



ACADEMIA DE LAS CIENCIAS
Y LAS ARTES MILITARES

Comunicaciones académicas

Retos del modelado y la simulación a la vista de la guerra tecnológica en Ucrania. Combate urbano, MSaaS y CD&E.

Francisco José Gómez Ramos
Academia de las Artes y las Ciencias Militares
Sección de Prospectiva Tecnológica Militar

26 de octubre de 2022

Introducción

En una comunicación previa presentada por el autor en ACAMI se analizó la evolución de la simulación distribuida en los últimos 40 años y su previsible futuro y se vio como el Modelado y la Simulación (M&S) se presenta actualmente como una herramienta efectiva para el apoyo, así como, a las labores de formación, entrenamiento, adiestramiento de unidades, actividades CD&E (*Concept Development & Experimentation*), preparación de la misión e incluso la realización de prospectiva tecnológica, así como, la búsqueda de amenazas y oportunidades que supone la aparición en el campo de batalla de plataformas, armamento y equipos militares que emplean tecnologías disruptivas.

A lo largo de la historia siempre ha dominado la sensación de que se ha pretendido preparar y vencer el próximo conflicto con la mentalidad, la preparación, la doctrina, el armamento y el material empleados en el anterior. Ciertamente, es difícil vaticinar cuáles serán las innovaciones y los efectos que estas provocarán en las tácticas

empleadas en el campo de batalla. Los sistemas basados en tecnologías M&S pueden servir de mucha ayuda en este ejercicio.

Una mínima prospectiva, que también servirá para realimentar los sistemas de M&S, debe basarse en los análisis efectuados en los conflictos previos: Georgia, Siria, Nagorno-Karabaj y sobre todo Ucrania en sus dos etapas, sobre todo este último presenta la característica de suponer el enfrentamiento de dos ejércitos con un nivel tecnológico equivalente en sus fuerzas convencionales.

Análisis del conflicto ruso-ucraniano

Este conflicto, además de por lo anteriormente indicado se caracteriza por el empleo de sistemas y tácticas cuya utilización se ha basado en el empleo de tecnologías disruptivas y nuevos sistemas basados en ellas.

Probablemente se ha enfatizado en exceso sobre la incursión de la tecnología hipersónica en misiles de crucero y planeadores, pero realmente tiene efecto a nivel estratégico, de disuasión y propaganda, pero al menos de momento, no tanto en lo que se refiere a la maniobra y el combate a nivel táctico.

En lo que se refiere a este nivel, son de destacar: la explotación del espectro EM y de las redes digitales y de rastreo de mensajería de redes sociales; y operaciones «ciber» que han hecho «transparente» el escenario de la guerra y en contraposición, la preponderancia del combate urbano (en realidad suburbano) con sus singularidades y características. También es de destacar la proliferación de medios de sistemas de misiles aire-aire (AA) de baja cota, como el Javelin, que han supuesto una amenaza letal para las aeronaves de apoyo directo y en particular para los helicópteros. Ello también ha llevado a la progresiva sustitución de la búsqueda de la superioridad aérea por la denegación del empleo de la dimensión aérea (lo que sí puede haber tenido como consecuencia el empleo de misiles de crucero y la maximización en el empleo de la artillería convencional, tanto cañón, como cohete). No puede olvidarse tampoco el empleo de drones y de municiones «merodeadoras» (*loitering munitions*) como factores novedosos en el desarrollo de las operaciones.

También debe tenerse en cuenta el curso de las operaciones. Las expectativas rusas de una operación relámpago, prácticamente quirúrgica, que buscaba el rápido control de los centros urbanos, de producción energética, costeros, y de predominio ruso, se vieron pronto frustradas por la determinación del pueblo ucraniano y sus dirigentes, con uso óptimo de sus recursos de defensa al que se sumó un deficiente apoyo logístico ruso que se fue colapsando conforme el curso de los acontecimientos se iba alejando de las previsiones y no se consolidaba el

control de las vías de comunicación, sobre todo las ferroviarias, columna sobre la que su ejército vertebra su doctrina de sostenimiento.

Tras esa fase parece estar consolidándose una de desgaste, en la que el bando ruso espera que predomine el desgaste ucraniano, sin descartar la posibilidad de considerar alguna acción determinante que permita decidir el conflicto directamente o mediante una negociación favorable.

No es un factor con influencia despreciable el hecho de que los ucranianos conocen a la perfección el material de ejército ruso y su doctrina de empleo, que han empleado de forma eficaz en conjunción con una firme voluntad de vencer espoleada por un presidente exaltado al pódium del liderazgo carismático y al conocimiento eficaz del efecto de los medios de comunicación y sociales.

Tendencias previsibles en el futuro

A la luz de las enseñanzas que se están extrayendo de los últimos conflictos se tiene, entre otras conclusiones que, los drones de pequeño, mini y micro tamaño han demostrado tener un gran impacto, porque son de fácil adquisición y transporte y porque debido a su débil firma EM son casi indetectables cuando vuelan y sólo tienen el inconveniente meteorológico. Conforme continúe el avance de esta tecnología, se hará incluso más fácil y económica construir drones de menor tamaño. (LSST, *Low Slow Small Threats*)

El comportamiento de los LSST puede modelizarse durante su vuelo, también su firma respecto diferentes tipos de sensores y también se puede simular tácticas de defensa frente a los mismos, así como métodos de empleo y actuación. Todo ello resulta esencial para su incorporación a diferentes escenarios de simulación en los sistemas M&S multi-agente, híbridos y distribuidos.

La guerra de Ucrania ha sido ya la guerra completamente digital con uso extensivo de teléfonos móviles con acceso a redes sociales y plataformas mediáticas donde el hasta ahora tradicional control de la información y la propaganda ya no puede trabajar, porque la gente es capaz de ver y transmitir en tiempo real. Realmente, la pregunta no es tanto qué es nuevo en esta guerra, cómo el comprender la su dinámica específica en relación con los medios. Una faceta importante es la relación entre «viejos» y «nuevos» medios de difusión de noticias, las realimentaciones que se establecen entre Twitter, TikTok y la televisión y otros medios tradicionales y de cómo las imágenes tomadas en vivo a pie de acción afectan la respuesta de la audiencia ante la guerra. El modelo relativamente estático de los medios de comunicación tradicionales, donde el periodista remite sus noticias sometido a una serie de restricciones y convenciones o reglas de uso

predeterminadas y susceptibles de someterse a cierto control y determinados formatos, se ha fragmentado mucho. Las informaciones se ven ahora en directo, a «pie de obra» sin reglas en cuanto a su contenido y los propios receptores se convierten en distribuidores y contribuyen a su circulación compartiéndolas y comentándolas on-line y participando así activamente en la conformación del mensaje dominante. Si queremos tener un modelo global y verosímil de la guerra es preciso incorporar este modelo social.

El elemento «ciber» también es importante en la guerra actual. Ello incluye el contemplar el efecto de los cortes de red, interferencias en los servicios web, denegaciones de servicios, etc.

Las operaciones de ciberguerra tienen lugar junto con las de censura de los medios de comunicación clásicos, e incluye la aceleración en la distribución de información y de distorsión de la misma, Comprende también eventos de comunicación complejos tanto entre seres humanos como entre máquinas, que pueden ser, o no, intencionados, coordinados y deliberados y que tienen una repercusión social decisiva y que es preciso también incorporar al modelo global.

En Ucrania las operaciones de ciberguerra están teniendo lugar a diferentes escalas. Los drones pueden adquirir cantidades ingentes de conjuntos de datos para llevar a cabo su análisis utilizando sistemas de inteligencia artificial (IA) y su empleo para la designación precisa de blancos (*targeting*). Ello incluye apuntar la localización de soldados o civiles fusionando información proveniente de mapas de calor, señales digitales o mensajería en medios sociales.

También muchas técnicas tradicionales de propaganda se han extendido al ciberespacio, pero emergiendo con una nueva extensión como medio para dirigir y personalizar la desinformación. Técnicas agresivas de propaganda se combinan con herramientas de marketing on-line. Su modelización es también un reto a acometer.

En definitiva, las tecnologías emergentes presentan tanto una oportunidad, como una amenaza. El ciberespacio constituye un ejemplo de ello, la velocidad del cambio en este dominio resulta crucial. Los elementos que anteriormente sólo se encontraban a disposición de las agencias estatales de inteligencia tras unas inversiones sustanciosas, se pueden comprar ahora por sólo unas decenas de euros en la internet profunda, resultando así accesibles a las organizaciones criminales. Esto ha generado una especie de «carrera de armamento» en la que las naciones occidentales se han embarcado en la acción de construir defensas frente a ese tipo de amenazas. Por encima de todo esto, los adversarios se están haciendo cada vez más sofisticados a la hora de crear sistemas que no dejen rastros en sus ataques, que resultan así difícilmente atribuibles.

El ciberespacio se ha convertido así en el dominio de aplicación de tecnologías disruptivas que es preciso liderar en los próximos años si se quiere vivir en un mundo seguro y que por tanto también deben modelarse de un modo fiable.

Las comunicaciones empleadas por los rusos parecen no haberse comportado adecuadamente, o no ser las más adecuadas en relación con la misión que ellos buscaban, al menos en las primeras fases de la guerra. Las comunicaciones deben hacerse tan seguras como sea humanamente posible. Ello refuerza la importancia de tecnologías como, las comunicaciones por ondas milimétricas y las SDR (*Software Defined Radio*) o radios cognitivas. Las comunicaciones también tienen que evolucionar, posiblemente, hacia redes heterogéneas, de este modo la capacidad de los usuarios de emplear más de un tipo de red mediante una solución que emplee un multi-modo, multi-transporte y definida por software.

Las comunicaciones por satélite son otro punto importante, aunque no nuevo, se está evolucionando hacia sistemas como Viasat-3 y las proporcionadas por constelaciones de satélites de órbitas de baja altitud (LEO, *Low Earth Orbit*) que a menudo se ofrecen comercialmente. La clave, según indican los expertos podría estar en conjuntar una red satelital con unos buenos servicios de red 5G, de modo que al trabajar constituyan una única red que sea esencialmente transparente para el usuario. El secreto se encuentra en sincronizar su operación de modo que trabajen juntas ambas redes y así los datos se transmitan por la red adecuada en el instante correcto y de un modo eficaz.

Los combates en Ucrania también han revelado otras varias lecciones añadidas y, por ejemplo, es preciso tomar consciencia de que en los campos de batalla futuros será mucho menos posible la ocultación y la sorpresa. También deberá aceptarse que los helicópteros puede que no puedan sobrevivir en los futuros conflictos de alta intensidad; habrá que ejercitarse en continuar la lucha en escenarios de alto número de bajas, que no podrán ser evacuados por vía aérea. Habrá que aumentar las capacidades de fuerzas de seguridad de apoyo.

A finales de mayo la secretaria del *US Army* reconoció que, la futura transparencia de esta red expansiva de apoyo no debería aterrar a los planificadores militares estadounidenses. Se está evaporando la capacidad de lograr la sorpresa, proteger la logística propia y ocultar la fuerza de la detección persistente. Estos factores tienen implicaciones asombrosas para la futura doctrina, organizaciones y plataformas del Ejército. Estas crecientes vulnerabilidades rara vez se incorporan de manera realista en los ejercicios, especialmente en los centros de entrenamiento de combate, porque simplemente son demasiado perjudiciales. Eso tiene necesariamente que cambiar.

Efecto del empleo de herramientas M&S en el conflicto

Llegados a este punto y a la vista del área a que se dedica esta comunicación, el lector puede esperar que se le informe sobre la influencia que ha tenido el M&S en el curso real de los acontecimientos que están marcando el conflicto. Siento defraudarle, pues desconozco en profundidad los recursos que uno y otro contendiente han operado y si lo han hecho eficazmente. Pero, espere un poco, la decepción no tiene por qué ser total. Podemos pasar revista a una serie de indicios que el curso de los acontecimientos y en sus etapas previas nos pueden desvelar cierta información.

Es importante conocer que Ucrania ha sido miembro asociado del NATO *Modelling and Simulation Group* (NMSG) desde hace más de 10 años, por lo que ha tenido acceso a los estudios realizados en el seno de este grupo. Curiosamente, Bielorrusia ha sido también un miembro asociado muy activo, con una presencia regular en las reuniones del grupo y en varios de sus subgrupos. Por el contrario, Rusia nunca ha mostrado interés en participar.

Eso no quiere decir que Rusia no se haya preocupado a nivel académico en el M&S o que no cuente con sistemas de simulación y los emplee militarmente, al menos en labores de formación y entrenamiento.

Como indicó la agencia de noticias rusa Tass el pasado 27 de noviembre, científicos rusos crearían una plataforma única para la simulación de equipamiento y productos militares y sistemas técnicos. Atribuía esta información a lo manifestado en una intervención por el director del Instituto de Física Matemática y Teórica Rusa (ITMF) y también subdirector de Centro Nuclear de la Federación del Instituto ruso de investigación en Física Experimental de todas las Rusias, V.Soloviev.

Al parecer, esta intervención se debía al informe presentado sobre esta materia al presidente Putin y que se realizó por el holding estatal Rosatom. En dicho informe se identificaban dos áreas técnicas prioritarias en las que el centro de investigación nuclear actuaba ya como líder de los trabajos de desarrollo. La primera es lograr la simulación virtual en el complejo militar-industrial, e indicaba que por decisión de la comisión militar-industrial, cuyo principal objetivo era el desarrollo de una única plataforma de simulación para armamento, equipos militares, creación de complejos de alta resolución que simulen complejos de sistemas técnicos, el desarrollo de modelos de simulación que resulten de interés para el Ministerio de Defensa ruso y la creación de marco normalizador y regulador unificado para esta área.

Como ejemplo de un proyecto finalizado, Soloviev mencionó un modelo de ordenador para el sistema de defensa aeroespacial que se desplegaría en los

cuarteles generales de las Fuerzas Aeroespaciales y de las Fuerzas Espaciales. También mencionó, como ejemplo de otros proyectos que, entonces, se encontraban en desarrollo, un sistema de apoyo a la decisión basado en tecnologías de Inteligencia Artificial (IA), especificando que estos sistemas analizarían los datos recibidos por el ministerio de Defensa de su red de satélites, indicando que los mismos incluyen el reconocimiento de tipos específicos de armamento y la predicción de sus acciones.

De ello sólo se infiere que tanto los rusos como los ucranianos utilizan sistemas de M&S en la formación y el entrenamiento de sus combatientes en el empleo de sistemas de armas, y que, si no los han empleado en el adiestramiento de unidades, se encuentran en el camino de hacerlo. No se sabe con certeza si se han empleado sistemas análogos con el objeto de preparar la misión o efectuar ejercicios CD&E. La participación de Ucrania en el NMSG puede hacer suponer que algún tipo de simulación han llevado a cabo, sobre todo puede pensarse en su utilización en la optimización, o la elaboración de doctrina para el empleo de los drones y de las municiones merodeadoras o la IA aplicada en sistemas de armamento y en el combate urbano.

Lo que sí parece también deducirse, al menos por los resultados de la primera fase de la invasión, es que los rusos no los emplearon, ni tampoco otros medios de planeamiento, para valorar posibilidades alternativas en caso de que esa rápida acción fallara.

Preparación de la misión y CD&E con sistemas M&S distribuidos

Si se quieren emplear sistemas y herramientas M&S para apoyar la preparación de la misión, el análisis de la doctrina o llevar a cabo CD&E o prospectiva tecnológica, hay que estar preparados para tener que analizar, modelar y simular una multitud de escenarios muy diferentes y de complejidad creciente (que incluyan amenazas provenientes de actores no nacionales). Si además se quiere tener una suficiente flexibilidad en la preparación, el número de escenarios y posibilidades se hace virtualmente infinito con un tiempo de reacción muy reducido. Los escenarios urbanos añaden una complejidad adicional por sus propias características singulares y restricciones que añaden.

Sin embargo, se dispone de ciertas ayudas para acometer este reto por la Comunidad OTAN del M&S (NMSG y grupos subsidiarios de la STO). Por ejemplo, se dispone de fuentes abiertas de inteligencia (entre ellas Google Earth), o nuevas herramientas que se están desarrollando, como el MSaaS (*M&S as a Service*). En este último empeño participan también naciones asociadas.

El concepto MSaaS busca el suministrar capacidades de simulación en cualquier momento que se necesite, en cualquier lugar que se requiera, con independencia de la localización exacta (aula de aprendizaje, simulador, plataforma, teatro de operaciones, etc.) y con independencia del sistema o dispositivo que se emplee (PC, portátil, teléfono Smart, sistema C2/MC, etc.), llevándose a cabo el inicio de los ejercicios bajo demanda. En I/ITSEC 2017 ya se realizaron demostraciones en el stand de la OTAN y también se han llevado a cabo actividades de experimentación por parte de algunas compañías, como, Lockheed, y Thales.

El trabajo ingente de modelado a realizar requiere de la participación no sólo de agencias e institutos estatales, sino también de proveedores comerciales de confianza. De aquí la participación e implicación en el proyecto de grandes empresas del mundo de la simulación. También se espera que la herramienta incluya múltiples plataformas y motores de simulación y simuladores, con las que tendrá que ser interoperables.

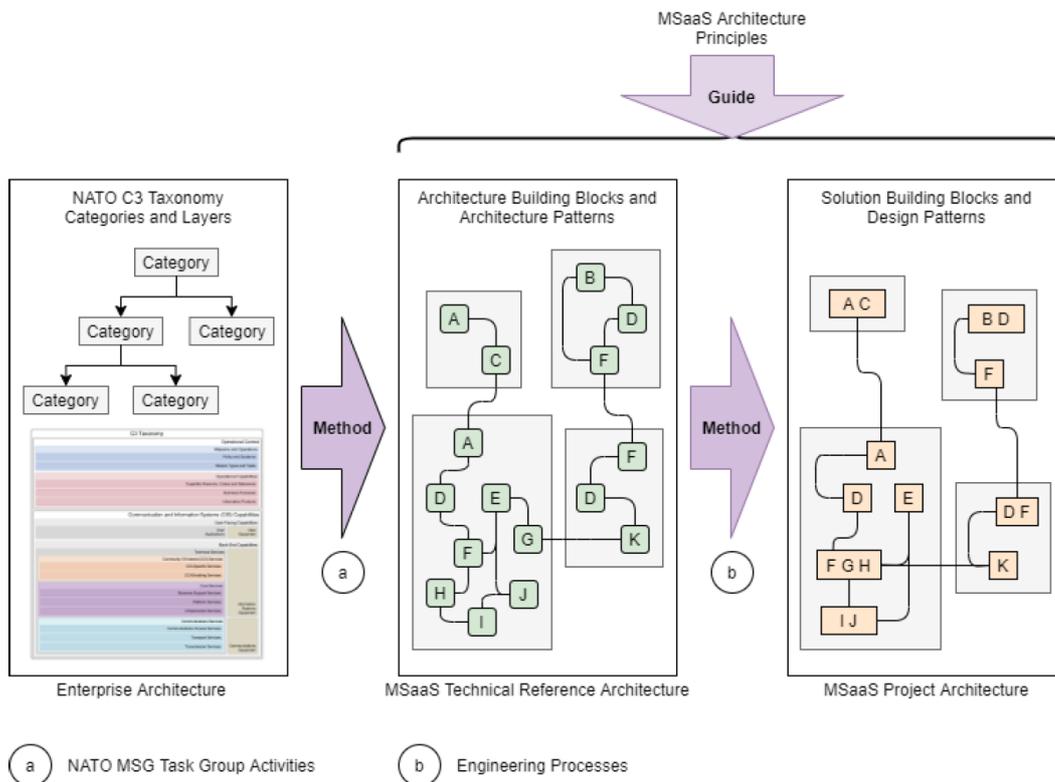
El concepto del MSaaS en el marco de la OTAN se ha proporcionado por el grupo de trabajo MSG-164. Se trata de un servicio que se basa en el almacenamiento en la nube del ecosistema que se empleará por las naciones OTAN y asociadas. El marco se diseña para ayudar a los participantes a utilizar las metodologías y tecnologías más modernas para conseguir la interoperabilidad entre los sistemas que participan en las simulaciones. Lo primero que se ha definido es la «arquitectura de referencia», que se ha desarrollado como parte de concepto técnico para el marco aliado del MSaaS. La estructura de esta arquitectura de referencia se ha proporcionado mediante la «taxonomía NATO C3» construida en forma de bloques constructivos y patrones. No se trata todavía de un producto terminado, ya que cambiará con el tiempo conforme se vayan identificando los bloques y los patrones y se vayan añadiendo y modificando los existentes para mejorarla. El ánimo del MSG-164 es proporcionar las bases técnicas y de organización para un futuro servicio permanente que se base en el ecosistema M&S de las naciones OTAN y las asociadas, es lo que se ha venido en llamar marco de trabajo OTAN para el MSaaS.

Conseguir la requerida interoperabilidad entre los sistemas de simulación participantes y asegurar la credibilidad de los resultados requerirá poner en juego grandes recursos de personal y presupuesto, tiempo y la colaboración de las empresas desarrolladoras, que se han mostrado muy interesadas en este concepto. Ello pasa por proponer la federación de las capacidades M&S de las diferentes naciones que conducen la creación, suministro y empleo de los servicios M&S. Una capacidad MSaaS consiste en todas las capacidades operativas, así como, las técnicas necesarias para lograrlo. Las capacidades operativas consisten

en un «Concepto de Empleo», un «Modelo de Negocio», y, técnicamente, de los «Procesos de Ingeniería de M&S».

El *Concepto de Empleo* proporciona los procedimientos de empleo recomendados y las referencias técnicas para promocionar el compartir servicios de M&S y su interoperabilidad entre capacidades de M&S. El *Modelo de Negocio* informa a los socios de cómo operará el ecosistema MSaaS que en el espacio de negocio multi-gubernamental compartirá las tecnologías y servicios MSaaS. Por último, los *Procesos de Ingeniería* informan a las organizaciones sobre las actividades de ingeniería que se requieren para el desarrollo y empleo de los servicios y de la composición de esos servicios dentro de la capacidad MSaaS.

El primer paso técnico es la definición de la «Arquitectura Técnica de Referencia». Esta definición dependerá de los diversos niveles de abstracción que se quieran lograr, dando lugar a diferentes arquitecturas, las cuales se adaptarán al *NATO Architecture Framework (NAF)*. Por el momento hay poco consenso en los diversos niveles de abstracción y de cómo denominarlos. En la figura siguiente se representa esta Arquitectura de Referencia.



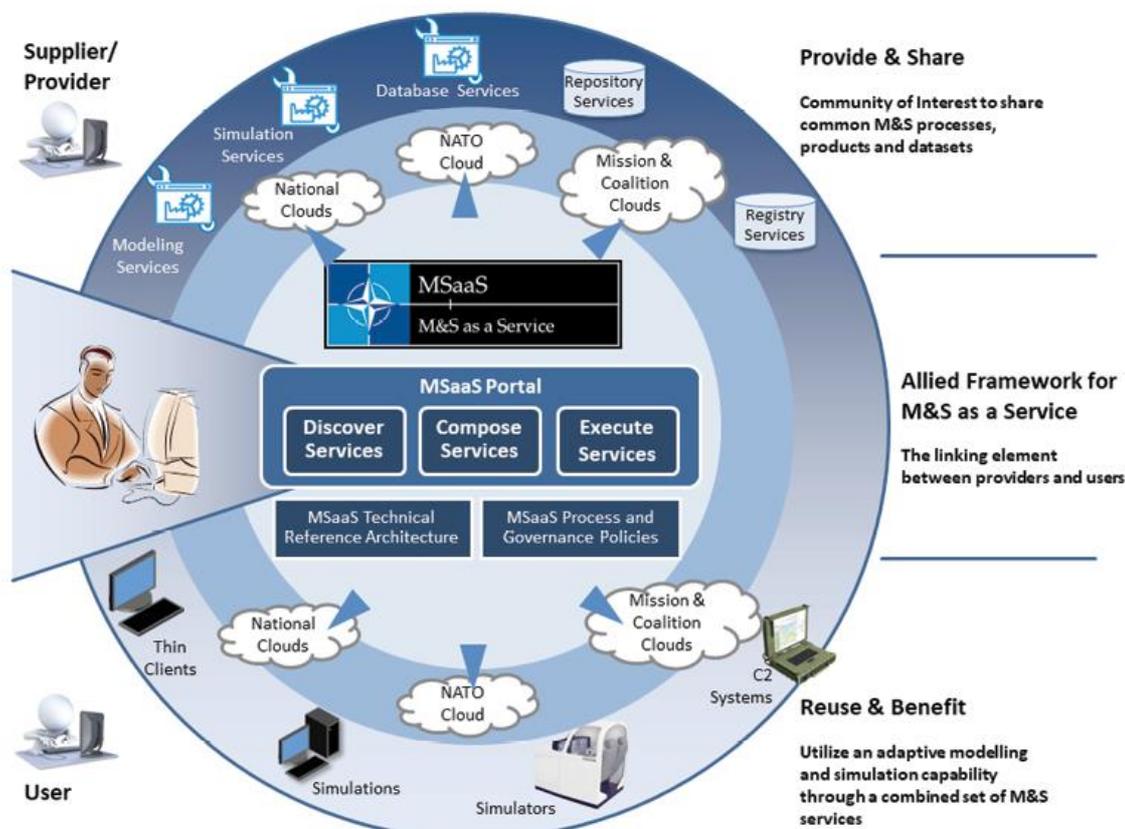
Arquitectura de referencia para el MSaaS, MSG-164

La taxonomía de la Agencia *NATO Consultation, Command and Control (C3)* se considera como la «arquitectura empresarial». Ella suministra una categorización

de las capacidades C³ de la OTAN (incluyendo la «estandarización» y los «requisitos»), que se organiza jerárquicamente mediante relaciones «supertipo-subtipo». Esta arquitectura se mantiene por el mando ACT de la OTAN y se puede visualizar y modificarse a través de la wiki de la taxonomía C3.

La «Arquitectura Técnica de Referencia» (TRA, por sus iniciales en inglés) se desarrolla y mantiene bajo el paraguas del NMSG a través de sus grupos de trabajo. La TRA define los bloques que deberían considerarse para la realización de una capacidad MSaaS y con los que se construye la arquitectura. La definición de la TRA deberá incluir tanto la de los bloques (*Architecture Building Blocks, ABB*), como, los patrones de la arquitectura (*Architecture Pattern, AP*) que se emplean para describir los ABB y cómo estos han de combinarse. Debe hacerse notar que en este tipo de arquitectura los ABB definen capacidades.

La arquitectura de una capacidad MSaaS particular se llama «Arquitectura de Proyecto» (que también se le conoce como, «Arquitectura Solución»). Como la MSaaS, la TRA proporciona los ABB para una capacidad MSaaS, muchos de los requisitos para la solución de los bloques constructivos que se emplean en el proyecto de arquitectura pueden en principio derivarse a partir de los bloques



Ciclo MSaaS para la OTAN, MSG WG 136

constructivos de la TRA. Además, se requiere cierto refinamiento para conseguir alcanzar los requisitos y las restricciones del proyecto. Debe hacerse notar que los bloques constructivos de la solución definen en este tipo de arquitectura una solución.

Resumen y conclusión

En la presente comunicación se analiza el impacto que la tecnología ha tenido en los conflictos del siglo XXI y como es de esperar que en los potenciales campos de batalla futuros habrá nuevas plataformas, equipos militares y sistemas cuyo empleo y doctrina de empleo habrá que simular. Este reto es muy exigente y complejo. El MSaaS se postula como una herramienta que proporciona servicios de simulación, viable y eficaz con esos nuevos escenarios, especialmente los complejos entornos urbanos.

Habría que estar muy atentos a las comunicaciones que se presenten a la próxima edición, la 50ª, de la reunión y congreso del NMSG que tendrá lugar en Bath (Reino Unido) del 18 al 19 de octubre de 2022, donde se plantearán precisamente los retos que esos nuevos sistemas, muchos de ellos autónomos, guiados por IA, plantean al dominio y la comunidad OTAN del M&S

Nota: Las ideas y opiniones contenidas en este documento son de responsabilidad del autor, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento de la Academia de las Ciencias y las Artes Militares.

© Academia de las Ciencias y las Artes Militares - 2022