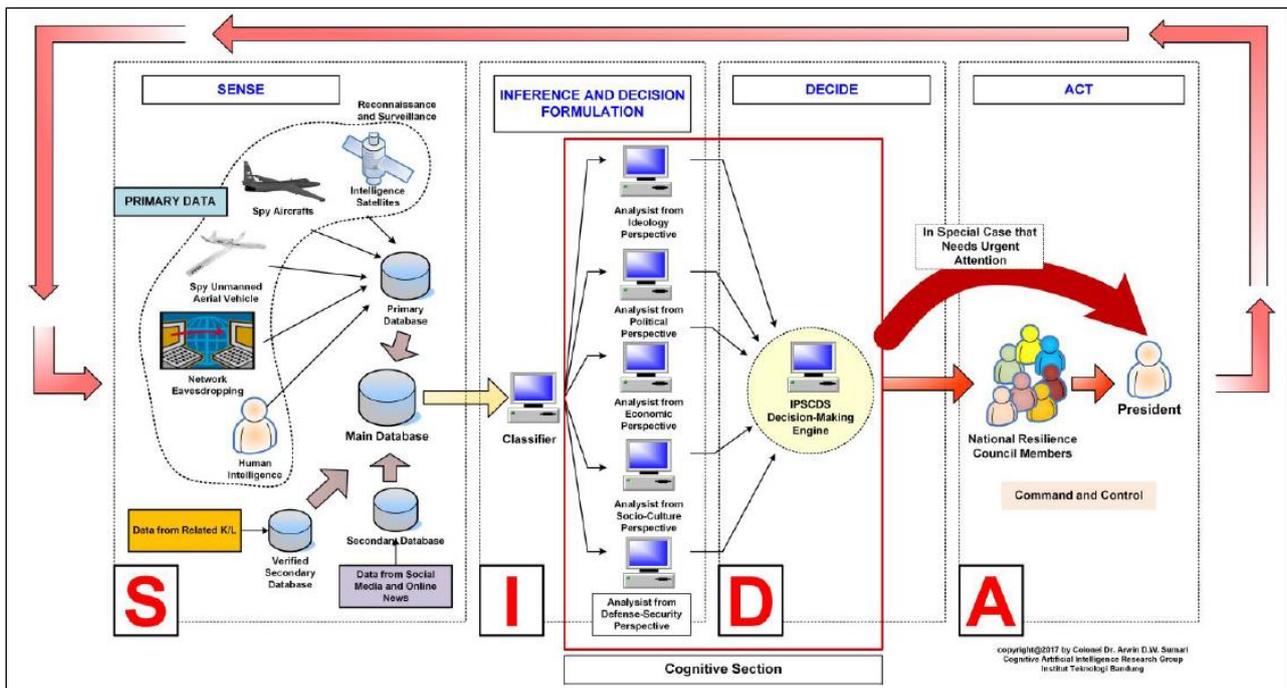


Figura No. 1. Modelo Cognitivo de IA para C4ISR aplicado a la Seguridad Nacional. Tomado de (Datumaya, Suwandi, 2017).

A continuación una breve explicación de cada paso (Datumaya, Suwandi, 2017):

- **Sensar.** Esta fase está representada por todos los sensores capaces de detectar y percibir el entorno. Los medios empleados pueden ser los sensores de los medios terrestres, navales y aéreos, seres humanos, red de computadoras, equipos de comunicaciones, etc.
- **Inferir.-** En esta fase, la información que es almacenada en la base de datos del paso anterior, es fusionada y clasificada en base a cada perspectiva de la Seguridad Nacional (Ideológica, política, económica, socio-cultural y defensa – seguridad).

Posteriormente, cada sección (Perspectiva) se efectúa tareas de análisis y crea su propio conocimiento sobre el fenómeno que se está analizando. Aquí se emplea herramientas de IA, para generar el conocimiento para la toma de decisiones.

- **Decidir.-** Esta fase es donde se implementa el producto de la fase anterior, para afectar al entorno, mediante la combinación del conocimiento extraído de cada sección previamente analizada. Una decisión integral tiene que considerar

⁴ OADA – Observar – Analizar, Decidir y Actuar, es un modelo desarrollado por John Boyd para la toma de decisiones militares.

todos los aspectos de la seguridad nacional. Esta fase contempla, un motor de toma de decisiones, denominado IPSCDS⁵, que extrae conocimiento de cada sección para desarrollar nuevo conocimiento. Este nuevo conocimiento se convierte en la fuente principal para tomar decisiones a nivel estratégico.

- Actuar.- En esta fase, se ejecuta la decisión creada a partir de la fase anterior. Después de que se ejecute la decisión, se debe controlar su efectividad empleando todos los sensores que se han desplegado, para controlar el entorno.

Operaciones de la Información

Las operaciones de la información, considera operaciones de redes informáticas, operaciones de información - desinformación militar, seguridad de operaciones, entre otras (Clark, 2010). Estas operaciones también puede ser soportadas por la IA, por cuanto emplean grandes cantidades de datos.

Con la masificación de las redes sociales, resulta muy fácil desplegar noticias falsas (fakes), para influir en la población y crear desconfianza sobre las acciones del gobierno. Para combatir la desinformación, se puede emplear herramientas de IA, como ML o SE, para identificar a los posibles generadores de fakes. El Internet, las redes sociales y la IA están facilitado la explotación de estas debilidades, creando escenarios falsos pero muchas veces convincentes.

De igual manera, la IA puede emplearse para verificar el patrón de comportamiento digital las personas, esto es analizar informes de crédito, historiales, redes sociales y actividad comercial, a fin de identificar casos de corrupción, involucramiento de actividades ilícitas y grupos que intenten desestabilizar al gobierno.

Es probable que la inteligencia artificial en un futuro cercano, se la utilice para explotar las debilidades inherentes a la naturaleza humana a gran escala, con velocidad y con un nivel de efectividad nunca antes visto. Países adversarios podrían emplear estas manipulaciones para crear una realidad falsa, que podrían influir de manera sutil pero eficiente, en la forma de pensar y de reaccionar, de la población propia, como la de su adversario. (Paul, Posard, 2020).

Logística

La aplicación de la IA, en el área de la Logística, está más relacionada con el mantenimiento de las Unidades. Por cuanto, el empleo de los algoritmos de SE, ML, RNA y RB pueden ser aplicados al mantenimiento predictivo. Se debe mencionar que dentro de la Doctrina de Logística de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), una de sus funciones básicas está relacionada a la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo, para ahorrar recursos y aumentar la disponibilidad y eficiencia del material. (NATO, 2007).

Con la incorporación de la tecnología Industria 4.0⁶ y el "Internet of Things"⁷ (IoT), las maquinarias pueden ser monitoreadas en tiempo real, gracias a los sensores que tienen instalados. Estos sensores captan los parámetros de la maquinaria y mediante algoritmos de IA, se puede predecir el momento en el que es necesario aplicar rutinas de mantenimiento. El mantenimiento predictivo, está en un nivel intermedio entre el mantenimiento preventivo y correctivo, ya que es aplicado en el momento en el cual la maquinaria lo necesita, sin adelanto, ni retraso, es decir en el momento justo.

Por ejemplo, La Fuerza Aérea de los Estados Unidos, ha empezado a utilizar herramientas de IA para el mantenimiento

⁵ IPSCDS (Ideologic, Political, Socio Cultural, Defense and Security)

⁶ La Industria 4.0.- Fue un concepto desarrollado en el 2010 en Alemania, mediante el cual se intenta que todos los procesos de producción se encuentren interconectados con IoT. Este concepto es considerado como la actual revolución industrial, ya que busca la

interacción de la inteligencia artificial con las máquinas y la optimización de recursos.

⁷ IoT.- Fue un concepto desarrollo en 1999 en Estados Unidos, el cual considera la interconexión de todo tipo de dispositivos con una red, el cual puede interaccionar sin necesidad de la intervención humana gracias a su conexión con el Internet.

predictivo de sus aeronaves. Este enfoque, lo está utilizado en el Sistema Logístico del F-35. Mediante este sistema, se extraen los datos de los sensores instalados en los motores y en otros sistemas de la aeronave en tiempo real, los cuales son procesados por algoritmos de mantenimiento predictivo, para determinar el momento en que los técnicos necesitan inspeccionar la aeronave o reemplazar piezas de la aeronave. (Congressional Research Service , 2019).

En la Figura No. 2 se puede observar un modelo de mantenimiento predictivo empleando herramientas de inteligencia artificial. Para el efecto, se necesita los siguientes componentes básicos (SEEBO, 2020) :

- Sensores: Para la recopilación de datos instalados en la maquinaria.
- Comunicación de datos: Para que los datos sean transmitidos de manera segura, entre la maquinaria y el centro de monitoreo.
- Servidores de Datos: Para el almacenamiento, procesamiento y análisis de los datos de la maquinaria.
- Análisis predictivo: Para reconocer patrones de comportamiento mediante el empleo de herramientas de IA y generar información en forma de paneles y alertas, para la toma de decisiones, sobre las acciones de mantenimiento que se debe realizar a la maquinaria en general.

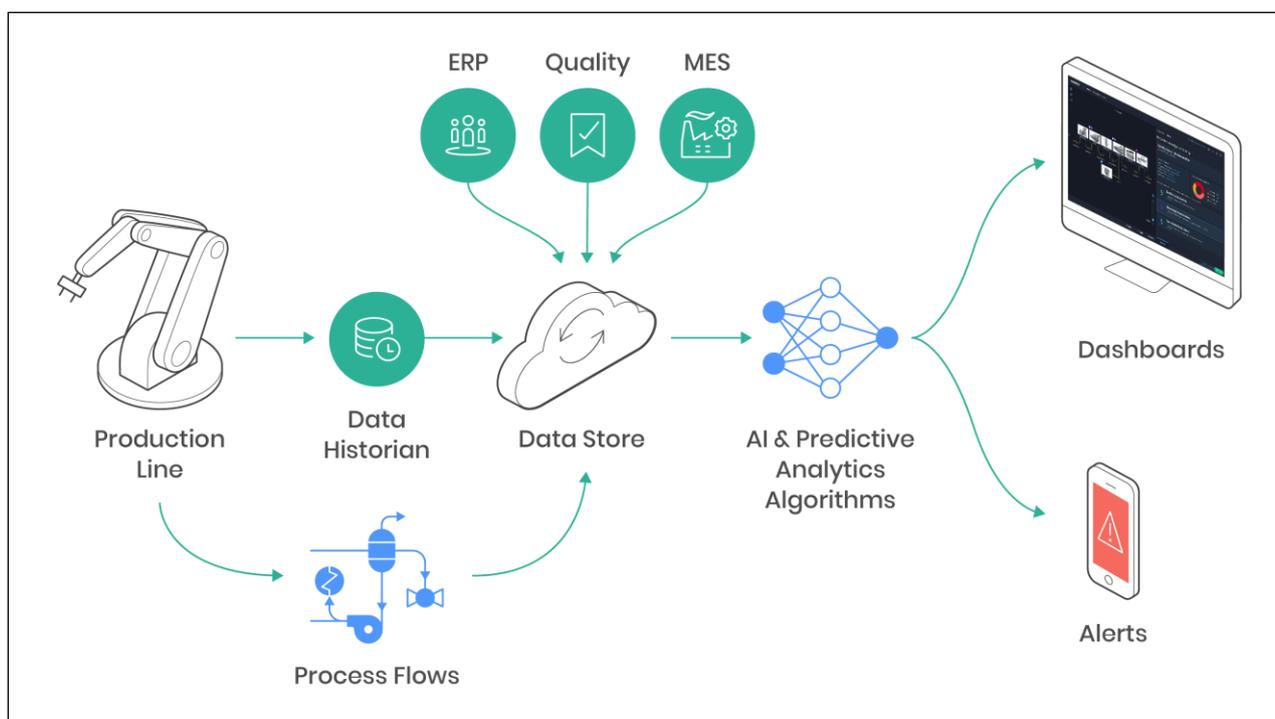


Figura No. 2. Modelo de Implementación de Mantenimiento Predictivo con AI. Tomado de <https://www.seebo.com/predictive-maintenance/>.

CONCLUSIONES.

La aplicación de las herramientas de inteligencia artificial a los diferentes ámbitos de la actividad militar, brindará una serie de oportunidades y desafíos para todas las Fuerzas Armadas, tal como se ha podido evidenciar en los países desarrollados como Estados Unidos, Rusia y China, que están implementando diferentes estrategias para

lograr la supremacía en el desarrollo, uso y explotación de esta nueva tecnología.

Probablemente, una de las principales fortalezas del empleo de la inteligencia artificial, es la capacidad de efectuar el procesamiento a gran escala de mucha información, y a una velocidad muy cercana al tiempo real, razón por la cual la Fuerza que logre implementar, dominar y explotar esta

capacidad, tendrá una ventaja operacional, frente a su oponente, que le permitirá incrementar el ritmo de combate.

Otra fortaleza que brindará la implementación de la inteligencia artificial, es el ahorro de recursos tanto financieros, como humanos. La IA logra además deslindar al ser humano de la ejecución de tareas largas, tediosas, permanentes y peligrosas, que pueden exceder su resistencia o poner en riesgo la vida humana.

En lo que respecta la aplicación de la IA para la toma de decisiones, esta herramienta brinda muchas soluciones al planificador, para que éste seleccione el mejor curso de acción; sin embargo se debe reflexionar que la decisión final, es del Comandante, y que los sistemas inteligentes únicamente son herramientas que deben ser explotadas con profesionalismo y responsabilidad.

En el futuro, seguramente será inminente el uso de herramientas de IA, ya que existirá más información que no podrá ser procesada, sin la ayuda de esta tecnología; sin embargo también se deberá desarrollar herramientas, que permitan defenderse de ciberataques, los cuales pretenderán modificar la información que se emplee en estos sistemas inteligentes, para la toma de decisiones.

La expansión del empleo de esta herramienta no solo será para mejorar el proceso de la toma de decisiones, sino también para mejorar el desarrollo de otras capacidades de las Fuerzas Armadas, ya que los algoritmos de Inteligencia Artificial, pueden ser embebidos en cualquier dispositivo, gracias a la expansión de la computación y a la miniaturización de los componentes electrónicos, es así que actualmente esta tecnología está siendo empleada en sistemas de armas, de vigilancia, mando y control, maquinaria, entre otros, dándoles cierta autonomía para que estos sistemas puedan actuar, sin necesidad de la intervención del ser humano.

Finalmente se puede mencionar, que el empleo de la inteligencia artificial, no está

disponible únicamente para las grandes potencias, sino también para países pequeños que pueden aprovechar sus potencialidades, siendo necesario para el efecto, financiar la investigación y el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial, para que los mismos sean explotados de acuerdo a las necesidades de cada país, a fin de mejorar las capacidades de sus Fuerzas Armadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BBC Mundo. (5 de Abril de 2018). *Qué es el polémico Proyecto Maven que Google desarrolla con el Pentágono y por el que sus empleados están en pie de guerra*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43662384>
2. Clark, B. (2010). Las Operaciones de Información como Elemento Disuasivo para el Conflicto Armado. *Military Review - Septiembre . Octubre*, 1 - 11.
3. Congressional Research Service . (2019). Artificial Intelligence and National Security. *Artificial Intelligence and National Security* (págs. 1 - 42). Congressional Research Service.
4. Correa, Bielza, Pamies. (2008). Redes Bayesianas vs Redes Neuronales en Modelos para la Predicción de Acabado Superficial. *Congreso de máquinas-herramientas y tecnologías de fabricación (17º. 2008. San Sebastián)*, 2-6.
5. Datumaya, Suwandi. (2017). The Application of Cognitive Artificial Intelligence within C4ISR Framework for National Resilience. *Fourth Asian Conference on Defense Technology (4th ACDT)*, 1-8.
6. Future of Life Institute. (2017). *AI Policy - China*. Obtenido de Future of Life Institute: <https://futureoflife.org/ai-policy-china/>
7. Goztepe, Dizdaroğlu, Sağıroğlu. (2015). New Directions in Military and Security Studies: Artificial Intelligence and Military Decision Making Process. *International Journal of Information Security Science*, 4(2).

8. IARPA. (11 de 03 de 2020). *Office of the Director of National Intelligence*. Obtenido de <https://www.iarpa.gov/>
9. Mehmet, Sahin, Oztoprak. (2016). Expert Systems. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 1 - 4.
10. Mohssen, Mohammed. (2016). Machine Learning: Algorithms and Applications. *Research Gate*, 1 - 4.
11. Murphy, R. (2000). *Introduction to AI Robotics*. London: MIT Press.
12. NATO. (2007). *NATO Logistic Handbook*. Bruselas: NATO HQ.
13. Paul, Posard. (20 de 01 de 2020). *The Strategy Bridge*. Obtenido de Artificial Intelligence and the Manufacturing of Reality: <https://thestrategybridge.org/the-bridge/2020/1/20/artificial-intelligence-and-the-manufacturing-of-reality>
14. Pecotic, A. (5 de Marzo de 2019). *Foreign Policy*. Obtenido de Whoever Predicts the Future Will Win the AI Arms Race: <https://foreignpolicy.com/2019/03/05/whoever-predicts-the-future-correctly-will-win-the-ai-arms-race-russia-china-united-states-artificial-intelligence-defense/>
15. Ruiz, Cazorla, Alfonso. (2003). *Inteligencia Artificial, Modelos, Técnicas y Áreas de Aplicación*. Madrid: Thomson Ediciones.
16. Russell, Norvig. (2004). *Inteligencia Artificial, un Enfoque Moderno*. Madrid: Pearson - Prentice Hall.
17. Salazar, L. (30 de Enero de 2020). *A21 MX*. Obtenido de Los enjambres de drones, el futuro militar.: <https://a21.com.mx/un-espacio-para-los-no-tripulados/2020/01/30/los-enjambres-de-drones-el-futuro-militar>
18. SEEBO. (03 de Marzo de 2020). *Seebo*. Obtenido de <https://www.seebo.com/predictive-maintenance/>
19. Solyman, A. (2019). Introduction to Computer Vision (Computer Vision and Robotics). *ResearchGate*, 1-4.
20. Stair, Reynolds. (2010). Principles of Information Systems. *Principles of Information Systems. 9 Edition*. Estados Unidos.: Course Technology.
21. USCG. (09 de 03 de 2020). *U.S. Department of Homeland Security*. Obtenido de Navigation Center: <https://www.navcen.uscg.gov>
22. Visacro, A. (2017). *La guerra en la era de la información y los conflictos irregulares: consencuencias sobre el Control Territorial*. Bogota: Escuela Superior de Guerra.
23. White House USA. (2019). *Artificial Intelligence for the American People*. Obtenido de White House USA: <https://www.whitehouse.gov/ai>