

| Volumen 1 | Número 1 | Julio-diciembre de 2020 |  
ISSN: 2744-9610 (Impreso) | ISSN-e: 2744-9637 (En línea) | Bogotá D. C. |

# REVISTA SABIO

CENTRO DE EDUCACIÓN MILITAR



CEMIL



**UNA REVISIÓN DE LAS APLICACIONES EN INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL (IA) EN EL CAMPO DE LA SEGURIDAD Y LA DEFENSA**

**A REVIEW OF APPLICATIONS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) ON THE  
SECURITY AND DEFENSE FIELD**

*Fabián Steven Garay Rairán*

fsgarayr@correo.udistrital.edu.co

*Hernando David Guerrero Gómez*

u1802113@unimilitar.edu.co

*Miguel Ángel Bermúdez Melo*

miguelbermudezmelo@cedoc.edu.co

*Carlos Andrés Peña Lucumí*

carlos.pena7650@correo.policia.gov.co

**Resumen**

El interminable proceso de potenciar los procesos de capacitación, mantenimiento, salud, comunicaciones y en general todos los factores que se relacionan con la industria militar y policial, implica la integración de nuevas tecnologías, el uso exitoso de las plataformas existentes y la los que aún están en desarrollo, como la inteligencia computacional o la inteligencia artificial (IA). Una extensa investigación de bibliografía científica, bases de datos y revistas especializadas, revela los nuevos enfoques, tendencias y aplicaciones que hacen uso de la IA dentro de las innovaciones tecnológicas de diferentes ejércitos alrededor del mundo. La comprensión de estas tendencias de vanguardia con respecto a la implementación de estas tecnologías en productos innovadores de seguridad y defensa y su funcionalidad final, constituyen una oportunidad para que los ejércitos y departamentos de policía menos desarrollados tecnológicamente alcancen e implementen dichos productos para mejorar sus técnicas actuales.

**Palabras clave:** Ejército, inteligencia artificial, algoritmos genéticos, ejército, policía, redes neuronales, seguridad y defensa.

**ABSTRAC**

The never ending process of enhancing the processes of training, maintenance, health care, communications and in general all the factors that are related to the military and police industry, involve the integration of new technologies, the successful use of the existent platforms, and the ones still developing, such as computational intelligence or artificial intelligence (AI). An extensive research of scientific bibliography, data bases and specialized journals, reveal the new approaches, tendencies, and applications that make use of AI inside technological innovations by different armies around the world. The comprehension of such vanguard tendencies regarding the implementation of these technologies on innovative of security and defense products and their final functionality, constitute an opportunity for less technological developed armies and police departments to reach and implement such products to enhance their current technics.

**Keywords:** Army, artificial intelligence, genetic algorithms, military, police, neural networks, security, and defense.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se denomina inteligencia artificial a la rama o campo de la informática que desarrolla procesos que imitan a la inteligencia de los seres vivos (Hardy, 2001), muchos han sido los avances realizados en la historia reciente para conseguir reproducir en máquinas las capacidades cognitivas del ser humano y la Inteligencia Artificial (IA) se encarga de canalizar los esfuerzos investigativos en este sentido.

ablar de inteligencia artificial es hablar de desarrollo, innovación y nuevas tecnologías, aspectos que no son para nada ajenos al entorno militar, por lo que nace la siguiente pregunta, ¿Qué pasaría si se unieran estos dos campos?, se esperaría que no fuera contraproducente y lograra generar nuevas tecnologías que ayuden a resolver problemas relacionados con la seguridad, comunicaciones, salud, entre otros temas afines al campo de la seguridad y defensa. Ahora bien, entrando netamente en el entorno militar y policial, es de vital importancia la innovación y actualización sobre los métodos de defensa y seguridad convencionales, puesto que, en todos los frentes, los adversarios potenciales están redefiniendo el conflicto, utilizando armas apropiadas para el dominio (Allenby, 2016).

Por lo mencionado anteriormente se genera la necesidad de hacer una revisión sobre las aplicaciones de las tecnologías de la inteligencia artificial al entorno de la seguridad y defensa, dejando muy en claro las distintas ramas en las que puede ser aplicada y así mismo los beneficios y mejoras que trae consigo la innovadora IA.

## 2. METODOLOGÍA

Para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron diferentes fuentes documentales especializadas. Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos Xplore de IEEE, para lo cual se utilizaron los descriptores: inteligencia artificial, militar, ejército, policía, redes neuronales, salud, comunicaciones, simulación, vehículos. Los registros obtenidos por área temática estuvieron alrededor de los 23, y después de la combinación de las diferentes palabras clave en 12. También se realizó una búsqueda en Internet en Google Académico, y en bases especializadas tales como Embase, Springer Link, Science Direct y Scopus; se utilizaron los mismos términos de búsqueda. Se seleccionaron aquellos documentos que incluían construcción de prototipos con aplicación militar basados en inteligencia artificial.

La selección de documentos se realizó con base en el análisis de la confiabilidad de los resultados, la pertinencia y la aplicabilidad de estos al área de estudio. Posterior a esto, se organizó la información en consideración a la aplicación de las tecnologías implementadas o en desarrollo sobre inteligencia artificial dirigidas al mejoramiento de procesos concernientes a la seguridad y defensa dentro de 4 áreas principales: Entrenamiento y simulación, salud y medicina, telecomunicaciones, vehículos militares y aplicaciones para los departamentos de policía. Posterior a esto se organizó la información en consideración y se hizo uso de la declaración PRISMA para la revisión sistemática documental, haciendo uso de las recomendaciones de comprobación, respecto a la elaboración de resúmenes estructurados. Finalmente, a través del software RStudio Cloud, se analizaron las consultas de Scopus dando como resultado los documentos más importantes por autor, para la búsqueda se hizo uso de los mismos descriptores mencionados anteriormente en inglés.

Parte fundamental de la formación militar recae sobre su estricto entrenamiento el cual ha dado sus frutos, pero con el pasar de los años ha comenzado a volverse obsoleto al momento de competir con la innovación de las nuevas tendencias en capacitación militar. En realidad, con las nuevas tecnologías existen muchas maneras de abordar el tema de entrenamiento esto incluye el uso de la Inteligencia artificial (IA). Del mismo modo la simulación se postula como el gran exponente, reduciendo costos en pérdidas innecesarias y generando un conocimiento de alto calibre sin necesidad de exponer la seguridad de los usuarios al ser entrenados.

En primera instancia, se tienen los juegos enfocados al entrenamiento militar que ya tiene una larga historia de aplicación, se han usado en forma de tablas de arena, miniaturas, juegos de mesa y juegos de computadora, las representaciones dinámicas del mundo físico como lo son los juegos modernos, permiten un aprendizaje más inmersivo a la población seleccionada, en este caso, el Ejército. Los juegos encapsulan varias de las tecnologías más avanzadas en informática, entre ellas claramente destaca el uso de la inteligencia artificial para la programación de los oponentes, entrando en detalle, los juegos de simulación para entrenamiento militar ofrecen los siguientes beneficios:

- Un motor 3D para visualizar el entorno de manera clara y realista
- La interfaz gráfica amigable con el usuario y los patrones interactivos que permiten al jugador iniciar sin necesidad de leer un manual
- Los modelos físicos mantienen la noción de realidad, manteniendo los parámetros básicos del movimiento, como la gravedad, las trayectorias y colisiones
- La inteligencia artificial que se encarga de la programación de los enemigos para aumentar la dificultad del entrenamiento, creando a su vez una interacción distinta en cada intento del jugado.

Con el uso de la IA se proporciona la capacidad computacional necesaria para creación de oponentes en el juego que sean lo suficientemente inteligentes como para desafiar a los jugadores humanos, lo que crea una experiencia de adaptación que puede ajustar el juego mientras se ejecuta; de esta manera se implementa la inteligencia artificial al mundo de los “juegos serios” para mejorar la mecánica de entrenamiento militar (Smith, 2010). Ya desde 1994 la discusión sobre el uso de la IA estaba sentada sobre la mesa, para solucionar la complejidad de simulaciones cada vez mas grandes e interactivas y de difícil administración, en ese caso la inteligencia artificial y las redes neuronales artificiales (ANN) facilitaron mecanismos para automatizar el comando y el control, a través de modelos lineales e interactivos de activación orientado a objetos de alta velocidad, que facilita su uso en varias simulaciones de batalla (Jaszlics et al., 1994).

Siguiendo el orden inicial, entran a la acción las aplicaciones militares de simulación, más específicamente simulaciones de vida artificiales basadas en agentes, esto incluye también de una manera casi intuitiva al departamento de planeación y defensa, los cuales utilizan las simulaciones para su proceso de toma de decisiones. Para simulaciones militares son muy usados los ABS (Simulación basada en Agentes), los cuales ya han demostrado su utilidad para generar ideas y centrar experimentos de simulación, como se ratificó en un experimento realizado en EE. UU donde se presentaba una situación de un ataque a un batallón de armas combinadas. Se pusieron a prueba tres tipos distintos de ABS para comprobar su eficacia y rendimiento, dando como resultado la victoria del ABS, MANA, “porque facilita la construcción rápida y la exploración de nuevos escenarios. Su interfaz gráfica de usuario ayuda a crear escenarios y las funciones de reproducción son invaluable como herramienta de análisis. MANA permite una flexibilidad considerable en la creación de

un conjunto diverso de agentes (Cioppa et al., 2004).

Las entidades MANA mantienen un recuerdo del campo de batalla (es decir, son "conscientes del mapa") y sus comportamientos se pueden construir para cambiar en respuesta a una variedad de eventos del campo de batalla, como disparos" (Cioppa et al., 2004). De este modo se evidencia la eficacia de la Inteligencia artificial, esta vez como agente; aún se está trabajando para mejorar y aprovechar la capacidad de los ABS para ayudar en la toma de decisiones militares. Además, estos no se usan solamente en simulaciones de batalla, pueden también ser empleados para analizar problemas de tipo técnico, comercial e incluso de infraestructura.

#### 4 SALUD Y MEDICINA

La salud de los integrantes de las fuerzas militares siempre ha sido un tema delicado de tratar por diferentes razones, están desde los requisitos que la institución internamente pide cumplir con relación al estado físico y la salud del cuerpo, hasta casos de mal higiene y salubridad en los implementos médicos y kits de primeros auxilios, junto con una infinidad de temas relacionados con la salud. Es aquí donde entra a jugar un papel importante las nuevas tecnologías, más concretamente la inteligencia artificial.

Como es bien sabido las pruebas fisiológicas en los militares son muy comunes y el modo tradicional de hacerlos se ha vuelto tedioso y un poco obsoleto, ya que puede acaparar fallos humanos con o sin intención, la solución a esto es relativamente sencilla y consiste en poner estas tareas en manos de la tecnología, por ello, investigadores de EE. UU han desarrollado un aparato para detectar, recibir, obtener y presentar información fisiológica y contextual humana que incluye una serie de sensores para recopilar datos relacionados con un estado fisiológico y diversos parámetros contextuales de un individuo, este aparato fue patentado bajo el registro US7285090B2.

Hasta este punto ya ha reemplazado el modo convencional de tomar los exámenes fisiológicos, ahora al añadir la inteligencia artificial se puede evidenciar la mejora significativa sobre los modos convencionales, puesto que el dispositivo puede proporcionarse con un programa basado en inteligencia artificial que modifica, basándose en la información recopilada, el programa de ejercicio que se está siguiendo mediante el usuario. Este proceso de desarrollo de algoritmo puede usarse para crear algoritmos para posibilitar que el dispositivo detecte y mida diversos parámetros, incluyendo, sin limitación, los siguientes:

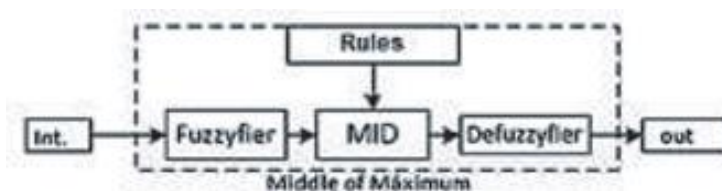
- Cuando un individuo está sufriendo convulsión, incluyendo estados de inconsciencia, fatiga, shock, somnolencia, estrés por calor y deshidratación
- Un estado de disponibilidad del individuo, salud y/o estado metabólico, tal como en un entorno militar, que incluye los estados de deshidratación, desnutrición y ausencia de sueño.

De este modo se elimina la incertidumbre clínica que puede llegar a indicar conclusiones aparentemente contradictorias, ya que la invención anterior pondera las probabilidades conjuntas importantes y determina la conclusión más probable apropiada (Stivoric et al., 2017). Otras aplicaciones de la IA en el campo de prevención de la salud han aplicado el Machine Learning y las redes neuronales, como estrategia de pronóstico con una semana de anticipación de la generación de la toxina de microcistina por encima de los límites de advertencia de salud de la EPA, como resultado de una floración de algas nocivas (Harmful Algal Bloom) HAB del lago Detroit en un embalse del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU; como resultado, se obtuvo un potencial para predecir adicionalmente

la toxicidad (ELISA microcistina) generando intervalos de predicción del 95% y permitiendo otros productos de pronóstico probabilístico (Fleming et al., 2019).

En el caso del Ejército Nacional de Colombia, la Escuela de Infantería realizó el proyecto "Comparative Analysis Between Training Methods for a Fuzzy Inference System Potentially Applicable to the Assessment of the Health Status of the Spine in Military Personnel" este desarrollo es una propuesta para mejorar la calidad de vida de los infantes a través del uso de la inteligencia artificial. El personal del Ejército colombiano está expuesto a largos períodos de entrenamiento y trabajo, que implican movimientos bruscos, repentinos e inesperados del cuerpo, junto con cargas excesivas sobre sus espaldas, lo que genera trastornos de la columna a corto, mediano y largo plazo, afecta la calidad de vida del soldado y tiene un gran impacto económico en sus familias, el Ejército y el Estado debido al absentismo, la incapacidad para el trabajo y la atención médica especializada (Garay et al., 2019).

Este trabajo presenta y compara varios métodos de entrenamiento para un sistema asistido por computadora capaz de evaluar y clasificar el estado de salud de la columna entre el personal militar; este sistema fue validado mediante la evaluación de su rendimiento computacional y mediante mediciones de utilidad de diagnóstico, mostrando que el algoritmo genético simple brinda el mayor rendimiento, es la mejor solución al problema y es una excelente herramienta para ayudar a los profesionales de sanidad militar a salir de la zona de incertidumbre diagnóstica (Garay et al., 2019). Las posibilidades de la IA en el campo de la radiología para los servicios médicos de las fuerzas militares se han descrito en diversas investigaciones, especialmente por la posibilidad de mejorar procesos o trabajos de naturaleza tediosa, repetitiva y lenta en la detección de hallazgos en imágenes de diagnóstico; en el caso militar la IA se puede incorporar a servicios radiológicos dirigidos a pequeños hospitales y destacamentos remotos sin radiólogos destacados para aliviar la carga de radiólogos en hospitales más grandes y evitar el desplazamiento del personal militar a las urbes más especializadas (Sen et al., 2019). En la figura 1, se puede ver la estructura del sistema difuso implementado para la aplicación de la Escuela de Infantería.



**Fig 1. Arquitectura del sistema difuso tipo Mamdani propuesto para la evaluación de los sistemas de clasificación propuestos. Tomada de: (Garay et al., 2019).**

Finalmente, la inteligencia artificial ha empezado a ser popular en su uso militar para la predicción del riesgo suicida un fenómeno de salud pública con una prevalencia mundial de aproximadamente 800.000 muertes por año, donde la IA ha tenido una gran utilidad para la predicción del suicidio y gestión clínica y continuará avanzando en la atención de la salud mental (Fonseka et al., 2019). La IA surge como una herramienta promisoría que complementaría y mejoraría los resultados de modelos de predicción realizados dentro del Ejército de EE.UU, tal es el caso del estudio desarrollado por Bernecker et al. (2019), donde se utilizó un número pequeño de variables de un encuesta de autoinforme aplicada a una muestra representativa de soldados para crear el modelo de predicción, con el que se identificó el 10% de la muestra como con alto riesgo suicida. Investigaciones previas como la de Kessler et al. (2017), ya concluían que se podría desarrollar un modelo aún mejor en el futuro si se incluyera la información enriquecida sobre el riesgo de suicidio evaluado por el médico con el uso de otras herramientas.

## 5 TELECOMUNICACIONES

Las técnicas de inteligencia artificial también se pueden aplicar para mejorar la robustez y tolerancia de los sistemas de comunicaciones de errores y fallas. El control y mantenimiento del sistema de comunicación es generalmente un proceso que requiere mucha mano de obra y requiere expertos calificados con una amplia capacitación y una base de experiencia considerable. La tecnología de sistema experto se puede utilizar para ayudar en el control y mantenimiento de un sistema de comunicación; En general, estos expertos consciente o inconscientemente aplican reglas generales para diagnosticar y detectar comunicaciones anormales y defectuosas. Las acciones correctivas recomendadas también se derivan de estas colecciones de reglas heurísticas generales. Las tecnologías de sistemas expertos, como los sistemas de reglas de producción, permiten adquirir y representar estas reglas en forma compatible con la computadora.

Lo anteriormente mencionado se evidencia de manera clara en un proyecto realizado por la armada de USA en el cual se planteó demostrar cómo los lenguajes naturales de procesamiento y las tecnologías de sistemas basados en el conocimiento se pueden usar para reducir la capacidad de comunicaciones requerida y para mejorar la solidez y tolerancia de los errores de los sistemas de comunicaciones mediante el cómputo de compensación para la comunicación militar (Bucci & Viperman, 2007).

La investigación de Schutzer (1983), sugiere que una nueva clase de protocolos de nivel superior debería acordarse antes de que dos o más partes puedan comunicarse; es decir, el vocabulario acordado, la gramática y el conocimiento de contexto común. Estos pueden ser pre-almacenados y llamados durante la inicialización por medio de palabras de código corto. Las bases de datos distribuidas también deben actualizarse y mantenerse actualizadas. Las técnicas de Inteligencia Artificial también ayudan a reducir la sobrecarga de comunicaciones asociadas para este proceso de actualización. Los resultados de la investigación fueron positivos, pero claramente, la aplicabilidad de esta técnica depende mucho de la situación, casos como los siguientes:

- Cuanto más dinámico, incierto e impredecible es el comportamiento futuro de un objeto, más frecuentes son las actualizaciones de datos requeridas y menos se gana mediante la generación de base de datos dependiente de la memoria y mecanismos de inferencia.
- Cuando las actualizaciones de datos son muy ruidosas y poco confiables, se justifica la necesidad de una base de datos dependiente de la memoria, no solo para ahorrar gastos generales de comunicación, sino también para aumentar la calidad y la confiabilidad de la situación táctica inferida.
- Las detecciones del sensor recibidas se pueden validar y comprobar para verificar la coherencia y la verosimilitud lógica.

Las observaciones anteriores se pueden combinar con reglas, valores predeterminados y procedimientos integrados para inferir actividades y movimientos futuros probables en ausencia de observaciones adicionales (Schutzer, 1983). Además de mejorar la robustez y tolerancia de los sistemas de comunicación, la inteligencia artificial también puede ser usada para apoyar a las estaciones de monitoreo de ruido, estas estaciones de monitoreo permiten evaluar en tiempo real el impacto en el interior y hacia el exterior de un proceso u operación, las estaciones de monitoreo de ruido involucran varios elementos principales donde se destacan:

- Sonómetro con micrófono para este tipo de mediciones
- Montaje e Instalación de infraestructura
- Sistema de transmisión de datos

Las estaciones de monitoreo de ruido están ubicadas alrededor de algunas instalaciones militares para proporcionar registros que ayuden en el procesamiento de reclamos por ruido y reclamos por daños, pero a pesar de su correcta instalación y funcionamiento pueden producir falsos positivos y no detectar correctamente eventos de impulso, basado en esto se desarrolló un proyecto de clasificadores basados en redes neuronales artificiales para mejorar la precisión de la identificación del ruido de impulso militar. Para ello se creó un algoritmo de redes neuronales que recibiera dos indicadores de dominio de tiempo:

- Curtosis
  - Factor de cresta
- y dos métricas de dominio de frecuencia personalizadas:
- Pendiente espectral
  - Error cuadrado ponderado

El desarrollo del algoritmo involucró una fase de capacitación ANN seguida de una fase de evaluación. El algoritmo de clasificación fue capaz de alcanzar hasta el 100% de precisión en los datos de entrenamiento y los datos de validación, al tiempo que mejora el umbral de detección en al menos 40 dB, ciertamente se encontró que la estructura ANN final producía una precisión del 99,6% (pero se lo consideraba eficazmente con una precisión del 100%, ya que el falso negativo implicaba un estallido distante ( $L = 92$  dB) con un ruido de primer plano elevado). Todos los algoritmos se desarrollaron en MATLAB y se pudieron aplicar en tiempo real (Smith, 2010). De este modo garantizan una eficacia y exactitud sobre los distintos tipos de contaminación auditiva, clasificando cada uno de ellos en su respectivo grupo, para encontrar fallos detectables por índice auditivo y evitar a su vez reclamos injustificados.

Otras aplicaciones en el sector de las comunicaciones han hecho uso de la IA para la reducción de datos en aplicaciones, de gestión de claves del ejército de EE. UU. Esta aplicación es necesaria toda vez que el Ejército inició el desarrollo de una estación de trabajo de operador para proporcionar un paquete de software integrado para el procesamiento de información COMSEC, instrucciones de operación de señales, contramedidas electrónicas y planificación de comunicaciones de red; con la IA se puede aprovechar los sistemas y mejorar su respuesta (Pinsky & Lynn, 1992). El avance de la tecnología ha generado que los campos de batalla se trasladen a otros universos más virtuales y es allí donde la ciberdefensa cumple un papel protagónico; por lo que los agentes autónomos inteligentes estarán ampliamente presentes en este campo de batalla del futuro y ahora del presente, que de igual manera será una parte mayor de los activos militares totales y en un futuro los agentes de ciberdefensa autónomos e inteligentes se convertirán en los principales ciber combatientes en el futuro campo de batalla (Kott, 2018).

## **6 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE MILITAR, AUTÓNOMOS Y AERONAVES**

Es normal encontrar dentro de las funciones de maniobra y movimiento de las plataformas de vehículos terrestres y aéreos, que se ha realizado de manera inadecuada, tanto el registro de la información, registro en los procesos del chequeo, mantenimiento, inspección y soporte técnico de los vehículos, evidenciando un alto porcentaje de errores como son:

- Pérdida de información.
- Mal registro de la información.
- No se realiza los procesos de estandarización
- Él envió de la información de los vehículos tardía.



- No se cuenta con un proceso estandarizado para la obtención de información puntual en tiempo real sobre estado actual de los vehículos en operación o mantenimiento.
- Falsas alarmas por errores humanos.

Todo esto puede ser solucionado con el uso de herramientas sistemáticas que emplean inteligencia artificial para el reporte y adquisición de datos. En EE. UU se tiene un proyecto que describe el desarrollo de un prototipo para un sistema de diagnóstico integrado para optimizar el mantenimiento en aviones de transporte militar al disminuir los costos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de aeronaves.

En esta investigación se abordan tres funciones de mantenimiento específicas, la identificación de la causa raíz de un mensaje de error, el filtrado de falsas alarmas y la priorización de las acciones de mantenimiento para una mayor resolución de fallas confirmadas. Además, el prototipo comprende un componente a bordo y otro en tierra, el componente integrado se basa en un registrador de datos de alta capacidad de estado sólido, los Sistemas de datos abiertos inalámbricos avanzados (AWODS) que supervisa y registra los datos del bus de aviónica durante el vuelo. Los datos se descargan, al finalizar el vuelo, para analizarlos por el componente de tierra.

Las características del enfoque, que incluyen la identificación de la causa raíz, el filtrado de falsas alarmas y la priorización de las acciones de mantenimiento, se demuestran con las aplicaciones al avión de transporte militar. Estas funciones de diagnóstico están esencialmente habilitadas por un mejor acceso a los datos de la aeronave, disponible mediante un registrador de almacenamiento masivo de estado sólido.

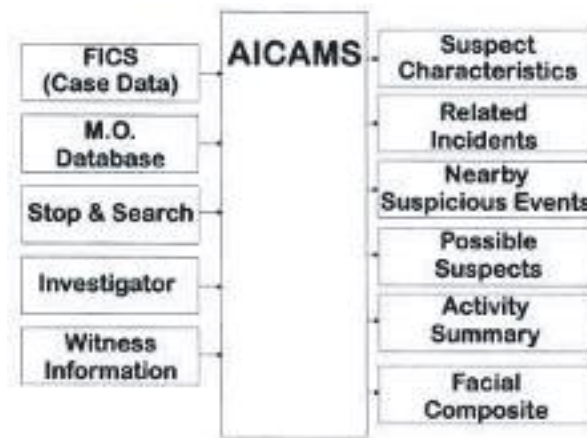
Las tecnologías utilizadas para analizar estos datos incluyen sistemas expertos/ métodos de reconocimiento de estado rápido, tecnologías de minería de datos y análisis bayesianos. La herramienta ha sido desarrollada utilizando OSA-CBM, el cual es un estándar de software abierto para el desarrollo de software de diagnóstico (Chidambaram et al., 2006). Haciendo énfasis en este modo de análisis de fallas y diagnóstico integrado, se puede evitar los fallos humanos y las falsas alarmas gracias a la capacidad de razonamiento del software debido a las redes bayesianas. En el campo de los vehículos, se aplica el diagnóstico integrado y estimación del tiempo de mantenimiento para sistemas de ingeniería complejos, con sistemas de IA que permiten predecir el estado de salud futuro de un sistema o componente, así como también brindar la capacidad de anticipar fallas, problemas, fallas potenciales y acciones de mantenimiento requeridas, estas últimas que facilitan la preparación para acciones de inspección y programación de mantenimientos oportunos, minimizando tiempos de parada y optimizando costos (Azam et al., 2014).

Respecto a los vehículos autónomos, es común que en el campo militar se disponga de datos para capacitar a los agentes de aprendizaje mediante una gran cantidad de datos; en este aspecto, investigaciones como las realizadas por Knox & Stone (2009) afirman que "un los agentes de conducción autónoma no deberían aprender a conducir chocando contra las barreras de la carretera y poniendo en peligro la vida de los peatones" es por ello que las etiquetas de los datos con los que se entrena un algoritmo son de suma importancia.

Las aplicaciones de IA para aeronaves hacen uso de registradores y razonadores para diagnóstico integrado cuyo objetivo es optimizar el mantenimiento en aviones de transporte militar al disminuir costos de mantenimiento y aumento de la disponibilidad de aeronaves (Chidambaram et al., 2006).

## 7. APLICACIONES DE LA IA ÚTILES PARA LA POLICÍA

Las aplicaciones policiales de la IA tuvieron un auge especialmente en el uso de algoritmos para el análisis del crimen, en el área de allanamiento de morada, en la elaboración de perfiles criminales, seguimiento de delincuentes, identificación de personas y lugares sospechosos (Joh, 2017); poco a poco la IA ha desempeñado un papel importante como herramientas de apoyo de las operaciones policiales; el "Artificial Intelligence Crime Analysis and Management System" (AICAMS), es un sistema que nace de una metodología simple pero efectiva que evolucionó a partir de la experiencia con proyectos desarrollados por la policía de Ottawa y los conceptos generales que se han aplicado en proyectos de Hong Kong que apoyaron las investigaciones policiales en varias áreas delictivas, especialmente en proyectos de allanamiento de morada en América del Norte, este sistema basado en reglas hace uso del aprendizaje automático y las técnicas de redes neuronales (Braham et al., 1998). En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques del sistema AICAMS.



*Fig 2. Funcionamiento de AICAMS. Tomada de: (Braham et al., 1998).*

Otro software de inteligencia artificial denominado Crime Similarity System (CSS) permite y facilita a los departamentos de policía a desarrollar un punto de vista estratégico hacia la toma de decisiones a través del uso perfiles socioeconómicos, criminales y de aplicación de la ley de las ciudades para generar una lista de comunidades que son las mejores candidatas para cooperar y compartir experiencias; esto permitió descubrir oportunidades para que los departamentos de policía cooperen, mejoren su capacidad de investigación y contribuya a que la investigación esté permanentemente disponible en los medios electrónicos (Redmond & Baveja, 2002).

Un reporte del proyecto desarrollado por Rahul Shah (2020), de la California State University, cuyo objetivo es desarrollar un sistema de predicción del crimen utilizando machine learnig, esto como estrategia para la determinación de las regiones delictivas y así ejecutar actividades para la prevención y mitigación de las tasas de delincuencia. Esta aplicación de la inteligencia artificial hace uso de la identificación de patrones lo que permitirá abordar problemas con enfoques únicos en regiones de categorías de delincuencia específicas y mejorar más medidas de seguridad en la sociedad. Otras investigaciones relacionadas a la anterior fueron las desarrolladas por Bharati & Rak (2018), quienes extrajeron datos del crimen desde el portal oficial de la policía de Chicago, estos datos consistían en la descripción de la ubicación, tipo de delito, fecha, hora, latitud, longitud, el modelo utilizado fue la clasificación de K-Nearest Neighbor (KNN) y otros algoritmos para la predicción de delitos y resolución de delitos a un ritmo mucho más rápido y así reducir la tasa de delitos.

Una aplicación del Indian Institute of Information Technology and Management- Kerala (IIITM-K), fue desarrollada para pronósticar de la tasa anual de delincuencia en la India, con el fin de prevenir delitos a través de teorías criminológicas y técnicas computacionales de análisis de datos, desarrollado en este instituto se basó en la aplicación del Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA); el modelado implicó la división de los datos de entrenamiento para los años 1953 a 2008 y datos de prueba para los años 2009 a 2013, como resultado el modelo logra un valor de pronóstico dentro del intervalo de confianza del 95% de los datos de prueba (Kumar et al., 2018).

Por último, cabe resaltar el desarrollo previo de McClendon & Meghanathan (2015) realiza una aproximación al uso de la minería de datos y el aprendizaje automático para realizar un estudio comparativo entre patrones de delitos violentos del conjunto de datos de comunidades y delitos no normalizados proporcionado por el repositorio de la Universidad de California-Irvine y datos estadísticos de delitos reales para el estado de Mississippi. Es importante aclarar que los sistemas expertos basados en el conocimiento por sí mismos no resolverán los delitos por el investigador, pero su aplicación puede proporcionar un enfoque organizado para obtener acceso a la información pertinente y así mismo hacer un uso más productivo del tiempo disponible al llegar a una solución más rápidamente de lo que sería posible de otra manera (Brahan et al., 1998).

## **8 EL FUTURO DE LA IA EN APLICACIONES DENTRO DEL SECTOR DE LA SEGURIDAD Y DEFENSA**

Ya desde 1988, se comentaba de las potenciales aplicaciones de los sistemas expertos dentro del sector defensa. Investigaciones como la de Shah & Buckner (1988) realizaron una revisión de los usos de sistemas expertos y cómo pueden afectar el desarrollo de futuras aplicaciones de defensa, que para la época ya se evidenciaban los esfuerzos artificiales de investigación y desarrollo de los militares, especialmente en desarrollos de la NASA, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y en general en las iniciativas de Defensa Estratégica norteamericanas. Hoy en día se habla de nuevos escenarios de batalla por lo que todos los ejércitos están desplegando sistemas de múltiples capas para luchar en diversos dominios entre los que se encuentran el espacial, cibernético, aéreo, marítimos y terrestre; es allí donde la IA, machine learning, aprendizaje automático y sistemas expertos, cumplirán un papel fundamental como motores de cambio en la forma en que se desarrollen los conflictos y de quienes resulten victoriosos (Stanton et al., 2020).

Son varias las investigaciones que como se han mencionado antes, describen la transformación que tendrán los escenarios de guerra, casos como el de Bangladesh en el que ya está sentada la discusión sobre el papel que jugaran las máquinas y la IA en los futuros conflictos, por lo que mencionan que deben tomar las medidas adecuadas para hacerse capaz de hacer frente a semejante bombo tecnológico en la guerra futura (Ahmed, 2019). Estados Unidos de Norte América sabe de primera mano el valor de innovar y estar a la vanguardia en el desarrollo tecnológico y siempre muy de la mano con la dimensión tecnológica en el sector defensa y actualmente el Departamento de Defensa de EE. UU, se esfuerza por aplicar inteligencia artificial al ejército, en los siguientes propósitos: conciencia situacional, cibernética, logística militar, comando y control, y tecnología y tácticas de enjambre para sistemas autónomos no tripulados (Mori, 2018), esto último ha sido facilitado por el Instituto de Innovación de IA del Ejército (A2I2) encargado de acelerar la investigación básica para abordar los desafíos específicos del Ejército, a través del avance de las capacidades de IA para maniobras autónomas en operaciones multidominio (MDO) (Cirincione et al., 2019; Stanton et al., 2020).

La mayor parte de la información disponible sobre la IA y sus aplicaciones militares, se concentra en EE.UU como protagonista y naturalmente sus análisis han sentado las líneas de las tendencias actuales en inteligencia artificial y aprendizaje automático, dentro de las cuales señalan el correcto tratamiento de datos ya que es evidente que se requieren grandes cantidades de ellos para el entrenamiento exitoso de algoritmos (Bean, 2017) y que en contextos militares y policiales, por lo general hay gran cantidad de datos recopilados pero no están etiquetados o no lo están correctamente (Fossaceca & Young, 2018). Las áreas de investigación en las que a futuro se deben apoyar para la transformación del sector seguridad y defensa, se pueden observar en la figura 3.



**Fig 3. Las 9 áreas esenciales de investigación en el sector de seguridad y defensa del futuro.**  
*Adaptada de: (Fossaceca & Young, 2018).*

Hoy en día es fácil encontrar una gran variedad de algoritmos y los ejemplos en investigación en IA facilitan nuevos enfoques para la mejora continua de los métodos comerciales de inteligencia artificial y machine learning, lo que abre una ventana para que estos se adapten y se apliquen a escenarios prioritarios para el sector de seguridad y defensa. Finalmente, son diversos los retos que se asoman en el horizonte, por lo que además las prioridades se deberían enfocar en mejores métodos para proporcionar un rendimiento sólido con datos ruidosos, cuantificación de la incertidumbre y tratamiento de los ataques contra los datos (ciberataques) y la integración de la Alianza de Tecnología Colaborativa de Internet of Battlefield Things (IoBT) para la implementación servicios inteligentes de comando y control y campo de batalla (Fossaceca & Young, 2018).

## 9. CONCLUSIONES

Existen diversas oportunidades de mejora para ejércitos y departamentos de policía como los colombianos, que en este momento se encuentra en procesos de transformación muy importantes en su historia y que dan paso a la modernización tecnológica que se requiere. Es posible encaminar las futuras investigaciones y desarrollos a través de implementaciones con Inteligencia Artificial, en los campos descritos anteriormente como son: El entrenamiento y simulación, medicina y ciencias de la salud, comunicaciones y vehículos militares. El desarrollo tecnológico casi que tiene infinitudes de posibilidades que se deben empezar a descubrir y explotar.

Es importante que se los centros de vigilancia tecnológica del sector seguridad y defensa, tengan sus ojos puestos en los avances en inteligencia artificial, sistemas expertos y machine learning, ya que sus aplicaciones son bastantes prometedoras para este sector; sin embargo, como se pudo ver anteriormente, prácticamente la exploración de la IA es relativamente reciente en el campo militar y policial, por lo que su desarrollo se verá acrecentado en el corto y mediano plazo.

## 10. REFERENCIAS

- Ahmed, L. (2019). Emergence of Artificial Intelligence in future warfare: Preparedness of Bangladesh Armed Forces. *NDC Journal*, 179–209.  
<https://ndcjournal.ndc.gov.bd/ndcj/index.php/ndcj/article/download/258/233>
- Allenby, B. (2016). What Exactly Is “Military Artificial Intelligence”? *SLATE*.  
[http://www.slate.com/articles/technology/future\\_tense/2016/12/the\\_difficulty\\_of\\_defining\\_military\\_artificial\\_intelligence.html](http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2016/12/the_difficulty_of_defining_military_artificial_intelligence.html)
- Azam, M., Ghoshal, S., Deb, S., Pattipati, K., Haste, D., Mandal, S., & Kleinman, D. (2014). Integrated diagnostics and time to maintenance estimation for complex engineering systems. *2014 IEEE Aerospace Conference*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/AERO.2014.6836478>
- Bean, R. (2017, May 8). How Big Data Is Empowering AI and Machine Learning at Scale. *Sloan Management Review*  
<https://sloanreview.mit.edu/article/how-big-data-is-empowering-ai-and-machine-learning-at-scale/>
- Bernecker, S. L., Zuromski, K. L., Gutierrez, P. M., Joiner, T. E., King, A. J., Liu, H., Nock, M. K., Sampson, N. A., Zaslavsky, A. M., Stein, M. B., Ursano, R. J., & Kessler, R. C. (2019). Predicting suicide attempts among soldiers who deny suicidal ideation in the Army Study to Assess Risk and Resilience in Servicemembers (Army STARRS). *Behaviour Research and Therapy*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2018.11.018>
- Bharati, A., & Rak, S. (2018). Crime Prediction and Analysis Using Machine Learning. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(9), 1037–1042.  
[www.irjet.net](http://www.irjet.net)
- Braham, J. W., Lam, K. P., Chan, H., & Leung, W. (1998). AICAMS: artificial intelligence crime analysis and management system. *Knowledge-Based Systems*, 11(5–6), 355–361.  
[https://doi.org/10.1016/S0950-7051\(98\)00064-1](https://doi.org/10.1016/S0950-7051(98)00064-1)
- Bucci, B. A., & Viperman, J. S. (2007). Performance of artificial neural network-based classifiers to identify military impulse noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(3), 1602–1610. <https://doi.org/10.1121/1.2756969>
- Chidambaram, B., Pigg, P., Horn, P. L., Talbot, M. A., Gilbertson, D. D., & Cerise, K. C. (2006). Recorders, Reasoners and Artificial Intelligence – Integrated Diagnostics on Military Transport Aircraft. *2006 IEEE Aerospace Conference*, 2006, 1–9. <https://doi.org/10.1109/AERO.2006.1656074>

- Cioppa, T. M., Lucas, T. W., & Sanchez, S. M. (2004). Military Applications of Agent-based Simulations. Proceedings of the 36th Conference on Winter Simulation, 171–180. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1161734.1161774>.
- Cirincione, G., Pham, T., Ladas, A. P., Stanton, B., & Fischer, G. (2019). Design and implementation of the U.S. Army Artificial Intelligence Innovation Institute. In T. Pham (Ed.), *Artificial Intelligence and Machine Learning for Multi-Domain Operations Applications* (Vol. 11006, p. 10). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2524026>
- Fleming, S. ~W., Titus, M., Watson, J. ~R., & Doring, D. (2019). Technology Demonstration for One-Week-Ahead Forecasting of Toxic Algal Blooms in the US Army Corps of Engineers Reservoir at Detroit Lake using Machine Learning. AGU Fall Meeting Abstracts, 2019, GH44A-12.
- Fonseca, T. M., Bhat, V., & Kennedy, S. H. (2019). The utility of artificial intelligence in suicide risk prediction and the management of suicidal behaviors. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 53(10), 954– 964. <https://doi.org/10.1177/0004867419864428>
- Fossaceca, J. M., & Young, S. H. (2018). Artificial intelligence and machine learning for future army applications. In T. Pham, M. A. Kolodny, & D. M. Wiegmann (Eds.), *Ground/Air Multisensor Interoperability, Integration, and Networking for Persistent ISR IX* (Vol. 1063507, Issue May 2018, p. 6).SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2307753>
- Garay, F., Gutiérrez, D., Martínez, F., Lombana, D., Ibagué, H., & Jiménez, J. (2019). Comparative Analysis Between Training Methods for a Fuzzy Inference System Potentially Applicable to the Assessment of the Health Status of the Spine in Military Personnel. In J. C. Figueroa-García, M. · Duarte-González, S. Jaramillo-Isaza, A. D. Orjuela-Cañon, & Y. Díaz-Gutierrez (Eds.), *Applied Computer Sciences in Engineering* (pp. 451–471). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31019- 6\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31019- 6_39)
- Hardy, T. (2001). IA: Inteligencia Artificial. *Polis, Revista de La Universidad Bolivariana*, 1(2), 0. <http://redalyc.org/articulo.oa?id=30500219>
- Jaszlics, I. J., Jaszlics, S. L., & Jones, S. H. (1994). Automated battlefield simulation command and control using artificial neural networks. *Fifth Annual Conference on AI, and Planning in High Autonomy Systems*, 100– 105. <https://doi.org/10.1109/AIHAS.1994.390494>
- Joh, E. E. (2017). Artificial Intelligence and Policing: First Questions. *Seattle University Law Review*, 41. <https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/sealr41&id=1161&div=&collection=>
- Kessler, R. C., Stein, M. B., Petukhova, M. V., Bliese, P., Bossarte, R. M., Bromet, E. J., Fullerton, C. S., Gilman, S. E., Ivany, C., Lewandowski- Romps, L., Millikan Bell, A., Naifeh, J. A., Nock, M. K., Reis, B. Y., Rosellini, A. J., Sampson, N. A., Zaslavsky, A. M., Ursano, R. J., & Army STARRS Collaborators. (2017). Predicting suicides after outpatient mental health visits in the Army Study to Assess Risk and Resilience in Servicemembers (Army STARRS). *Molecular Psychiatry*, 22(4), 544–551. <https://doi.org/10.1038/mp.2016.110>
- Knox, W. B., & Stone, P. (2009). Interactively shaping agents via human reinforcement. *Proceedings of the Fifth International Conference on Knowledge Capture - K-CAP '09*, 9. <https://doi.org/10.1145/1597735.1597738>
- Kott, A. (2018). Intelligent Autonomous Agents are Key to Cyber Defense of the Future Army Networks. In *The Cyber Defense Review* (Vol. 3, Issue 3, pp. 57–70). Army Cyber Institute. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26554997>
- Kumar, M., Athulya, S., Minu M.B., M., Vinodini M.D., V., Lakshmi K.G., A., Anjana, S., & Manojkumar, T. K. (2018). Forecasting of Annual Crime Rate in India: A case Study. 2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2087–2092. <https://doi.org/10.1109/ICACCI.2018.8554422>

- McClendon, L., & Meghanathan, N. (2015). Using machine learning algorithms to analyze crime data. *Machine Learning and Applications: An International Journal (MLAIJ)*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.5121/mlaij.2015.2101>
- Mori, S. (2018). US Defense Innovation and Artificial Intelligence. *Asia-Pacific Review*, 25(2), 16–44. <https://doi.org/10.1080/13439006.2018.1545488>
- Pinsky, J. A., & Lynn, J. T. (1992). Artificial intelligence for data reduction in key management applications. *Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM*, 1992-October, 1111–1115. <https://doi.org/10.1109/MILCOM.1992.244113>
- Rahul Shah, R. (2020). Crime Prediction Using Machine Learning. <https://www.kaggle.com/wosaku/crime-in-vancouver>
- Redmond, M., & Baveja, A. (2002). A data-driven software tool for enabling cooperative information sharing among police departments. *European Journal of Operational Research*, 141(3), 660–678. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00264-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00264-8)
- Schutzer, D. (1983). Applications of Artificial Intelligence Military Communications. *IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE*, 786–790. <https://vdocuments.mx/documents/ieee-1983-ieee-military-communications-conference-washington-dc-usa-19831031-1983112-58c3518f8656e.html>
- Sen, D., Chakrabarti, R., Chatterjee, S., Grewal, D. S., & Manrai, K. (2019). Artificial intelligence and the radiologist: the future in the Armed Forces Medical Services. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, jramc-2018- 001055. <https://doi.org/10.1136/jramc-2018-001055>
- Shah, V., & Buckner, G. D. (1988). Potential defense applications of expert systems. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 3(2), 15–21. <https://doi.org/10.1109/62.849>
- Smith, R. (2010). The Long History of Gaming in Military Training. *Simulation & Gaming*, 41(1), 6–19. <https://doi.org/10.1177/1046878109334330>
- Stanton, B., Cirincione, G., Pham, T., Fischer, G., Ross, S., Whipps, G., Wiegmann, D., & Bennett, K. (2020). US Army Artificial Intelligence Innovation Institute (A2I2) Aiding Multi-Domain Operations (MDO). <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1104260>
- Stivoric, J. M. K., Boehmke, S. K., Teller, E., & Kasabach, C. (2017). Apparatus for detecting human physiological and contextual information (Patent No.US20170112391A1). <https://patents.google.com/patent/US20170112391A1/en>