



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TEMA:

**EMPLEO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TOMA
DE DECISIONES A NIVEL OPERACIONAL**

TÍTULO:

**MODELOS DE SISTEMAS INTELIGENTES Y LA
CONCIENCIA SITUACIONAL**

AUTOR: CT (FAA) MIGUEL ENRIQUE del VALLE CAMINO

TUTOR: MY (EA) MARCOS FAEDO

Año 2022

Resumen

El presente trabajo explora tres conceptos: el Nivel Operacional de Comando, los Sistemas Inteligentes y la Conciencia Situacional. A partir de la descripción de estos conceptos, se describe un modelo, que aporta al entendimiento del proceso de toma de decisiones para la solución de problemas militares. La investigación, integra y relaciona las conclusiones de diferentes autores, sobre la *Conciencia Situacional*, y publicaciones sobre Doctrina de Comando y Control.

Teniendo en cuenta que la forma de hacer la Guerra evoluciona, conforme lo hacen las sociedades, es necesario comprender las implicancias del ambiente operacional en el desarrollo de capacidades, para planificar y ejecutar la solución que satisface a la voluntad política. Los desafíos actuales requieren respuestas multidisciplinarias en múltiples dominios. Esto acarrea esfuerzos adicionales al sistema de Comando y Control, y vuelve difusa la separación entre niveles Estratégico, Operacional y Táctico.

La Inteligencia Artificial es la última de las revoluciones tecnológicas. Es parte de una era, que se puede denominar como de los sistemas de información. Su expansión es exponencial, porque depende del aumento, también exponencial, de la capacidad de cómputo y la interconexión de dispositivos. Como ha sucedido con otras revoluciones tecnológicas, prevalecerán las sociedades e instituciones que capitalicen los avances y desarrollen sus propias capacidades.

A diferencia de otros problemas, en el campo militar, el proceso de toma de decisiones propio debe anticiparse a una oposición inteligente. La situación actual y futura aceleran el ciclo, y cualquier acción, en dominios físicos o no físicos, pueden afectar, en forma determinante, la posibilidad de alcanzar el Estado Final Deseado. Por eso la conducción del Nivel Operacional, de operaciones multidominio y multiagenciales, necesita incorporar Inteligencia Artificial, en parte de sus sistemas, y así, potenciar el proceso de la información, para tomar decisiones correctas y oportunas.

Palabras clave

CONCIENCIA SITUACIONAL, COMANDO, OPERACIONAL, INTELIGENTE

Índice

Resumen.....	I
Introducción.....	1
Capítulo 1	8
El proceso de toma de decisiones en el Nivel Operacional	8
La aplicación de Inteligencia Artificial.....	11
La Conciencia Situacional	16
Capítulo 2	20
El modelo	20
Implicancias del ambiente operacional.....	24
Caso República Argentina	25
Conclusiones.....	28
Bibliografía.....	32

Introducción

Las revoluciones tecnológicas producen cambios estructurales en las sociedades y en sus instituciones. La guerra, como fenómeno social, también evoluciona, lo que obliga a los combatientes a prepararse. La interconexión e interdependencia de sistemas, provocan la necesidad de centralizar el Comando y Control para lograr eficacia, y luego eficiencia. En el nivel Operacional de conducción de las fuerzas, cobran especial relevancia la anticipación y la capacidad de integrar grandes volúmenes de datos. Pero el proceso de toma de decisiones se ve afectado por las fuerzas en oposición, que actúan sobre múltiples dominios, y en un ambiente operacional heterogéneo.

Los modelos inteligentes, proporcionan soluciones de Inteligencia Artificial (IA) a problemas existentes. El problema, de la conducción de operaciones militares, requiere aprovechar la tecnología, para acelerar el proceso de toma de decisiones, sin perder conciencia de las consecuencias por las decisiones tomadas. El ciclo de toma de decisiones se acelera, conforme disminuyen los tiempos de reacción. Se hace difusa la división entre niveles de la guerra, por la naturaleza de las operaciones militares, de creciente complejidad. Surgen nuevas teorías, para el desarrollo de capacidades defensivas y ofensivas.

Como no se pueden negar los aspectos científicos de la conducción, la aplicación sistemática de Inteligencia Artificial, en problemas reales del nivel Operacional, debe ser abordada. Para esto, es necesario establecer un modelo, que represente a los componentes del proceso o sistema, una descripción de las relaciones entre sus partes y su entorno.

El modelado de sistemas puede ser conceptual o empírico, y pueden cambiar durante el proceso de desarrollo del conocimiento científico (Acevedo-Díaz, García-Carmona, Aragón-Méndez, & Oliva-Martínez, 2017). Es lógico que existan múltiples modelos y que puedan diferir entre ellos. La idea polisémica de modelo científico, no es un problema, cuando se busca una aproximación a un concepto nuevo y de rápida evolución, como, por ejemplo, la aplicación de IA a la Conciencia Situacional (CS) del comando.

Es necesario explorar el concepto de modelos inteligentes aplicado a la CS, porque es una tendencia de la conducción operacional de fuerzas conjuntas y combinadas. Podríamos afirmar que, la integración de dominios y el Accionar Militar Conjunto, son conceptos intrínsecos a la solución de conflictos actuales. La búsqueda de modelos,

conduce a lograr un entendimiento de la idea primaria, acerca del apoyo a la CS, y sirve de base a desarrollos tecnológicos y políticas.

Por ser, la guerra, un fenómeno social, la conducción de operaciones militares conlleva complejidad y multidisciplinariedad. Se encuentra íntimamente ligada a las llamadas *revoluciones industriales*, es decir, al desarrollo de nueva tecnología, y la producción en masa, y a la transformación de las sociedades. Esta innovación se puede analizar, en primer lugar, históricamente.

Un cambio de paradigma se produjo durante la evolución de las guerras napoleónicas, cuando la dimensión de los ejércitos y del campo de batalla, propiciaron la descentralización del mando, promovida por Helmuth von Moltke; sencillamente, porque no era posible establecer un único plan de operaciones, debido a la complejidad del despliegue.

Más tarde, cuando las redes de telégrafo y teléfono se multiplicaron, o, con el surgimiento de las comunicaciones móviles inalámbricas, la conducción volvió a ser más centralizada. La competencia técnico-militar entre potencias, originó nuevos conceptos operacionales y estructuras innovadoras, para soportar la nueva forma de conducir la guerra.

A partir de Vietnam, se televisaron los conflictos armados, lo que tuvo un marcado impacto en la sociedad. Pero, fue el rápido crecimiento de las redes de comunicaciones, internet y de los dispositivos móviles, lo que acompañó, a partir de allí, la evolución de las guerras. La revolución producida por las tecnologías de la información y la comunicación, se tradujo en un aumento exponencial de la cantidad de variables, que es necesario manejar, para conducir el desarrollo de las líneas de operaciones de un conflicto reciente.

En 1973, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA), dependiente del Gobierno estadounidense, inició un programa alternativo al uso de armamento nuclear, utilizando, en su lugar, municiones de precisión. En los años sucesivos, se buscó incorporar las tecnologías de la información, para lograr la capacidad de lanzar un ataque a gran escala. Estos estudios, llevaron a la formulación de la Revolución Técnico Militar (*The Military-Technical Revolution*), una teoría que asume el uso de tecnología para igual o superar la efectividad de las armas de destrucción masiva, y cuya idea fuera propuesta, por primera vez, por teóricos rusos (Krepinevich, 2022, pág. ii).

Los estudiosos de la desaparecida Unión Soviética, aseguraban que, el primer estadio de la revolución, sería una aceleración en el desarrollo de tecnologías de información, adquisición, fusión y procesamiento de datos, y el uso del espacio con vehículos autónomos e inteligencia, para detectar y enganchar objetivos, así como para comandar y controlar tropas automáticamente. En la mirada soviética, el Comando y Control (y sus elementos), harían uso de las redes, para actuar en múltiples espacios simultáneos, cambiando la forma tradicional de ver las operaciones como secuenciales, borrando los límites entre el arte operacional, la táctica y la estrategia, y cambiando a una naturaleza conjunta de las operaciones. (Krepinevich, 2022, pág. 6)

Los informes norteamericanos de 1992 y 1993, sobre la revolución técnico-militar, son la base de los conceptos de guerra multidominio y mosaico (Pulido, 2021). Esta revolución, luego fue bautizada como Revolución de los Asuntos Militares (*Revolution in Military Affairs*) (Krepinevich, 2022, pág. iv). Más allá del dato histórico, en estos Informes se destaca la idea de explotar las tecnologías emergentes, y que, para lograrlo, son necesarios profundos cambios en la manera de conducir y planificar las operaciones militares, pero, también, en la estructura de la organización y sus procesos.

Las conclusiones soviéticas y estadounidenses de finales del XX, coinciden en que el tiempo es un preciado recurso en las guerras del futuro y que, la defensa que no pueda anticiparse, perderá gradualmente su capacidad de defenderse, si solamente actúa en forma reaccionaria. Asimismo, la conducción de la guerra se hace cada vez más compleja, por la necesidad de incorporar múltiples sistemas, ampliando el espectro de información.

La revolución en asuntos militares fue paralela a una nueva revolución industrial, que estaba surgiendo junto a la expansión de la informática y comunicaciones. Al igual que anteriores procesos, la llamada *Cuarta Revolución Industrial* provocó transformaciones económicas, sociales y tecnológicas. Un aspecto a destacar, es el aumento impensado de nuevos y variados datos del entorno, en volúmenes crecientes, conforme el aumento de dispositivos y las capacidades de la red.

En la industria, se identificó este fenómeno tecnológico a partir de 2011, con el nombre de *Industria 4.0* (I4.0). El término nació en Alemania, como una estrategia de desarrollo; se popularizó a partir de dicho año y continúa influenciando a todas las áreas de desarrollo humano. El rápido e incesante incremento de la potencia de cálculo de las computadoras, permitió la expansión de los componentes de la industria, pero, luego, fue

la capacidad de enlazar los procesos en un virtual tiempo real, lo que propició la utilización generalizada de dispositivos digitales conectados. (Horst & Santiago, 2018)

El trabajo en red, de componentes interconectados, y con grandes volúmenes de datos, es la base de la I4.0. La estrategia es utilizar internet, las tecnologías digitales y cuánticas, para impulsar, aún más, los sistemas ciber-físicos autónomos e inteligentes. La evolución de este concepto, avanza hacia una mirada centrada en la eficiencia y la aplicación de Inteligencia Artificial; es la llamada Industria 5.0 (I5.0).

Es posible imaginar los esfuerzos de los países más desarrollados, para incorporar las nuevas tecnologías a sus Fuerzas Armadas. Con el auge de Internet de las Cosas (IOT del inglés *Internet of Things*), las aplicaciones, en el área de Defensa, crecieron en todos los campos de la conducción (Inteligencia, Logística y Operaciones).

El 15 de noviembre de 2014, el secretario de Defensa estadounidense, Charles Timothy Hagel, pronunció su discurso de anuncio de la Iniciativa de Innovación en Defensa (DII, por sus siglas en inglés), también conocida como Tercera Estrategia de Compensación (*Third Offset Strategy*). Detrás de las palabras de Hagel, estaba el trabajo que Robert Orton Work realizó, junto a otros, desde inicios del presente siglo, para pensar la guerra futura. La victoria en el campo de combate dependerá, cada vez más, de la integración entre los más diversos sistemas y tecnologías. Surgía la necesidad estadounidense de encontrar una salida a la creciente oposición rusa y china, luego de un período de hegemonía económica y militar (Pulido, 2021, págs. 6-16).

David A. Deptula (actual Decano del Instituto Edgar Mitchell de Estudios de Energía Aeroespacial), expuso el concepto de combate en la nube, análogo al concepto de computación en la nube. La idea no es solamente computación distribuida, sino llevar, el Comando y Control, a un nivel de eficiencia superior, donde las redes proporcionen información cruzada de todos los dominios, y permitan tomar decisiones adecuadas en un ambiente cambiante. Este concepto de operaciones, propone Comando centralizado, Control distribuido y Ejecución descentralizada. (Deptula, 2014)

Las tecnologías cambian la forma de luchar y conducir las guerras, y, como toda revolución tecnológica, alcanza su “operacionalización”, recién años posteriores a su surgimiento, debido al tiempo que demanda este proceso de incorporación a las operaciones militares. Por ejemplo, el transistor, se inventó en la década de los años 1950, pero los misiles de crucero, las redes de satélites y el armamento de precisión se empezaron a utilizar a partir de Vietnam, y fueron decisivos en la Guerra del Golfo, en 1991. Otro ejemplo son las redes de información. La red ARPANET (Red de la Agencia

para los Proyectos de Investigación Avanzada de los Estados Unidos), tiene su origen en lo década de 1970, e internet, se popularizó a partir de la segunda mitad de los años '90, pero recién tuvo un papel central en la guerra contra el terrorismo y, más tarde, en las guerras híbridas del Este de Europa.

De la misma forma que la tecnología modifica las formas de accionar de los soldados, también modifica la forma de conducir. El aumento de las capacidades del armamento provocó la delegación de autoridad en comandos inferiores. El aumento de las comunicaciones, disminuyó la autonomía de estos últimos, pero no la eliminó, debido a la dificultad de procesar la información en forma centralizada. Se puso de manifiesto las dificultades que tienen los conductores para mantener la conciencia de la situación en desarrollo. Los sistemas inteligentes proporcionaron la capacidad de aumentar las capacidades cognitivas humanas, haciendo posible, junto a la interconexión de dispositivos, una conducción más centralizada.

Se puede explorar el estado del arte de la aplicación de sistemas inteligentes, en el área de defensa, empezando por aquellos lugares que están más avanzados. Según la documentación pública de la primera potencia mundial en materia de IA, la mayor parte de la actividad, es de I+D. Las razones de esta afirmación, se deben a que, los sistemas que incorporan IA, necesitan de una constante adaptación y retroalimentación, y que hay dificultades para pasar a la aplicación de usuario final. (United States Government Accountability Office, 2022)

Otra forma de proyectar el estado del arte de los sistemas inteligentes, aplicados a la conciencia situacional del Comando de nivel Operacional, es observar otras áreas de conocimiento. Las noticias sobre aplicaciones de la IA abundan en las redes, pero no se puede comprobar que cumplan con los requisitos de ser confiables cuando brindan una sugerencia o recomendación al decisor, mientras explican eficientemente las causas y consecuencias, sin necesidad de ser re-entrenados.

Hay coincidencia de que, cuando aumentan las capacidades que puede ofrecer la IA, en similar proporción aumenta la complejidad de los algoritmos, la cantidad de datos necesarios y la dificultad de explicar, al decisor, razones para establecer confianza. Aunque la utilidad actual, en la aplicación de IA, queda así limitada, queda también planteado que el camino para lograr progresos, requiere constancia, continuidad, equipos interdisciplinarios, integración de avances y tecnologías disponibles, y adelantar sobre una infraestructura determinada. (United States Government Accountability Office, 2022)

La implementación de un sistema inteligente, busca una solución a un problema práctico y real. Establecer cuáles son los modelos existentes de dicho sistema, es establecer una representación que permita entender los procesos que intervienen en su funcionamiento, es decir, antecede a cualquier infraestructura. El problema que se plantea tiene que ver con la resolución de otro mucho más amplio, que es conducir eficientemente las fuerzas.

Es por eso que, este trabajo, busca un modelo de sistemas inteligentes para aumentar la conciencia situacional, durante el proceso de toma de decisiones, en el Nivel Operacional. El presente análisis, descriptivo y explicativo, se encuadra en una temática que es parte fundamental del proceso de toma de decisiones del Nivel Operacional.

El trabajo se encuentra limitado por la bibliografía disponible, porque, aunque el tema de Inteligencia Artificial, aplicado a la toma de decisiones, es debatido en canales universitarios abiertos, existe hermeticidad alrededor de los desarrollos tecnológicos en el área de la defensa, y el grado de implementación alcanzado.

En el marco de los aspectos técnicos -que requieren para la formulación de modelos y el carácter polisémico de estos últimos-, la investigación busca conectar las teorías científicas disponibles, con los fenómenos que se dan en la guerra, y que son estudiados en las Escuelas de Guerra.

La carencia de modelos para describir la conciencia situacional, está limitado por el idioma de las publicaciones. El modelo que se presenta se basa en la exploración de publicaciones occidentales. Por otro lado, décadas de estudio científico de la conciencia situacional, otorgan confianza a estos escritos.

El trabajo, no pretende ser un estudio exhaustivo de cuestiones tecnológicas, ligadas al estado del arte de la Inteligencia Artificial; pero sí, lograr un análisis descriptivo general, que sirva como base para una visión, apta para impulsar futuros trabajos.

El modelo que se presenta, contribuye a aclarar y fortalecer la naturaleza científica de la conducción de la guerra. La conducción integrada y conjunta ha adquirido relevancia debido al impacto de los procesos tecnológicos en el campo de batalla. La competencia entre potencias militares coloca sobre la mesa, nuevas teorías sobre el uso de la fuerza y estrategias de desarrollo, que se expanden a un ritmo más acelerado que el de la doctrina.

Se considera que, desde el punto de vista de la evolución del instrumento militar argentino, tanto en el nivel Operacional como Táctico, relacionado con el desarrollo de nuevas capacidades, se puede sacar ventajas del producto de esta investigación. No se puede negar, que la revolución tecnológica está haciendo difusa la división entre

conducción operacional y táctica, sobre todo porque las operaciones militares son de esencia conjunta y multiagencial.

Se debe prestar especial atención al uso eficiente de los recursos, en especial el tiempo. En ese sentido, la Conciencia Situacional no se puede perder en ningún momento, más allá de estar o no en asimetría de fuerzas con el oponente. La Inteligencia Artificial puede ser, actualmente, aplicada por cualquier Fuerza Armada, aún para Estados con economías pequeñas. Por estos motivos, el aporte del trabajo, es una base para entender de qué forma, los sistemas inteligentes, influyen en el desarrollo de tecnología para el Comando y Control.

El presente trabajo, también busca describir y explicar los modelos disponibles de sistemas inteligentes, al servicio de la conciencia situacional del Comandante y su Estado Mayor. Se exploran ideas teóricas, sin alejarse del pragmatismo que requiere un modelo. Producto del abordaje conceptual, de la conciencia situacional del Comando, en particular del nivel Operacional, y, de los sistemas inteligentes, es recalcar a un tema novedoso y puntual. Debido al carácter exploratorio de este trabajo, no se formula una hipótesis, pero se enuncian los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Describir analíticamente los aspectos particulares que tienen los sistemas inteligentes, aplicados a la conciencia situacional, del nivel de conducción operacional de las Fuerzas Armadas.

Objetivos específicos:

1- En el capítulo 1, identificar las ideas alrededor del proceso de toma de decisiones del Nivel Operacional, y de la aplicación de Inteligencia Artificial en el ámbito de la Defensa, en particular el área de Comando y Control y la Conciencia Situacional.

2- En el capítulo 2, presentar un modelo de sistema inteligente para la conciencia situacional del nivel Operacional de Comando. Formular las implicancias del ambiente operacional y realizar un análisis del modelo para la República Argentina.

Para finalizar se formulan conclusiones, las ventajas y desventajas de la aplicación de sistemas inteligentes. y los desafíos o tendencias que pueden presentarse.

Capítulo 1

Para entender el concepto de sistemas inteligentes, aplicados a la conciencia situacional del nivel Operacional de Comando, es necesario presentar una aproximación actual a los tres temas siguientes: el proceso de toma de decisiones en el Nivel Operacional, la aplicación de Inteligencia Artificial y la Conciencia Situacional.

El proceso de toma de decisiones en el Nivel Operacional

El proceso de toma de decisiones en el Nivel Operacional es el objeto de estudio por excelencia de las Escuelas de Guerra conjuntas. Desde hace algunas décadas, el Accionar Militar Conjunto, es el paradigma de Fuerzas Armadas eficientes y preparadas para actuar en forma sinérgica. Sabemos que, sin embargo, los desafíos actuales, y futuros, aumentaron la complejidad de las operaciones militares, en todos los niveles de conducción: estratégico, operacional y táctico. La razón de estas afirmaciones, es la necesidad creciente de concebir operaciones multidominio, multiagenciales y transdisciplinarias, y en los más diversos dominios.

La conducción operacional es un nivel de la estructura de dirección del sector de la Defensa, que lleva a cabo operaciones militares. El sujeto de la toma de decisiones del Nivel Operacional, es el Comandante y su Estado Mayor. El objeto, del proceso decisorio, es alcanzar un Estado Final, en un Teatro de Operaciones, con medios asignados a Comandos Subordinados. Para esto, se utiliza un lenguaje común, que permite integración y eficiencia en la planificación y ejecución de maniobras operacionales y apoyos logísticos, es decir, en las campañas y operaciones militares.

El planeamiento operacional de una campaña, busca reconocer las fortalezas y debilidades esenciales, propias y del enemigo, para cumplir con los intereses, objetivos y misiones. El resultado de este análisis sistémico y continuo, generalmente, no cambia, o, lo hace muy lentamente, y está vinculado a estrategias. La oportunidad de ejecutar una acción que permita explotar las vulnerabilidades del oponente, se concibe durante el diseño.

Sin embargo, durante la conducción de las operaciones, se explotan vulnerabilidades inesperadas y, para mantener la iniciativa, se necesita movilidad y rapidez. Además, puede ser necesario conducir Operaciones en desarrollo, mientras se

planean Operaciones futuras, o se produzca el despliegue de otras fuerzas en el Teatro. La conclusión que se debe sacar de esto es que, independientemente de la secuencia metodológica que utiliza el planeamiento operacional, la complejidad del ambiente demanda actuar con eficiencia y oportunidad, en tiempos y ciclos cada vez más cortos (micro supervisión del plan), o adaptar, durante la ejecución, los elementos del diseño a la realidad cambiante (macro supervisión del plan).

La búsqueda de eficiencia en el arte, diseño y ejecución operacional tienen, como principal objetivo, mejorar la observación y orientación que necesita el Comando. Las actividades prioritarias, para la incorporación de tecnología, que permitan mejoras en el proceso de decisiones, son aquellas donde el tiempo juega un papel crítico. El área Operaciones, dentro del Estado Mayor, será el principal beneficiario. El órgano de trabajo de esta área puede ser el Centro de Operaciones Conjuntas que conduce las Operaciones en desarrollo en todo momento; es el Puesto de Comando por excelencia del Comandante.

Es necesario marcar, claramente, el papel que ocupa, el Nivel Operacional, en la estructura piramidal del proceso de toma de decisiones, del ámbito de la Defensa. Sin pretender una descripción de marcos doctrinarios, se puede entender que, en el vértice superior de la pirámide, un nivel de conducción Estratégico (político y militar), dirige y controla el esfuerzo¹. Este control se realiza sobre los resultados obtenidos, no sobre la ejecución. Por ese motivo, inmediatamente subordinado a la conducción política, el Comando de las operaciones lo realiza el Nivel Operacional, bajo la conducción de un Comandante. *“En estricta teoría, el Presidente de la Nación y Comandante en Jefe de las Fuerzas Armadas es el superior directo del Comandante del Teatro de Operaciones”* (Vergara, 2017, pág. 243).

El Comandante Operacional de las Fuerzas debe ejercer las funciones de la conducción² (planeamiento, organización, dirección, control, supervisión y coordinación), para alcanzar los objetivos fijados por la Política, utilizando los recursos que le fueron asignados; en otras palabras (Vergara, 2017, pág. 242), implementa la dirección estratégica. La consecución de objetivos debe ser eficaz, eficiente y sostenible en el tiempo. La ejecución de las operaciones es descentralizada en Comandos específicos, que corresponden a los niveles tácticos de decisión, generalmente preparados para actuar en un dominio determinado.

¹ Esta simplificación se realiza para no entrar en detalles que dependen de la Doctrina. Se pretende presentar conceptos generales.

² RC 00-02, Glosario Conjunto, edición 2010, letra C, p. C-31-43

Para lograr la eficacia en el cumplimiento de la misión, el Comandante de Nivel Operacional, debe traducir, adecuadamente, la intención política, en objetivos militares, sin descuidar la importancia de solicitar y coordinar el esfuerzo de otros medios del Poder Nacional, de naturaleza política, económica o psicosocial. Es además, su responsabilidad asegurar el sostenimiento, en el tiempo, de los objetivos alcanzados, lo que seguramente resultará en restricciones para el empleo del poder militar. Estas características, evidencian la complejidad de las decisiones a tomar, pero también permiten sacar conclusiones, acerca del tiempo que tiene un Comandante para tomarlas.

El tiempo es uno de los recursos que administra un Comandante de nivel Operacional. Este factor se evidencia en el modelo OODA (del inglés Observe, Orient, Decide, Act), del ciclo de toma de decisiones, formulado por el aviador militar y teórico estadounidense John Boyd. Pareciera tener mayor importancia, el tiempo, que la relación con el enemigo, de medios materiales y humanos, con los que se cuenta. En este razonamiento, no se ha incluido aún, la tercera característica de las decisiones, que fuera antes mencionada: la eficiencia.

Para sintetizar el problema de la toma de decisiones, en el nivel Operacional, se puede utilizar la figura 1.1, observando cómo el ciclo es recurrente. Se puede observar, como el Estado Final Militar Deseado debe satisfacer la planificación del nivel Estratégico. Esta última responde a la voluntad política, quien dirige, además, el esfuerzo de todo el Poder Nacional.

Se puede estimar que, el tiempo requerido para la misión y planificación, previa a las primeras acciones militares, es en proporción, mayor al tiempo disponible para la planificación inmediata. La última es un proceso continuo, que requiere adaptarse a una situación que cambia rápidamente. Estas afirmaciones se justifican en que, naturalmente, los niveles superiores de conducción sientan las bases estratégicas que utilizan los niveles tácticos. De esto se desprende que, las decisiones estratégicas, afectan decisivamente el resultado, mientras que las decisiones tácticas, contribuyen lentamente al mismo.

Las características de las operaciones militares actuales, mencionadas al principio de este capítulo, complican visualizar la línea que separa el nivel Operacional de los niveles Tácticos. La responsabilidad por los resultados no se delega, siempre recae sobre los niveles superiores de conducción. El problema militar se complejiza conforme lo hacen los escenarios, los actores y el ambiente operacional (entre otras causas, por el avance de la tecnología).

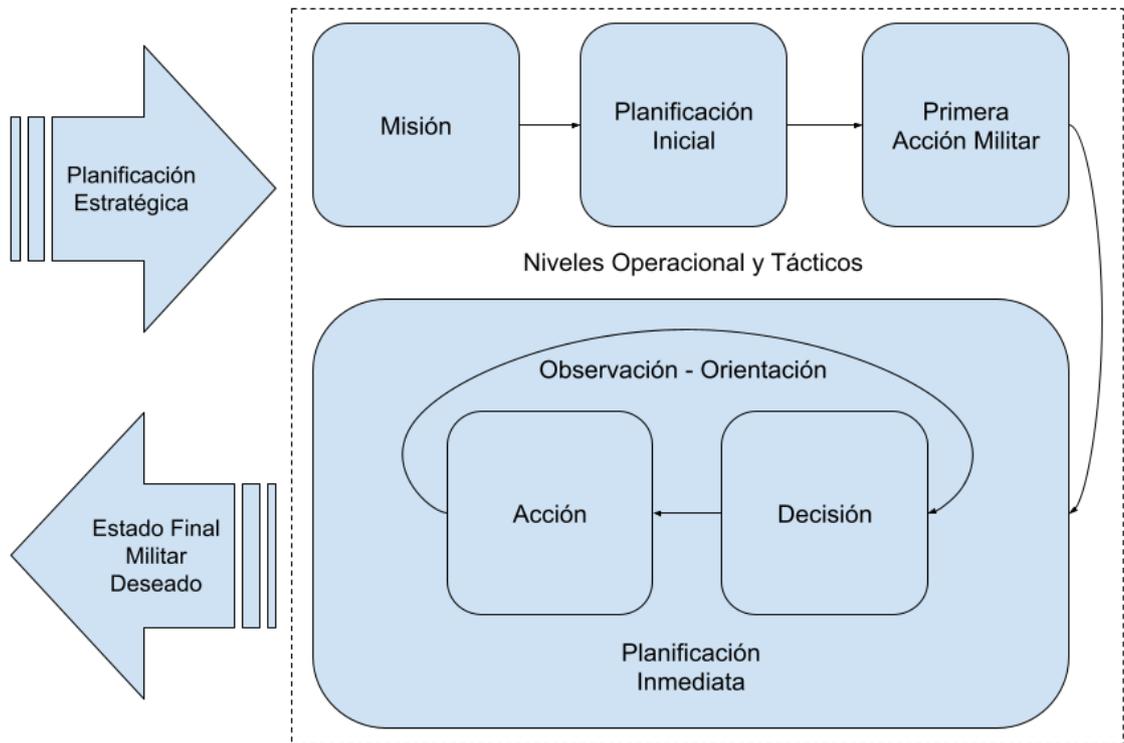


Imagen 1.1: Ciclo de toma de decisiones en los niveles Operacional y Tácticos

En definitiva, la conducción operacional, es arte y es ciencia. Los conceptos descritos, en este capítulo, apuntan a encontrar un hilo conductor hacia aquellos aspectos técnicos, que se derivan del estudio metodológico y científico. Y, a partir del modelo presentado, del proceso de toma de decisiones, se puede entender que tecnologías lo potencian.

La figura 1.2 representa, en la parte superior el ciclo de planeamiento inmediato de la figura 1.1. En la parte inferior se puede observar como las operaciones en desarrollo requieren acciones y reacciones inmediatas; se trabaja en tiempo real. El Comandante Operacional puede estar involucrado en cualquier parte del ciclo, dependiendo, en gran medida, de la naturaleza estratégica o táctica de las operaciones.

La aplicación de Inteligencia Artificial

En primer lugar, se puede entender, a los sistemas inteligentes, partiendo de una idea de Inteligencia Artificial (IA). A esta última se la define como una disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos, que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento

entorno, para establecer las condiciones óptimas de funcionamiento, sin intervención humana (Real Academia Española, s.f.).

Se puede deducir que, un sistema inteligente, apunta a solucionar un problema existente, utilizando Inteligencia Artificial, y que la solución está acotada a dicho sistema. También se puede intuir que, dicho sistema, no es necesariamente por completo inteligente.

En el ámbito de la Defensa, las capacidades que brinda la IA se encuentran aún en desarrollo. Estas capacidades se centran en análisis de inteligencia, y la mejora de sistemas de armas (p. ej. aeronaves o barcos), en aspectos que no requieren de operadores humanos y en la generación de recomendaciones en el campo de batalla, como, p.ej., dónde mover las tropas. Una clasificación de las capacidades de IA -según la complejidad de los algoritmos-, teniendo en cuenta la disponibilidad de datos y la potencia de cómputo requerida, establece tres niveles genéricos y progresivos: los sistemas expertos, el aprendizaje automático y la adaptación al contexto (United States Government Accountability Office, 2022).

Es posible asumir que, las grandes potencias económicas, incorporan, en forma masiva, técnicas de IA, como Procesamiento de Lenguaje Natural, Visión por Computadora, Aprendizaje Profundo, Robots Autónomos o Redes Neuronales; en aplicaciones militares, que incluyen análisis de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, fusión de datos, representación del campo de batalla, soporte de vehículos autónomos y semiautónomos, con armamento letal o no letal; y en aquellas aplicaciones del campo logístico, para resolver cuestiones de eficiencia.

Pero, por otro lado, se puede asumir que los sistemas inteligentes, en el ámbito de la Defensa, están a mitad de camino de responder adecuadamente, frente a nuevas situaciones, sin necesidad de ser re-entrenados, mientras mantienen la capacidad de explicar, a los usuarios, el razonamiento detrás de sus decisiones o predicciones.

La aplicación de tecnología en el ámbito de la Defensa tiene un importante impacto en el proceso de toma de decisiones. Como instrumento, llega a condicionar la geopolítica. El Comando y Control, y el soporte a la Conciencia Situacional del sujeto de la decisión, es una de las áreas que reúnen gran parte del esfuerzo de investigación y desarrollo actual. Sin embargo, la utilización de tecnología, implica riesgos y desafíos, que es necesario estudiar antes de aplicar.

Una vez iniciadas las acciones militares, el proceso de toma de decisiones es continuo y cada etapa del modelo OODA es simultánea a las demás. La tecnología de

sensorización e interconexión de dispositivos, permite mejoras significativas en la etapa de Observación, mientras que los grandes volúmenes de datos y la Inteligencia Artificial están focalizados en incrementar las capacidades de la etapa Orientación, y actúan en forma predictiva.

La idea de utilizar Inteligencia Artificial, renueva un paradigma que busca reemplazar al ciclo OODA, y cuyas bases son, en definitiva las mismas. La idea, desarrollada en la primera década de este siglo, de contar con múltiples opciones, o COA (Course of Action), descarga dos conceptos, para aprovechar las ventajas de los nuevos sistemas de información. El resultado es contar con múltiples capas de Observación y Orientación. El proyecto de implementación es llevado a cabo por lo que se ha dado en llamar *Deep Green*, y actualmente está a cargo del Ejército de Estados Unidos.

El primer concepto al que hacíamos referencia, y que engloba *Deep Green*, es el *planeamiento de anticipación* (del inglés *anticipatory planning*), y es una forma de pensar a partir de la noción, conocida por todo Estado Mayor: el plan se cae al primer contacto con el enemigo. Al saberse que será necesaria una revisión de la planificación, porque no planificar anticipadamente.

El segundo concepto es la *ejecución adaptativa* (del inglés *adaptive execution*). Esto significa que, la función de Comando y Control, debe tomar decisiones en el último momento posible, a fin de flexibilizar el camino, desde el plan actual al alternativo, adaptando la trayectoria de la operación. Los planes de anticipación y ejecución adaptados, dependen de la capacidad de los sistemas de información de generar alternativas, mediante simulaciones.

El Comando y Control es la integración del Sistema de Información al Sistema de Decisión y Planes, e involucra a todos los niveles de decisión, Estratégico, Operacional y Táctico. Como actividad, es un arte, depende de las cualidades personales, como, por ejemplo, la intuición o creatividad. Pero los decisores deben contar con los medios, herramientas y procedimientos que faciliten el proceso de llegar a soluciones correctas y oportunas (Silva, 2020).

En los niveles Tácticos, la Inteligencia Artificial potencia y acelera las decisiones que requieren respuestas inmediatas, mediante automatismos en los sistemas de armas y mejorando las capacidades de Comando y Control, para optimizar o reemplazar las decisiones humanas. Podría decirse que el abordaje del Comando y Control, para estos Niveles, no cambia, o cambia poco, debido a que la tarea cambia poco también. Por ejemplo, un controlador aéreo utilizará los mismos medios y herramientas en diferentes

ambientes operacionales, modificando, seguramente, el procedimiento táctico según las circunstancias.

En el nivel Operacional, la incorporación de Inteligencia Artificial, depende de la construcción de un abordaje particular para cada situación. El ambiente operacional determinará las necesidades a cubrir. La configuración de un Sistema de Comando y Control a medida, será necesario para tener agilidad, esto es, un sistema de Comando y Control adecuado a la Misión, las Fuerzas y sus capacidades, influenciadas por el ambiente operacional, con el porte de adaptarse al cambio de estos elementos (Alberts, Conley, Freeman, Kurtz, & Tillman, 2015).

El diseño operacional es la práctica de conocimiento creativo y crítico para la solución de problemas. El primer paso, para elaborar una aproximación del diseño operacional es entender dónde estamos. Para entender cuál es el enfoque correcto, para desarrollar el diseño operacional, es necesario entender la dirección estratégica, que se materializa en objetivos estratégicos y un Estado Final Deseado.

Entender el porqué de la Misión, ayudará a comprender la dirección estratégica, y facilitará la correcta elección del Estado Final Militar Deseado, y la asignación de sus objetivos. Entender el problema a resolver es el punto más crítico del diseño operacional (Alberts, Conley, Freeman, Kurtz, & Tillman, 2015).

A partir de la aproximación operacional, el sistema de comando y control ágil, busca una aproximación correcta para adecuar, de la mejor manera posible, esta función a la situación. Utilizando pensamiento inductivo, se puede concluir, parcialmente, que la aplicación de Inteligencia Artificial también deberá adecuarse en una aproximación correcta para las funciones donde se aplique. Es decir que la tecnología debe ser, principalmente, flexible a las circunstancias.

Una actitud estratégica defensiva debe identificar los posibles escenarios, su sistema de Inteligencia Militar (nivel Estratégico); debe ser capaz de anticiparse en la detección de amenazas, apoyar la toma de decisiones del nivel Operacional, con un análisis predictivo. Es decir que, el nivel Operacional, empieza el planeamiento, a partir de las directivas estratégicas del nivel superior, para el empleo militar de los medios.

También en este aspecto, se puede inducir que, la primera aproximación al concepto de empleo de la Inteligencia Artificial, se realiza sobre el trabajo previo del nivel estratégico militar, y que, posteriormente, será el Comandante quien determine las modificaciones, basado en su experiencia y personalidad.

El aspecto humano es un factor crítico para la implementación de Inteligencia Artificial, sobre todo en un nivel de decisión como el operacional, por la complejidad del escenario y la cantidad de variables. Por este motivo, el desarrollo de tecnología, centrada en el aspecto humano, puede ser fundamental para alcanzar el éxito.

Las aproximaciones, llevadas a la práctica, serán las configuraciones necesarias, a criterio del Comando, que faciliten su tarea. Por ejemplo, el concepto de Imagen Operativa Común (del inglés *Common Operating Picture*), es la idea de tener una interfaz gráfica común para los Comandantes tácticos, que dependen del Comandante Operacional. La configuración de esta interfaz de información común, es parte de la solución que se implementa para controlar la ejecución de las operaciones.

La Conciencia Situacional

La *Conciencia Situacional* es un concepto que nace de los combates aéreos, y representa la capacidad que tiene el piloto de combate para observar y predecir los movimientos de la aeronave enemiga, permitiéndole sobrevivir en el aire. A finales del siglo XX, la era de la Información, propició el desarrollo y extensión de este concepto a las más diversas áreas de trabajo del ser humano, quien toma decisiones en medio de una vorágine de datos.

Entender las necesidades del Comando de nivel Operacional, durante las operaciones en desarrollo, lleva al abordaje del concepto de *Conciencia Situacional* (CS). Es un término que nace y evoluciona con el Poder Aéreo y la fricción de la Guerra, provocado por el uso de tecnología. Así, en los combates aire-aire, se resalta la importancia de conocer, en todo momento, la posición y posible evolución de todos los combatientes que se oponen. El radar embarcado y otros sensores posibilitaron aumentar las capacidades que evitan perder esa conciencia de la situación. Sin embargo, el concepto de CS es más amplio, como lo es el de fricción. (Watts, 2004)

La CS se asocia con las fases Observación y Orientación, que son dos de las cuatro fases del conocido ciclo ODDA (acrónimo del inglés Observe-Orient-Decide-Act). Esa es la mirada fundamental con la que se desarrollan capacidades militares de Comando y Control, y conceptos de Táctica y Estrategia Militar.

La *teoría de sistemas*, ampliamente difundida, fue aplicada para simplificar cada uno de los problemas humanos. El problema de los sistemas humanos tiene, como

característica, la complejidad. De este razonamiento parte la investigación de Mica Endsley sobre la conciencia situacional. Se piensa al concepto de CS como un modelo mental internalizado, del estado actual del ambiente, del operador de un sistema.

Una gran porción del trabajo de un operador se involucra en desarrollar la CS y mantenerla actualizada en un ambiente que cambia rápidamente.

Esta es una tarea que no es simple, a la luz de la complejidad y el creciente número de factores que deben ser tenidos en cuenta para tomar decisiones correctas.

Esta es la razón por la que la tecnología actual deja a los operadores humanos, vulnerable al error. (Endsley, Bolté, & Jones, 2005)

La investigación realizada por la ex directora científica de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, ingeniera Mica Endsley, y financiada por la NATO, define, a la *conciencia situacional*, como “la percepción de los elementos existentes en el entorno, en un volumen de tiempo y espacio, la comprensión de su significado, y la proyección de su estatus en el futuro cercano”.

Endsley presentó tres niveles de CS; en primer lugar la percepción de los factores críticos del ambiente; en segundo lugar, el entendimiento de lo que estos factores significan, particularmente cuando se relacionan con las metas del operador; y en tercer lugar, el nivel superior del entendimiento, de lo que pasará próximamente con el sistema. A partir de estas definiciones, surgen nuevos términos, como son, *Valoración de la Situación* o *Comprensión Situacional* (cuyo proceso es llamado *sensemaking*). (Endsley M. R.)

El primer paso para alcanzar la CS, es la percepción del estado, atributos y dinámica de los elementos más relevantes del ambiente. La configuración, para lograr una correcta percepción, indudablemente tiene como responsable principal al Comandante, y al Estado Mayor como principal órgano de trabajo. Así como el diseño Operacional necesita ser concebido, el sistema de Comando y Control se desprende del anterior; la configuración de los elementos más relevantes del ambiente, se desprenden de la concepción del último.

El segundo paso, para llegar a la CS, es la comprensión de la situación actual. A partir de los elementos sintetizados de la etapa anterior, se debe producir el entendimiento del significado que tienen a la luz de la Misión. El comandante deberá combinar su conocimiento con estos indicadores, para determinar las implicancias que tienen para el cumplimiento de los objetivos.

El tercer paso para alcanzar la CS, es la habilidad de proyectar las acciones que tomarán los elementos del ambiente. Se logra mediante el conocimiento del estado y la dinámica de la situación, a partir de los pasos anteriores. El Comandante que logre la proyección correcta del estado futuro, puede determinar el mejor curso de acción en todo momento.

Este modelo simplificado de la CS, es ampliamente utilizado para el desarrollo de conocimiento, y esta investigación no ha encontrado aún, otro que represente una alternativa. El modelo de la Figura 1.3 está respaldado por un extenso estudio científico, iniciado antes de 1980, con numerosas publicaciones, algunas de las cuales son referencias de este trabajo.

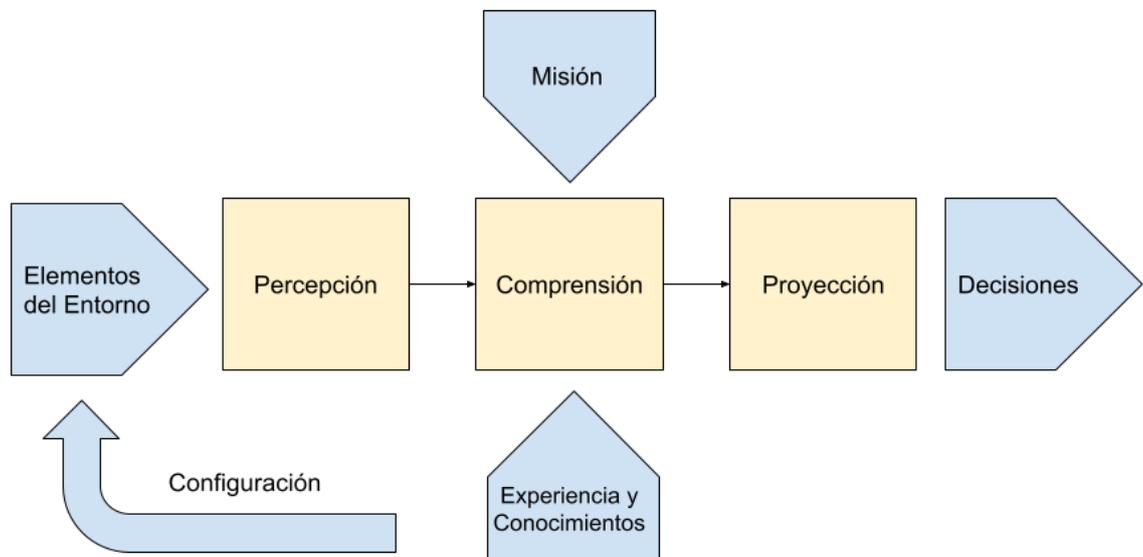


Imagen 1.3: Modelo simplificado de los niveles de Conciencia Situacional.

La CS es una parte integral del Comando y Control, y una capacidad que el Comandante Operacional de las Fuerzas no puede prescindir, debido a la complejidad del escenario actual. La personalidad y experiencia jugarán un papel importante, porque la política delega en la figura del Comandante Operacional la autoridad para dirigir el esfuerzo de las operaciones militares, bajo la confianza que las primeras le otorgan. Pero

la profesionalización y la dependencia tecnológica exigen el desarrollo de capacidades que se adquieren con métodos científicos.

No solo es necesario comprender la situación, sino predecir qué pasará en el futuro próximo, y, así, tomar las decisiones correctas en forma eficiente. Si bien el Comandante debe planificar, con inteligencia actualizada desde el principio de su comando, la CS cobra relevancia cuando inicien las acciones militares, a fin de adaptar las decisiones a las predicciones de futuro cercano.

Capítulo 2

El modelo

El modelo de *sistema inteligente* para la *conciencia situacional de Comando* de nivel Operacional, que se presenta a continuación, está inspirado en la investigación de Arslan Munir, Alexander Aved y Erik Blasch (Munir, Aved, & Blasch, 2022), quienes a su vez, utilizan el modelo de Endsley. Utilizan el concepto de sistemas de aplicaciones dinámicas basadas en datos (del inglés *Dynamic Data-Driven Application Systems*).

Se puede observar la Figura 1.4 y visualizar, en el centro, los tres niveles de CS: Percepción, Comprensión y Proyección. La CS otorga, al Comando y Control, las recomendaciones -para la toma de decisiones- que sean correctas y oportunas. La figura tiene diferentes colores, para separar los sistemas dependientes de la tecnología (color amarillo), de los sistemas dependientes del aspecto humano (color celeste).

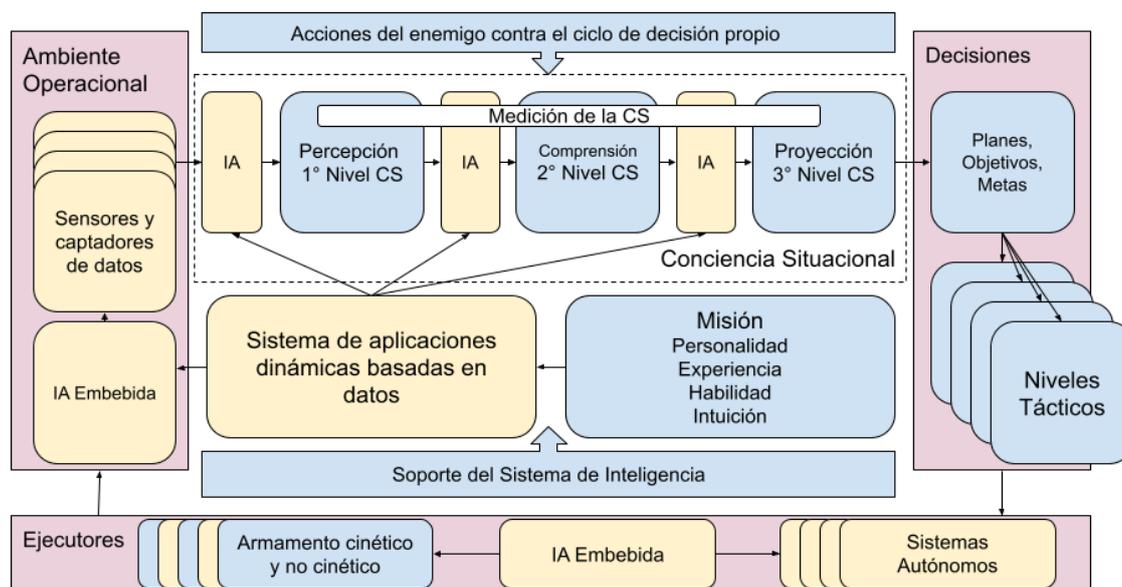


Imagen 1.4: Modelo de Sistemas Inteligentes para la Conciencia Situacional.

Los sensores y captadores de datos, proporcionan muestras del ambiente operacional, para formar los paquetes de datos requeridos por el primer nivel de la CS. Estos sensores están montados sobre todas las plataformas militares y no militares de interés. Surgen requerimientos críticos, para mantener en funcionamiento confiable las redes de datos. Asimismo, los sensores deben estar embebidos de cierta inteligencia, para

asegurar las características que debe tener la información. En el caso de las arquitecturas distribuidas, se focaliza la atención en aumentar la capacidad de cómputo, gracias a la acción descentralizada de múltiples componentes, y distribuir el esfuerzo.

El primer nivel de CS requiere de fusionadores de información, que, de manera inteligente, eliminen la información redundante y, mediante técnicas matemáticas, mejoren la información de las fuentes individuales, generando medidas de confiabilidad. De esta manera, se configura el sensado, en función de la Misión, pero también de las características del aspecto humano, de quienes operan los sistemas, desde el más alto nivel de conducción hasta los operadores de servicios auxiliares.

El segundo nivel de CS es la comprensión de los elementos simplificados en la etapa anterior. La correcta comprensión depende del aspecto humano, porque se realiza a la luz de la Misión, y, de las interpretaciones que se realicen, de las órdenes del nivel de conducción superior. Además, las interpretaciones pueden estar veladas por el accionar enemigo, o potenciadas por el soporte de todo el Sistema de Inteligencia.

El último nivel de CS se logra con la proyección de los cambios del entorno en el futuro cercano, el estado y la dinámica de sus elementos y la comprensión de la situación. Así como los parámetros de percepción se modifican, según la tarea, y la comprensión se realiza a la luz de la Misión, la proyección de las acciones se encuentra condicionada por las operaciones y las intenciones, y, toda la CS por las características humanas de la conducción.

La necesidad de modelar un sistema de aplicaciones dinámicas, basadas en datos (del inglés DDDAS) surge de lo cambiante de la situación. Esto permite retroalimentar al sistema, manejando los recursos tecnológicos, que son limitados, y proveyendo soporte a la Inteligencia Artificial. El soporte permite configurar los sensores, y los parámetros de los sistemas de instrumentación (sistemas de medición), y los parámetros de los sistemas de fusión de información (integración de señales y datos).

No debe entenderse al DDDAS como un equipo en particular, sino como un paradigma, cuya implementación depende de la arquitectura elegida. En el caso de arquitecturas distribuidas, la IA puede tener componentes embebidos en cualquier sistema de sensores o ejecutores (armamento letal y no letal, autónomo o no autónomo, que produzca efectos cinéticos o no cinéticos).

Se puede considerar, a la CS, como la integración de la Observación y la Orientación, pero en un nivel informativo. Y es que los conceptos de CS son diversos y discutidos. Por este motivo, se investigan niveles cognitivos de análisis humano de la

situación. Se dice que el mayor nivel cognitivo de entendimiento es lo que se denomina como *conocimiento dominante del espacio de batalla*. A partir de este conocimiento de la situación se crean las soluciones, luego traducidas en planes y órdenes.

Limitando la CS al nivel informativo, y solamente para simplificar el modelo, puede decirse que, el resto de los niveles cognitivos de análisis, se engloban, como parte de la Decisión, o distribuido en todas las tareas humanas dentro del sistema de Comando y Control.

En el nivel Operacional, el Comandante es el máximo responsable de este análisis cognitivo, pero, el resultado es de todo un sistema que produce información, y el asesoramiento del Estado Mayor. En la Imagen 1.5 se puede ver que lugar ocupa la *Conciencia Situacional* (en amarillo cada uno de sus tres niveles), en el flujo de análisis de la información, cuyo resultado es la entrada del proceso cognitivo. La CS es la información que tiene el decisor para saber qué está pasando.

El primer nivel de análisis cognitivo, permite responder por qué está sucediendo. Actualmente, sólo la inteligencia humana puede realizar este tipo de análisis, teniendo en cuenta la complejidad de las decisiones, para problemas del nivel Operacional. El segundo nivel de análisis cognitivo es la capacidad de apreciar hacia dónde evolucionará lo que está pasando y cuáles son los posibles futuros.

A continuación, un nivel más elevado de análisis cognitivo permite identificar que quiere el enemigo que suceda, y, en consecuencia, como afecta esto al futuro deseado propio. Por último, entender que trata de hacer el enemigo para alcanzar sus objetivos, es decir cuál es su intención. Este proceso genera el conocimiento de la situación, por parte del Comandante, quien, a su vez, retroalimenta el sistema de decisión con sus intenciones, luego traducidas en planes y órdenes.

Como se puede observar, el modelo presentado circunscribe el desarrollo de IA, al nivel informativo. Como esquema, no representa un diseño, y mucho menos una arquitectura. Pretende estructurar conceptos ampliamente estudiados en diversas áreas del conocimiento humano, como la psicología o el Comando y Control de operaciones militares.

Se deja claro que existe un proceso cognitivo humano, que utiliza la información disponible. Por otro lado, la IA potencia el proceso informativo, lo que permite la toma de decisiones correctas y oportunas, a partir de grandes volúmenes de datos que el cerebro humano no puede procesar.

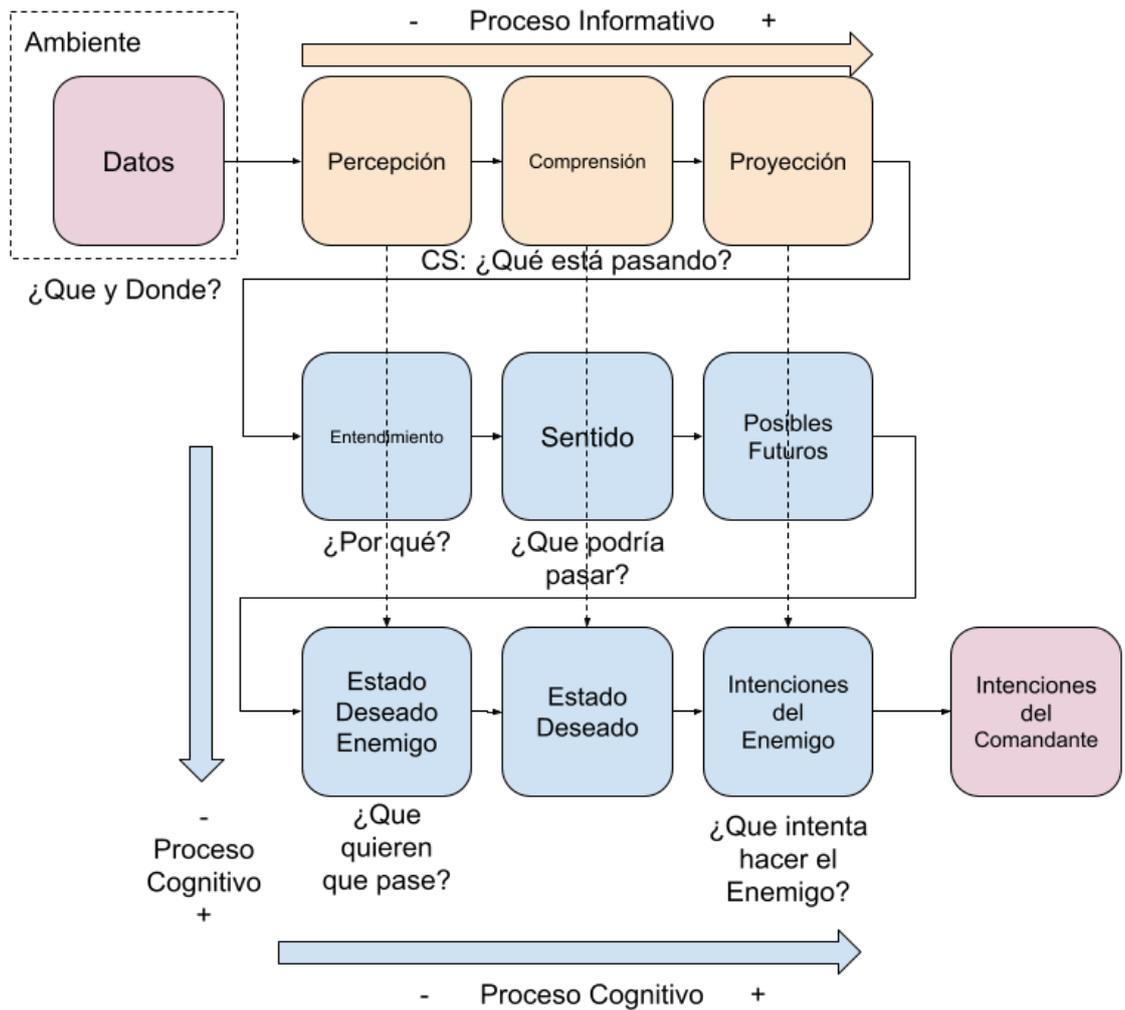


Imagen 1.5: Proceso de análisis de la información y proceso de análisis cognitivo.

La integración y fusión de datos de todo tipo, lleva a la pregunta sobre cuánta Conciencia Situacional, es suficiente para tomar decisiones en el Nivel Operacional. Es decir, desde una mirada crítica, surge el interrogante acerca de la relación entre la cantidad de información a disposición del comandante, y la calidad de sus decisiones (la dirección estratégica).

Este dilema, puede estudiarse para un ambiente operacional particular. La estructura militar de Estado Mayor, bajo un único Comando, deberá elegir la mejor relación entre cantidad de información y calidad de decisión. Estudiosos de este problema aseguran que los decisores de alto nivel necesitan información condensada (*Cognitive issues*).

Es necesario aclarar que las tareas repetitivas, son aquellas donde el impacto de la tecnología afecta positivamente, disminuyendo los riesgos de la vulnerabilidad humana

al error. Por otro lado, las decisiones, relacionadas con las tareas nunca antes realizadas, invierten esta afirmación.

Por este motivo, es necesario que el desarrollo de tecnología avance con una visión centrada en lo humano, que es quién toma la decisión. Todas las actividades del nivel Operacional se encuentran ligadas a tareas únicas, como única es la conjunción de ambiente operacional, misión y medios.

Existe otro motivo para pensar en el desarrollo de tecnología centrado en el aspecto humano. Estudios científicos investigaron sobre la Conciencia Situacional individual, y sobre las ventajas que tiene sobre la Conciencia de un grupo, concepto que deriva en la Conciencia Situacional Compartida. Pero se encontraron deficiencias en esta última, cuando el eslabón que tiene menos CS, es un eslabón de mayor jerarquía. Por eso, es necesario pensar sistemas inteligentes, centrados en el aspecto humano de la conducción operacional.

Implicancias del ambiente operacional

El ambiente operacional actual, se caracteriza por su naturaleza variada y compleja. Frente a los problemas que se plantean, para la solución de problemas militares, las respuestas requieren la acción de múltiples agencias del estado. El nivel Operacional debe integrar esa acción en forma coordinada, para dirigir el esfuerzo de las diferentes líneas de operaciones, o, para solicitar, al Comandante en Jefe de las FF.AA., el esfuerzo coordinado de otros poderes del Estado.

Los conflictos multidimensionales requieren soluciones interagenciales, que son aquellas que se planifican y se ejecutan entre las Fuerzas Armadas y Fuerzas federales, agencias locales e internacionales (FM 34-1 - *Joined, Combined and Interagency Operations*). La crisis o la operación, configura las dimensiones donde se necesitan los efectos. Así, por ejemplo, el campo de batalla convencional, presenta los dominios terrestre, aéreo y naval.

La conciencia situacional debe mantenerse en los espacios convencionales, además de integrar a los dominios espacial y ciberespacial, que son ahora omnipresentes para cualquier tipo de conflicto. De esta forma, todos los niveles de decisión pueden actuar mejorando la efectividad, superponiendo los niveles estratégico, operacional y táctico. Se pueden explotar ventajas tecnológicas, utilizando el concepto de IoMT/IoBT (del inglés Internet of Military/Battlefield Things), basado en las aplicaciones militares y

la conectividad de barcos, aviones, tanques, soldados, drones y todo tipo de infraestructura militar, en redes que integran y mejoran la Conciencia Situacional, el análisis de riesgos y respuestas oportunas.

Pero cuando el conflicto se traslada a la zona urbana, aparece la figura del no combatiente, lo cual aumenta los riesgos de recibir ataques, desde múltiples direcciones, de forma inesperada. El ambiente operacional se ve afectado por la presencia de obstáculos en el terreno, las ciudades pueden ocultar equipos interferidores del campo electromagnético; y los equipos militares para el campo de batalla convencional no pueden operar en este tipo de ambiente con libertad de acción. Se hace indispensable mantener la conciencia de la situación general, para que cada elemento táctico mantenga la dirección estratégica que le impone el Comando Operacional.

El ambiente operacional de los conflictos urbanos, puede trasladarse a espacios, llamados de zona gris, intermedios entre la resolución del conflicto en el marco de la legalidad nacional e internacional (zona blanca), y el enfrentamiento armado abierto (zona negra), lo que requiere planificación a largo plazo, gestión de los “*tiempos estratégicos*” y envuelto en la ambigüedad (La zona gris Miguel B. para elmundo.es). La conciencia general de la situación, se refuerza con un sistema de Inteligencia, en capacidad de realimentar dinámicamente, con datos para ajustar la preparación a amenazas cambiantes.

La perspectiva sistémica del ambiente operacional permite entender, que las interacciones del campo militar, con el político, social, económico y otros, condicionan la preservación del centro de gravedad propio, y permiten actuar sobre el del enemigo. Se necesita una estructura de Comando y Control para llevar a cabo las operaciones interagenciales, en múltiples dominios y en forma simultánea.

Caso República Argentina

A partir de los criterios rectores de la Estrategia Militar, expresados en la DEMIL de corto plazo, se evidencia la necesidad creciente de integración de capacidades militares, para hacer frente al escenario planteado. La estrategia defensiva desarrollada, para afrontar los desafíos de la Defensa -actuales y futuros-, dispone que los niveles Operacional y Táctico, deberán integrar las capas Anticipar, Prevenir, Conjurar y Repeler. Sobre estas capas se implementan los esfuerzos estratégicos en forma activa o reactiva.

La República Argentina mantiene, en forma constante e ininterrumpida, presencia en sus dominios de interés, como, por ejemplo, la Vigilancia y el Control de espacios físicos y no físicos (Comando Conjunto Aeroespacial y Comando de Ciberdefensa). En caso de la necesidad de una respuesta, se ejecutarán las Líneas de Acción Estratégicas que se consideren correctas y oportunas, como pueden ser la búsqueda del desplazamiento, el rechazo o el desgaste del enemigo.

Las tareas que se desprenden de cualquiera de los esfuerzos, requieren actuar en ámbitos donde se ejecutan múltiples operaciones multidominio, de variada naturaleza y de manera simultánea y sucesiva. Esto implica un esfuerzo de Comando y Control significativo.

A nivel Operacional y Conjunto, se presenta un desafío del cual ya se ha tomado conciencia, un proceso que lleva cuarenta años, pero que ha cobrado pujanza, en respuesta a la creciente tensión internacional, luego de la invasión rusa a Ucrania, y el posterior incremento del presupuesto en Defensa de un gran número de países.

A consecuencia de esto, la Estrategia Militar observa conceptos como *Anti Acceso* y *Negación de Área A2/D2* (del inglés *Anti-Access/Area Denial*), un concepto de la NATO que se aplica en Ucrania, que no implica que el enemigo no ingrese a un territorio o zona determinada, sino que no lo haga sin sufrir consecuencias significativas, y que lo lleven a tomar la decisión de no hacerlo.

La República Argentina es un país extenso, con variada geografía física y humana, que atraviesa una crisis económica. El sector de la Defensa cuenta con fuerzas pequeñas, en relación a la extensión territorial, y se encuentra en una situación vulnerable, debido a la desinversión de décadas, por lo que el atraso en tecnología es significativo.

El país cuenta con una industria de Defensa poco desarrollada. Sin embargo, la última, tiene bases donde crecer, y la sociedad cuenta con mano de obra calificada; por ejemplo el sector de industria del conocimiento se encuentra en franca expansión.

El Comando y Control de las operaciones militares frente a este escenario, cuenta con los siguientes problemas o desafíos.

- Digitalización de sistemas.
- Infraestructura de redes de datos.
- Seguridad de la información.
- Integración de datos.
- Medios móviles de alerta y detección.
- Doctrina para actuar en dominios no físicos

Sobre cada uno de estos aspectos, todos los países tienen problemas para incorporar Inteligencia Artificial. La República Argentina deberá cubrir las necesidades existentes, a la par de alcanzar capacidades a la altura de los desafíos actuales.

El desarrollo de Sistemas Inteligentes, para la toma de decisiones, es una ventana de oportunidad que puede implementarse en forma continuada, y escalar, desde, por ejemplo Juegos de Guerra, hasta un Sistema de Comando Control propio. La Conciencia Situacional del nivel Operacional, permite generar lo que se denomina Imagen Común de la Operación, COP (del inglés Common Operating Picture), un común entendimiento del entorno.

A partir de esta Imagen, se direcciona el accionar de los niveles tácticos. No implica una imagen común a todos, sino una misma conciencia, para actuar de forma integrada, a partir de la cual se crean ventanas particulares de información.

Por un lado, es un gran desafío, que encierra riesgos a tener en cuenta, como la seguridad en las comunicaciones y la protección de las redes e infraestructura vulnerable; pero, por otro lado, es una necesidad que se desprende de la Estrategia de la Nación para hacer frente a la realidad actual (Comandos Conjuntos Operacionales); o a las amenazas que puedan presentarse: desastres o catástrofes con consecuencias humanitarias; defensa de bases militares; defensa de infraestructura crítica civil o de seguridad interior; o posibles conflictos en zona urbana, de *zona gris*, o el campo de batalla convencional.

Conclusiones

El primer capítulo de este trabajo, exploró tres conceptos principales: el primero de ellos circunscribe, la investigación, *al nivel de decisión operacional*. Las características del ambiente, donde se desarrollan las operaciones, describen, al último, como complejo y multidimensional. El abordaje sistémico es la visión más utilizada para describir las partes involucradas, y la relación entre ellas.

Al definir el nivel Operacional de Comando, y luego enunciar el problema militar a resolver, se concluye que, las operaciones requieren actuar con múltiples agencias del Estado, y realizar tareas multidisciplinarias. El papel del nivel Operacional es llevar adelante la dirección estratégica de esos esfuerzos, con eficacia y eficiencia, para lograr los objetivos militares de la Campaña, a fin de alcanzar y mantener los objetivos políticos seleccionados.

El segundo concepto es el de la aplicación de Inteligencia Artificial en los sistemas de armas y de decisión. El sistema de Comando y Control precisa de la tecnología, para actuar con eficacia. Los sistemas inteligentes, no necesariamente son completamente autónomos, pero, la naturaleza del ambiente operacional, las tecnologías de la información y la comunicación, y la revolución generada de la Inteligencia Artificial, obligan, a la conducción, a utilizar herramientas para actuar y responder con decisiones correctas y oportunas.

El sistema de Comando y Control abarca todos los niveles de decisión: estratégico, operacional y táctico, y se necesita que evolucione, conforme lo hace la tecnología. Sin embargo, el grado de desarrollo actual de la Inteligencia Artificial no permite que los sistemas respondan, adecuadamente, frente a nuevas situaciones, sin la necesidad de ser re-entrenados, mientras pueden explicar, a los usuarios, el razonamiento detrás de sus decisiones.

El tercer concepto principal, descrito en el primer capítulo, es el de la *Conciencia Situacional* (CS), parte integral del Comando y Control. Es lo que permite tomar decisiones, en base al conocimiento de la información, de los elementos del ambiente. El modelo elegido de CS tiene tres niveles: percepción de los elementos del ambiente, comprensión de su significado y proyección de un futuro próximo probable.

La investigación expuso que el conocimiento de la situación, puede dividirse en dos etapas: la primera de las etapas, parte de la toma de muestras del entorno, y, luego de

un proceso informativo, proyecta la información procesada. El modelo presentado de CS se encuentra en esta primera etapa.

La segunda etapa, para arribar al conocimiento de la situación, requiere de un proceso cognitivo. Una conclusión parcial es que, al circunscribir la CS a la etapa informativa, el proceso cognitivo es humano, y las capacidades cognitivas, que la Inteligencia Artificial ofrece, pueden ser desarrolladas en la etapa informativa. Esta conclusión deja, al ser humano, como responsable de las decisiones tomadas, algo que el inglés se denomina human-in-the-loop, y que, en español significa que, el ser humano es un eslabón de la cadena.

Estos elementos de juicio fortalecen otra de las conclusiones del trabajo: la visión para desarrollar sistemas inteligentes, para el nivel Operacional, debe ser centrada en la persona humana. Esta conclusión se basa en la naturaleza de las decisiones y en las capacidades que la IA ofrece. La supervisión humana y el concepto de sistemas de aplicaciones dinámicas, basadas en datos, disminuyen los riesgos de la toma de decisión, en campos donde los errores pueden causar mucho más daño que los beneficios que se pueden obtener.

El segundo capítulo de este trabajo, presentó un modelo, que parte del concepto de CS desarrollado por Mica Endsley, y, luego, de modificaciones a la propuesta de Munir, Aved y Blash (2022). El modelo de Sistemas Inteligentes para la Conciencia Situacional propone Inteligencia Artificial para potenciar y mejorar la CS en el nivel Operacional, apoyado en IA embebida en sensores y actuadores, bajo la supervisión de un Sistema de Aplicaciones Dinámicas basadas en Datos.

El modelo integra el proceso de toma de decisiones, del nivel Operacional, (tradicionalmente focalizado en el desarrollo de planes estratégicos), con la planificación y ejecución inmediatas. Este modelo despeja dudas respecto al papel de la IA en las aplicaciones militares de Comando y Control.

Las tecnologías de la información juegan un rol preponderante en operaciones multidominio, multiagenciales y multidisciplinarias. El conflicto armado entre Ucrania y Rusia, pone de manifiesto la importancia de la información para el Comando y Control. El poder de fuego depende la lectura que se realice del ambiente operacional, y de la orientación requerida para decidir y actuar (ciclo OODA).

Hay elementos característicos de la Guerra que trascienden el tiempo y las culturas, como puede ser la voluntad de lucha, la intuición o el valor. Hay otros elementos, como la tecnología, que dimensionan y modifican la forma de combatir, o la forma de

conducir. Los sistemas inteligentes, aplicados a la conciencia situacional del nivel Operacional, moldean las necesidades actuales.

El capítulo 2 también presentó un breve análisis del caso para República Argentina. Recientemente, la conducción estratégica militar presentó la estrategia del país para responder a las amenazas externas. La solución planteada da valor adicional al desarrollo de sistemas inteligentes, para apoyar las operaciones.

El primer desafío, es aumentar la observación del ambiente operacional. La digitalización y la fusión de datos son dos funciones a desarrollar. Esto trae, como consecuencia inmediata, el aumento del volumen de datos, y, consecuencia ulterior, la necesidad de IA para procesarla. La entrada del proceso informativo de la CS responde a la pregunta: ¿Qué y Dónde? La salida del proceso informativo de la CS responde a la pregunta: ¿Qué está pasando?

La Fuerzas Armadas de la República Argentina deben afrontar la costosa tarea de instalar los medios que le permitan conocer el qué y el dónde: un sistema de comando, control, comunicaciones, computadoras, ciberdefensa, inteligencia, vigilancia y reconocimiento; integrado y resiliente. Esto no quita la posibilidad de avanzar en la solución a la segunda pregunta: ¿qué está pasando? Un modo de acción puede ser, continuar el desarrollo de Juegos de Guerra, e incorporar paulatinamente Inteligencia Artificial, hasta llegar a un Sistema de Comando y Control de desarrollo propio; y en modo paralelo, desarrollar Doctrina a la medida de las necesidades.

En ese mismo capítulo 2 se enuncian algunos desafíos de la aplicación de Inteligencia Artificial en el nivel Operacional. Cuanta CS hace falta en el nivel Operacional o las ventajas de la CS Compartida por el grupo, son algunos de los interrogantes que se desprenden. La respuesta a esos interrogantes es otra pregunta: en qué medida, ¿más CS contribuye a la preservación del centro de gravedad propio?, o, en qué medida, ¿al accionar sobre el del enemigo?

Es necesario crear un abordaje particular a cada problema Operacional. Eso es justamente lo que se hace en el Arte y Diseño Operacional. El Comando y Control es un aspecto que se deriva de esta creación. Asimismo, la Conciencia Situacional será a la medida del Comando y Control, configurada particularmente, y evolucionará conforme la situación lo requiera.

Sin embargo, como la conducción es Arte y Ciencia, el conductor, debe saber cuándo aplicar el método, y cuando la realidad que percibe no se ajusta al modelo. Si la

situación en la que se encuentra es nueva y no se ajusta fácilmente al esquema existente, debe sentir la necesidad de pasar a un proceso más deliberado y reflexivo.

El trabajo presentado plantea un modelo con soluciones de Inteligencia Artificial para aprovechar ventajas de la tecnología. La idea contribuye a pensar cómo incorporar sistemas inteligentes a la toma de decisiones en el nivel Operacional, para acelerar el proceso, sin perder de vista las consecuencias por las decisiones tomadas. Además, el modelo muestra las relaciones con el sistema de Comando y Control de otros niveles de decisión.

El modelo para la CS del nivel Operacional, es una representación que aporta al entendimiento de los procesos que intervienen en su funcionamiento. Las tecnologías de la información pueden ser explotadas para dar solución a los problemas militares. La Inteligencia Artificial, actualmente, puede brindar propuestas reales de aplicación. Solo la ciencia ficción puede predecir qué papel tomarán estos sistemas inteligentes, conforme las computadoras absorban las funciones cognitivas humanas, sin necesidad de reentrenarse o ser supervisadas.

Bibliografía

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. d., & Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista científica*, 3(30), 155. doi:10.14483/23448350.12288
- Alberts, D. S., Conley, K. M., Freeman, W. D., Kurtz, J. H., & Tillman, M. E. (2015). *Command and Control by Design: Putting Command and Control Theory into Practice Version 2*. Alexandria: Institute for Defense Analyses.
- Chin, M., Sanderson, P., & Watson, M. (Enero de 1999). Cognitive Work Analysis of the Command and Control Work Domain.
- Deptula, D. A. (2014). A New Era for Command and Control of Aerospace Operations. *Air & Space Power Journal*, 5-16.
- Digital Transformation Monitor. (2017). *Germany: Industrie 4.0*. European Union.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human factors*, 32-64.
- Endsley, M. R., & Jones, W. M. (1997). *Situation Awareness Intormation Dominance & Information Warfare*. USAF, Armstrong Laboratory. Belmont, MA: Endsley Consulting.
- Endsley, M. R., Bolté, B., & Jones, D. G. (2005). *Designing for Situation Awareness. An Approach to User-Centered Design*. Georgia: SA Technologies.
- Endsley, M. R., Selcon, S. J., Hardiman, T. D., & Croft, D. G. (Octubre de 1998). A comparative Analysis of SAGAT and SART for Evaluations of Situation Awareness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting*, 42(1), 82-86.
- Fewell, M., & Hazen, M. (Enero de 2005). Cognitive Issues in Modelling Network-Centric Command and Control.
- Glosario Conjunto. (2010). *Funciones de la Conducción* (Vol. letra C). EMCFFAA.
- Horst, J., & Santiago, F. (2018). *What can policymakers learn from Germany's Industrie 4.0 development strategy?* Naciones Unidas, Industrial Development Organization. Vienna: Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series.
- Howard, N., & Cambria, E. (2013). Intention awareness: improving upon situation awareness in human-centric environments. *Hum. Cent. Comput. Inf. Sci*.
- Hwang, J. S. (Julio de 2016). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): Intelligent Manufacturing. *STM Magazine*, 10-15.
- Intel. (s.f.). *Modelado de IA: impulso de la inteligencia en los análisis*. Recuperado el 21 de Junio de 2022, de <https://www.intel.es/content/www/es/es/analytics/data-modeling.html#:~:text=El%20modelado%20de%20IA%20es,partir%20de%20los%20datos%20disponibles>.
- Krepinevich, A. F. (2022). *The Military-Technical Revolution: A Preliminary Assessment*. Washington, DC: Center for Strategic and Budgetary Assessments.

- Lafond, D., Vachon, F., Rousseau, R., & Tremblay, S. (2016). A Cognitive and Holistic Approach to Developing Metrics for Decision Support in Command and Control. En G. Salvendy, & W. Karwowski, *Advances in Cognitive Ergonomics* (págs. 65-73). CRC Press.
- Munir, A., Aved, A., & Blasch, E. (2022). Situational Awareness: Techniques, Challenges, and Prospects. *AI*, 3(1), 55-77. doi:10.3390/ai3010005
- Muti, K. (2021). *NATO Decision-Making in the Age of Big Data and Artificial Intelligence*. Brussels: Allied Command Transformation.
- Nguyen, T., Lim, C. P., Nguyen, N. D., Gordon-Brown, L., & Nahavandi, S. (Septiembre de 2019). A Review of Situation Awareness Assessment Approaches in Aviation Environments. *IEEE Systems Journal*, 3590-3603.
- Pulido, G. (2021). *Guerra multidominio y mosaico. El nuevo pensamiento militar estadounidense*. Madrid: Catarata.
- Real Academia Española. (s.f.). *Inteligencia*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de <https://dle.rae.es/inteligencia>
- Real Academia Española. (s.f.). *Inteligente*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de <https://dle.rae.es/inteligente>
- Saylor, K. M. (2020). *Artificial Intelligence and National Security*. Washington, D.C.: Congressional Research Service.
- Silva, M. A. (2020). *Procedimientos y medios para que la toma de decisiones sea correcta y oportuna: El sistema de información*. Buenos Aires: Escuela Superior de Guerra Aérea.
- Smallegange, A., Bastiaansen, H., Venema, A., & Bronkhorst, A. (2018). *Big Data and Artificial Intelligence for Decision Making: Dutch Position Paper*. Bordeaux: Big Data and Artificial Intelligence for Military Decision Making: Specialist Meeting Big Data & Artificial Intelligence for Military Decision Making.
- Surdu, J. R. (2008). *Deep Green: Commander's tool for COA's Concept*. Arlington: Defense Advanced Research Projects Agency.
- United States Government Accountability Office. (2022). *Artificial Intelligence: Status of Developing and Acquiring Capabilities for Weapon Systems*. U.S. Senate, Committee on Armed Services. Washington, DC: Government Accountability Office.
- Vergara, E. (2017). *Estrategia: el camino* (1a edición especial ed.). eude.
- Watts, B. D. (2004). *McNair Paper 68: Clausewitzian Friction and Future War Revised Edition*. National Defense University, Institute for National Strategic Studies. Washington, D.C.: Fort McNair.
- Winsen, R. v., Henriqson, E., Schuler, B., & Dekker, S. W. (2015). Situation awareness: some conditions of possibility, Theoretical Issues in Ergonomics Science. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 53-68.