

## BITS Y ALGORITMOS; ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL FUTURO CARÁCTER DE LA GUERRA

BITS AND ALGORITHMS; SOME REFLECTIONS ON THE  
FUTURE CHARACTER OF THE WAR

*Recibido: 28 / 06 / 2018    Aprobado: 11 / 09 / 2018*



Vicealmirante (R)  
**José Manuel  
Sanjurjo Jul**  
España

El autor es Vicealmirante del Cuerpo de Ingenieros de la Armada retirado. Ingresó en la Escuela Naval Militar en 1970. Ingeniero de Armas Navales con la Especialidad de Misiles. Doctorado de Armas Navales. Asiste al Defense System Management College (DSMC), Título de International Program Manager, Virginia (EEUU). Curso de Alta Gestión y Administración de Recursos en el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN). Curso de Capacitación para ascenso a Oficial General en el CESEDEN. Cursos sobre sistema de misiles antiaéreos en ALENIA (ROMA, NAPOLES); sistema de lanzamiento de misiles en FMC (MINNESOTA); Sistema de Combate Fragatas FFG de la clase "Santa María" en el centro de integración de UNISYS (LONG ISLAND N.Y.); misiles antibuque Harpoon y de acústica submarina. Participó en el Programa NATO Ati Air Warfare System (NAAWS) como director de armas, en Washington NAVAL SEA SYSTEM COMMAND. Director del Programa FAMS (FAMILIA DE MISILES ANTIAÉREOS) en la Oficina Internacional de París en la que participan Italia, Francia y el Reino Unido. Subdirector de Mantenimiento General de la Armada. Director de Construcciones Navales de la Armada. Director del Astillero de Cartagena de la empresa Navantia. Director del Programa del Submarino S-80, encargado de su reestructuración. Profesor de número en la Escuela Superior de Ingenieros de Armas Navales, actualmente pertenece a la Comisión del Doctorado de dicha escuela. Profesor de las materias del buque de guerra y de sistemas de combate en el Master Internacional sobre ingeniería naval de la Escuela Superior de Ingenieros Navales. Ejerció la presidencia y decanato del Colegio Oficial de Ingenieros de Armas Navales, la vicepresidencia Asociación Civil de Ingenieros de la Armada y de la Asociación Civil de Ingenieros de la Defensa. La actividad extra profesional se circunscribe a la investigación y difusión de la historia de la tecnología relacionada con la construcción naval, la de la fabricación de artillería y el efecto de los programas navales en el tejido industrial nacional. En la actualidad representa a la RAI en la European innovation Platform de Euro-CASE. Es poseedor de diversas condecoraciones. [jmsanjurjo@raing.es](mailto:jmsanjurjo@raing.es), [lug@iies.es](http://lug@iies.es)

## RESUMEN

El carácter de la guerra está experimentando profundos cambios como resultado de dos factores fundamentales; el cambio de escenario geopolítico y la revolución tecnológica en la que estamos inmersos. El escenario geopolítico actual, caracterizado por una potencia aun hegemónica que afronta la creciente competición de otras emergentes, está evolucionando hacia otro orden internacional multipolar con varias potencias con capacidades equilibradas, con numerosos estados fallidos y un creciente papel de organizaciones no estatales. Esta situación favorecerá los conflictos en la denominada zona gris. El otro factor lo constituye el ritmo acelerado del actual desarrollo tecnológico que estamos experimentando y en particular en el campo digital. El campo de batalla del futuro estará definido por los avances en la conectividad, la automatización y la robotización y por el traslado del conflicto al ciberespacio.

### **Palabras clave:**

Guerra y tecnología, la guerra del futuro, revolución tecnológica, conectividad, automatización, robotización, zona gris, guerra híbrida

## ABSTRACT

The character of warfare is changing fast and profoundly. Two mayor factors are contributing to this change; the evolving new geopolitical scenario and the technological revolution in which we are immersed. The present scenario, defined by a hegemonic superpower challenged by a growing competition with other emerging powers, is evolving rapidly to a situation in which the contest will take place among powers with similar industrial, technological, and military capabilities. During this period most of the conflicts will take place in so call gray zone of the spectrum and defined by hybrid warfare tactics. On the other side the technological revolution is shaping the battle space. Developments in the areas of connectivity, automation and robotics will redefine the character of war, and the future operational environments.

### **Key words:**

War and technology; the future war; technological revolution; connectivity, robotics; grey zone; hybrid warfare.

## INTRODUCCIÓN

El carácter de la guerra está ya experimentando cambios radicales e irreversibles como consecuencia por un lado de un nuevo escenario geoestratégico y político y por el otro de la profunda revolución tecnológica en la que estamos inmersos.

La naturaleza de la guerra, un fenómeno tan antiguo como la humanidad, siempre se ha correspondido a la época en la que ha tenido lugar, y como tal, es el fiel reflejo de los cambios sociales, políticos, tecnológicos e industriales del momento. Las guerras en las sociedades agrícolas, y feudales reproducían la estructura social de aquellas sociedades; las guerras napoleónicas la época de transición de las sociedades agrícolas a la sociedad industrial; la Primera Guerra Mundial fue el reflejo de la revolución industrial llevado al campo de batalla, en otras palabras la primera guerra tecnológica; y podemos considerar la Segunda Guerra Mundial como el exponente de la producción en masa y de la ciencia aplicada a la guerra en gran escala<sup>1</sup>. Y de aquí podemos extraer la conclusión general muy intuitiva de que la tecnología siempre ha sido un factor determinante en el carácter de los conflictos.



Fuente: Archivo del autor

1 El Proyecto Manhattan fue uno de los mayores esfuerzos científicos de la historia.

Por otra parte, el homo sapiens ha llegado evolutivamente hasta aquí, por nuestra capacidad de innovación tecnológica.

Desde el comienzo de la historia la tecnología ha estado presente en el campo de batalla, los mismos medios con los que se creaba riqueza se luchaba y con los que se luchaba se utilizaban para crear riqueza.

Y ahora que nos disponemos a esbozar algunas, de reflexionar sobre la naturaleza de la guerra en el futuro, necesariamente tenemos que analizar qué herramientas de una civilización globalizada, urbanizada, digitalizada y profundamente dependiente de la tecnología en todos sus aspectos afectarán a la manera de combatir.

Realizar predicciones sobre la naturaleza de la guerra en el futuro es un ejercicio intelectualmente arriesgado, pero sin embargo necesario, imprescindible me atrevería a decir, ya que tener una visión a largo plazo resulta absolutamente imprescindible para articular la adecuada estrategia, definir las tácticas más adecuadas, formar a los futuros combatientes, para la planificación de recursos y para la toma de decisiones sobre qué sistemas de armas adquirir y cuáles retirar, todo ello en aras de prepararse para un futuro incierto.

Pero antes de realizar inmersión en este proceloso océano y afrontar este apasionante tema, creo necesario realizar ciertas aclaraciones previas. La primera puntualización, es en lo referente al alcance de este análisis, ya que, el término guerra es demasiado amplio e incluso hoy en día lo suficiente ambiguo como para intentar abarcarlo en un único ensayo, que por sus características tiene que ser necesariamente reducido en extensión. Por lo que me limitaré a concentrarme en el efecto de los dos factores determinantes del carácter de los futuros conflictos; que son el escenario geoestratégico y político, junto con el desarrollo tecnológico.

La segunda puntualización, es sobre el horizonte temporal del análisis, no tiene sentido predecir tendencias tecnológicas o geoestratégicas más allá de la mitad de este siglo; cualquier prognosis que exceda de los 20 o 25 años, sería pura especulación o ciencia ficción.

En cuanto al nivel de intensidad de los conflictos, me atenderé a tratar las implicaciones del desarrollo tecnológico en los conflictos basados en la utilización de armamento llamado convencional. Enfrentamientos totales y globales con la utilización de armas nucleares y de destrucción masiva, aunque en absoluto descartables, quedan fuera del alcance de este artículo.

Por otra parte, quiero de antemano solicitar la benevolencia del lector, ya que como ya indiqué la Historia demuestra que realizar predicciones en este campo conlleva el consiguiente riesgo de correr el ridículo más espantoso. Como muestra, recuerde el lector que a finales del siglo XIX existía el convencimiento en Europa, de que el desarrollo de las redes de ferrocarril conduciría al rápido despliegue de tropas y a guerras cortas y decisivas; la realidad es que la Primera Guerra Mundial fue una cruel e inhumana guerra de trincheras de cuatro años de duración.

Y que en los años previos a la Segunda Guerra Mundial imperaba la idea de que el poder aéreo utilizado contra la población civil quebraría cualquier deseo de resistencia, pero no fue hasta la utilización del armamento nuclear al final de la guerra lo que hizo determinante el poder aéreo. O que ya más recientemente, nadie predijese que la guerra de Vietnam se perdería en los informativos televisados de la noche.

Pero ya en tiempos más cercanos, cuando los que como yo predicamos que la tecnología será la ventaja competitiva en el campo de batalla del futuro, acontecimientos como la reciente batalla de Mosul nos retrotraen a escenarios ya olvidados como Stalingrado que parecen poner en entredicho la validez de la hipótesis.

## EL FACTOR GEOPOLÍTICO CAMBIO ACELERADO, COMPLEJIDAD E INCERTIDUMBRE

No es un tópico que el mundo está cambiando a ritmo acelerado; nos ha tocado vivir una época de enormes cambios sociales, tecnológicos y geopolíticos, y no es que la humanidad no haya experimentado transformaciones radicales en el pasado, como lo fue por ejemplo la caída del imperio romano, pero nunca hasta ahora habían tenido el alcance, la extensión, la complejidad y el carácter exponencial como el actual.

Aquellos cambios tardaron siglos en producirse, en el mundo globalizado actual los cambios se producen a veces en pocos años, cuando no en meses.

Todo ello contribuye a la sensación en el ciudadano medio de la pérdida de referencias y a la idea de que estamos, inmersos en un torbellino de cambios constantes, llenos de incertidumbre.



Fuente: Archivo del autor

En la figura anexa se representan los factores más significativos que contribuyen al cambio que estamos viviendo; analizarlos, incluso someramente, constituiría en sí materia no sólo de un artículo monográfico, sino de todo un seminario. Por eso, como ya indiqué en la introducción, me limitaré a los dos que a mi juicio tendrán un efecto más determinante en la naturaleza de los conflictos de las próximas décadas, o por ponerlo en términos militares a conformar el futuro entorno operativo<sup>1</sup> en el que se desarrollarán los conflictos: el orden geopolítico en transformación y la revolución tecnológica.

Tratar de predecir cuál será el entorno operativo de las próximas décadas, pasa por analizar el equilibrio de fuerzas y la naturaleza de los actores que determinarán la evolución del escenario geoestratégico y la del orden internacional, y para ello, resulta imprescindible repasar lo ocurrido en las últimas décadas.

En un período de tiempo relativamente corto, apenas tres décadas, hemos pasado de una situación de guerra fría caracterizada por la confrontación contenida de dos grandes bloques ideológicos que coexistían al amparo del equilibrio pragmático que proporcionaba el convencimiento de la mutua aniquilación en caso de conflicto total -una guerra en la que nadie resultaría vencedor-, a un sistema multipolar del que ya quedan pocas trazas del "status quo" que surgió al final de la Segunda Guerra Mundial.

1 Lo que llamamos en el lenguaje actual Operational Environment.

Las implicaciones fueron pasando de un equilibrio arriesgado pero estable, a un panorama de caos propiciado por el vacío de poder que supuso la repentina desaparición de uno de los bloques.

Tras la caída del muro de Berlín, como consecuencia del colapso de la URSS, del desmembramiento del Pacto de Varsovia y la posterior realineación de fuerzas y actores, el escenario geoestratégico basculó hacia un sistema dominado por una superpotencia hegemónica y el bloque de la OTAN. Pero esa situación no ha durado mucho, hoy este escenario se resquebraja. Potencias emergentes y regionales pugnan por hacer valer su influencia y toman posiciones en el concierto internacional. No creo arriesgar mucho si afirmo que aunque aún perviven algunos vestigios, el “status quo” que se implantó a la finalización de la Segunda Guerra Mundial puede darse por concluido.

Y así, la situación geoestratégica actual es la de una gran potencia económica, tecnológica y militar<sup>2</sup>, que ve como disminuye su ventaja competitiva estratégica ante potencias emergentes que acortan distancias en lo militar, científico, tecnológico, industrial y comercial. La supremacía y el monopolio en estos campos ya no es exclusiva de la potencia dominante o de un grupo selecto de países, las potencias emergentes disponen de capacidad y potencialidad científica para explotar las nuevas tecnologías, en particular las digitales, y desarrollar sus propios sistemas avanzados de armas y crear sus propios conceptos de operaciones basadas en la aplicación de la revolución digital.

<sup>2</sup> Esta situación no es nueva en la Historia: Roma, el Imperio Español, Inglaterra, etc.

Sin embargo, en condiciones normales –suponiendo que no se produzca una discontinuidad inesperada en el escenario internacional a corto y medio plazo–, un enfrentamiento militar frontal no les proporcionaría ninguna ventaja estratégica. Pero por otra parte, es de esperar que nadie esté dispuesto a renunciar a perseguir sus objetivos, recurriendo a la vieja estrategia de la asimetría, que aunque es tan antigua como la propia historia de la guerra, ahora adquiere nuevas formas de ponerla en práctica. El lector comprenderá que esta situación será en todo caso transitoria, y la podemos considerar como el preludio al momento en que pudiesen equilibrarse las capacidades de las grandes potencias, lo que daría lugar a un escenario completamente diferente del orden internacional.

El escenario internacional bascula de una situación con una potencia hegemónica indiscutible a otro multipolar caracterizado por la creciente competición con potencias emergentes.

A la complejidad y volatilidad del panorama internacional también contribuye la proliferación de grupos no estatales de diversos carices; político, religioso, étnico, criminal, terrorista, etc. con su propia agenda de intereses y a veces con una considerable capacidad de acción. Por si esto no fuese en sí suficiente para crear un sombrío panorama de incertidumbre, hay que añadir la aparición de estados fallidos –en buena parte consecuencia de revoluciones internas e inconclusas guerras civiles– carentes de una estructura de gobierno y de una autoridad vertebradora y en los que campan con absoluta impunidad señores de la guerra, facciones armadas, organizaciones de crimen organizado, etc.



El escenario descrito, favorece, que los conflictos se produzcan en lo que se ha dado en llamar la “zona gris” del espectro de intensidad y de carácter “híbrido”. Este tipo de conflictos, no son enfrentamientos declarados, son acciones ambiguas, no necesariamente y exclusivamente militares, en los que es difícil señalar inequívocamente su autoría, pero cuidadosamente diseñadas para no traspasar ciertas líneas rojas que pudiesen desencadenar una fulminante respuesta. No existe un patrón típico para este tipo de acciones, que pueden abarcar desde la utilización de grupos intermediarios, fuerzas con uniformes sin distintivos, ataques cibernéticos, campañas de información falsas en las redes sociales, o en ciertos medios para condicionar a la opinión pública, etc.

Este concepto de guerrilla llevada al nivel geoestratégica, no deja de ser una manera de explotar la asimetría ante un adversario al que se desea desgastar al contrincante, evitando un confrontamiento frontal de alta intensidad.

Los conflictos en la “zona gris”, persiguen dejar al contrincante con poco margen de maniobra para reaccionar, bien porque su concepto de defensa nacional no está adaptado a estas situaciones difusas y ambiguas, o bien porque el agresor sabe que los mecanismos de toma de decisión de su adversario son lentos y complejos muy condicionados por la opinión pública, y sobre todo, porque las Fuerzas Armadas no están dotadas de la doctrina, adiestramiento y equipo para desenvolverse en estas situaciones.

En tanto persista el escenario estratégico descrito, disminuirá la probabilidad de enfrentamientos de alta intensidad entre ejércitos regulares y estatales y aumentará la de que se den de carácter híbrido y tengan lugar en la “zona gris” del espectro de intensidad.

No podemos ignorar que como telón de fondo, asistiremos a una guerra económico comercial cada vez más agresiva y a una competición científico tecnológica similar a la que se vivió durante la carrera espacial del siglo pasado. Adicionalmente a esta competición soterrada, durante este período hay que prever una nueva carrera armamentística en la que aparezcan nuevas armas revolucionarias con tecnologías rompedoras.

Un aspecto que me gustaría citar es el del crecimiento demográfico y del imparable fenómeno de la urbanización que está sufriendo la población mundial<sup>3</sup>. Estamos asistiendo al crecimiento de mega ciudades y simultáneamente aumenta el porcentaje de la población mundial que se encuentra en zonas costeras. La conclusión es clara, los conflictos armados en la zona gris se librarán sobre todo, en zonas urbanas congestionadas con población civil viviendo en ellas y en las áreas costeras o muy próximas a grandes ríos.

Hay que ser precavido a la hora de extraer lecciones de conflictos pasados, –no hay dos guerras iguales– pero los recientes combates en la toma de Mosul y en Sadr podrían ser una muestra de lo que cabría esperar en el futuro, combates urbanos en zonas pobladas y congestionadas en las que resulta difícil discernir el combatiente del no combatiente.

Quiero en este punto enfatizar en el gran problema que afronta el planificador estratégico; prepararse para un conflicto global de alta intensidad y simultáneamente dispo-

<sup>3</sup> Para el 2030 se prevé que el 60% de la población mundial viva en zonas urbanas

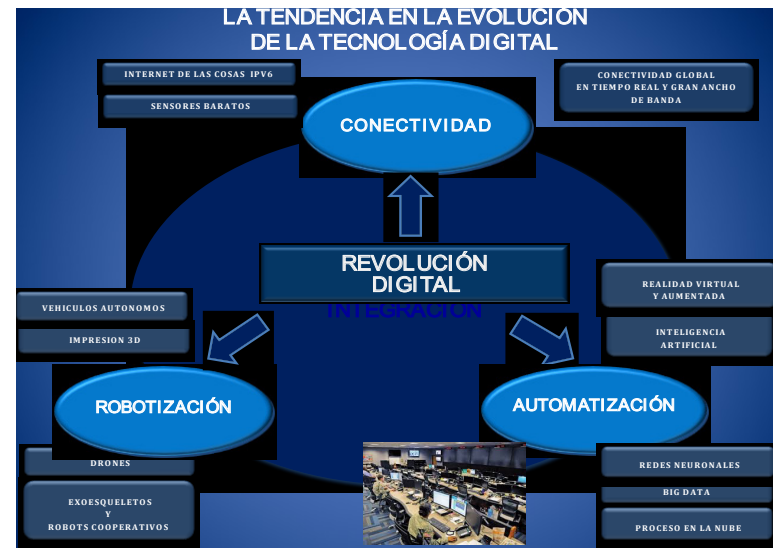
ner de una fuerza suficientemente flexible para operar en la zona gris del espectro es todo un reto.

## EL FACTOR TECNOLÓGICO: UNA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN UN MUNDO EN TRANSICIÓN

La humanidad está viviendo la mayor transformación científico-tecnológica desde la innovación de la agricultura en el neolítico. En los últimos cincuenta años esta transformación ha adquirido una extensión y un ritmo marcadamente exponencial que afecta a todas las áreas del conocimiento humano y está cambiando radicalmente nuestra sociedad.

Si tuviese que caracterizarla, diría que asistimos al desarrollo de tres revoluciones tecnológicas simultáneas, la digital, la biológica y la de la nanotecnología; las tres interrelacionadas y confluyendo estrechamente a áreas comunes y todas propulsadas por el fenómeno de la digitalización, que es el verdadero motor de este cambio sin precedentes.

Pero por no apartarme del tema de estas reflexiones y por considerar que es la que tendrá un impacto inmediato voy a ceñirme y concentrarme en lo que supondrá la revolución digital en el futuro entorno operativo; sin embargo antes, quiero subrayar, que aunque se salen del alcance del presente trabajo, los avances en los campos de biotecnología y nanotecnología confluyendo con la revolución digital abren un panorama de posibilidades inimaginables e inquietantes al mundo de la defensa.



Fuente: Archivo del auto

Como ya indiqué, realizar predicciones precisas sobre futuros desarrollos tecnológicos y nuevos productos que aparecerán en el mercado carece de todo rigor; pero lo que sí se puede es identificar tendencias y consecuentemente analizar su potencial influencia en el futuro entorno operativo.

Con la invención del transistoral final de la Segunda Guerra Mundial, se inicia la presente revolución digital en la que estamos inmersos. Nadie imaginó la repercusión de aquella invención, ni llegó a entrever todas sus potenciales aplicaciones. Sin embargo, desde entonces, nuestras vidas han estado profundamente influenciadas por ella: la manera en que trabajamos, nos divertimos, nos educan, nos comunicamos, nuestra sanidad, los medios con los que creamos riqueza y por supuesto con los que combatimos están gobernados por los bits, por la capacidad disponible para procesarlos y almacenarlos, y de las redes que los dis-

tribuyen globalmente a la velocidad de la luz sin tener que preocuparse del peso. Incluso ahora es difícil entender en toda su extensión el efecto que innovaciones surgidas del desarrollo digital como Internet o la telefonía móvil tiene en nuestra civilización.

Aunque para el ciudadano medio los signos visibles de la revolución digital sean artilugios como su teléfono móvil inteligente, las Apps o el iPad, el impacto de los bits y de los algoritmos en la civilización es mucho más profundo, mucho menos visible y mucho más ubicuo y global; podemos decir que hoy en día su influencia se extiende prácticamente a todos los campos de la ciencia y la tecnología y del saber humano. Avances científicos, como por ejemplo la edición del genoma humano, serían inconcebibles sin los espectaculares desarrollos de la tecnología digital.

El público en general tampoco es totalmente consciente de que una de las consecuencias del desarrollo digital es que, cada vez en mayor medida, las actividades que antes tenían lugar en el mundo físico ahora se desplazan al dominio virtual o a la zona de intersección entre el mundo real y virtual; es decir, cada vez menos átomos y más bits, o lo que es lo mismo, cada día actuamos más en el dominio cibernético.

Como ya esboqué anteriormente, es una constante histórica que los mismos medios que utilizamos para la guerra sean los que utilizamos para crear riqueza, y los que utilizamos para crear riqueza sean los que utilizamos para la guerra. Arados y espadas se intercambian según el momento histórico. Por eso, viviendo inmersos en una profunda transformación digital, no nos puede extrañar que el campo de batalla sea cada vez más digitalizado, automatizado y

robotizado como fiel reflejo de lo que está ocurriendo en nuestras vidas cotidianas.

En el futuro veremos la explotación total de la revolución digital aplicada a la manera de combatir.

La aplicación y explotación de las posibilidades que ofrecía la incipiente revolución digital a la gestión integral de un teatro de operaciones, comenzó a gestarse hace ya unas décadas en los Estados Unidos, como parte de una amplia estrategia conocida como RMA (Revolution of Military Affairs), uno de cuyos pilares, si se me permite la simplificación, consistía en el concepto de un teatro de operaciones digitalizado e integrado, combinado con el empleo de plataformas stealth y armas guiadas de precisión.

Otro de los pilares era la incipiente idea de considerar el ciberespacio como una nueva dimensión del campo de batalla. El teatro de operaciones ya no consistía en las tres dimensiones clásicas sino que había nacido el concepto embrionario de lo que sería en el futuro y seguirá siendo la guerra multidimensional.

Los futuros conflictos se librarán simultáneamente en todos los dominios, tierra, mar, aire, espacio, ciberespacio y espectro electromagnético.

La segunda guerra de Irak fue el exponente y la demostración práctica de esta doctrina. Un ejército iraquí formidable en número, pero con la visión prácticamente bidimensional de la guerra, se vio literalmente arrollado por una fuerza que combatía con un concepto multidimensional.

¿Qué es diferente ahora? En primer lugar, desde entonces las tecnologías digitales han experimentado avances sor-

prendentes, pero la verdadera diferencia es el resultado de que la ley de Moore se ha ido cumpliendo de manera implacable, la tecnología de los microprocesadores ha continuado su progresión imparable, y hoy la capacidad de proceso de que se dispone es en varios factores superior a la que existía cuando se formuló inicialmente la doctrina RMA.

Es este ritmo de crecimiento exponencial de la capacidad del hardware, la que permite la implantación de los demás atributos que conforman un espacio de operaciones totalmente integrado, atributos como pueden ser el manejo automático de una ingente cantidad de datos (Big Data), distribución de información automática entre distintas redes, fusión de información de sensores diferentes, realizar simulaciones prácticamente en tiempo real, concentración de la potencia de fuego con precisión en el tiempo y el espacio, etc.

En segundo lugar, no es únicamente que la electrónica haya experimentado un desarrollo sin precedentes, es que se ha producido en el mundo comercial. Hemos pasado de una situación en la que el campo de la electrónica que era casi exclusivo del mundo militar –ordenadores y lenguajes de software específicos para aplicaciones militares– a otra en la que la electrónica de consumo civil ha tomado el relevo y es ahora el mundo militar el que recurre a versiones “militarizadas” (que cumplan normas específicas militares) de productos existentes en el mercado civil.

La incorporación de toda la amplia panoplia de desarrollos tecnológicos en conectividad, automatización y robotización serán los que en gran medida determinen la fisonomía del combate en el futuro. Estos avances ya no

serán patrimonio exclusivo de los ejércitos regulares y raramente de una única nación; una de las características de la revolución tecnológica es su democratización, difusión y globalización. Hoy cualquiera puede adquirir la mayoría de los productos de alta tecnología digital que se encuentran en el mercado a un precio razonable, incluso antes de que los ejércitos regulares los incluyan en sus inventarios. La disponibilidad de tecnología barata y asequible en el mercado o relativamente fácil de fabricar e integrar a partir de componentes existentes en el mercado va a estar presente en todos los enfrentamientos futuros, ya que le proporciona al combatiente irregular una considerable capacidad de amenaza asimétrica.

La disponibilidad de tecnología barata y asequible en el mercado o relativamente fácil de desarrollar va a estar presente en todos los enfrentamientos ya que le proporciona al combatiente irregular una considerable capacidad de amenaza asimétrica.

Piénsese por ejemplo, en los enormes avances que se han producido en la última década en campos como el de los drones comerciales dotados de cámaras digitales, con GPS y con enlace directo a tierra, ideales para inteligencia y con capacidad para transportar cargas explosivas de cierta consideración para ataques letales, que además pueden fácilmente agruparse en enjambre y saturar un sistema de defensa antiaéreo<sup>4</sup> y la facilidad con la que pueden adaptarse al empleo militar.

<sup>4</sup> En el momento que se escribía este artículo, se anunciaba que la compañía china JD.com empezaba a operar un servicio de distribución de paquetes mediante drones.

Sería interminable enumerar todos los productos de tecnología digital disponibles en el mercado desde teléfonos móviles, ordenadores portátiles con gran capacidad de proceso, cámaras digitales fácilmente integrables en red, el mismo Internet, dispositivos laser de baja potencia que pueden cegar a un contrincante, etc; en fin un amplio catálogo de productos que inevitablemente estarán presentes en los futuros escenarios híbridos.

La figura anexa es una representación muy esquemática de las áreas en las que se producirán las innovaciones a lo largo de los ejes de desarrollo tecnológico digital: conectividad, automatización y robotización.

Comencemos con las tecnologías relacionadas con la **conectividad** que seguirán teniendo una enorme incidencia en el desarrollo del paradigma del espacio de combate multidimensional totalmente integrado y digitalizado. El combatiente digital dispondrá en su nivel jerárquico –con sus propios recursos orgánicos o acudiendo a procesos en la nube en escalones superiores– una capacidad de proceso y algoritmos que le permitirá disponer de una visión integrada del campo de operaciones, gestionar las amenazas, simular en tiempo real los distintos escenarios a los que puede evolucionar la situación en función de las decisiones que tomemos y solicitar potencia de fuego adicional y concentrada en el momento y lugar óptimo, realidad aumentada, etc.

Por otra parte, toda esta visión de situación la tendrá con referencia a sistemas de posicionamiento cada vez más preciso. Es decir, cumplir el viejo sueño de tener la perfecta visión de “lo que hay al otro lado de la colina”.

Con independencia del grado de intensidad, la ventaja competitiva en el futuro la proporcionará un concepto de espacio de combate digital y totalmente integrado.

La proliferación de sensores digitalizados de todo tipo a muy bajo coste en el mercado civil, conducirá a un campo de batalla saturado de captadores de información digital en red, que a su vez, generarán una ingente cantidad de datos digitales que proporcionarán una visión de alta granularidad de las situaciones estratégica y táctica. Ningún operador humano podría gestionar semejante carga de información, será la tecnología<sup>5</sup> la que permitirá procesar y distribuir automáticamente ese volumen de información y presentarla en forma de realidad virtual, realidad aumentada, holográfica o simplemente en pantalla y distribuirla a todos los usuarios del espacio de batalla integrado.

El desarrollo del llamado Internet de las máquinas<sup>6</sup> abre la posibilidad de que el diálogo e intercambio de información sea automáticamente entre máquina-máquina sin que un operador humano esté en el lazo. Esta situación, dejando al lado en este momento las consideraciones éticas que pudiese plantear, será inevitable; no es realista pensar que habrá siempre un operador supervisando lo que ocurra en el ciberespacio y en las interfaces entre el ciberespacio y el dominio físico, sobre todo si tenemos en cuenta que el “tempo” del campo de batalla será más acelerado<sup>7</sup> y el es-

5 Big Data.

6 Internet of Things, IoT.

7 La hipervelocidad será, sin duda alguna, uno de los atributos de las próximas generaciones de sistemas de armas. Hipervelocidad significará menor tiempo de reacción, más sobrecarga en los sistemas automáticos de gestión, un nuevo dinamismo en el espacio de operaciones y cada vez menos intervención humana.

pacio más congestionado con la consiguiente saturación de los operadores humanos.

La gestión óptima del futuro espacio de combate integrado que será posible por la explotación de la ingente cantidad de datos disponibles procedente de la información integrada y fusionada de todos los sensores y de la asignación de todos los recursos en el teatro y en concreto la capacidad de concentrar la potencia de fuego de distintas plataformas en el punto, requerirá de redes complejas capaces de distribuir datos tácticos en tiempo real. Esta capacidad no es algo totalmente nuevo, ya existe la posibilidad de que por ejemplo una dirección de tiro dispare sus misiles anti-aéreos con información de los sensores de otra plataforma terrestre, naval o aérea geográficamente alejada, pero la futura capacidad se extenderá en profundidad a todo el espacio de combate integrado. A medida que se implemente la capacidad se requerirán medios de control sofisticados, ya que todo el proceso tiene que realizarse en tiempo real, y eso sólo será posible con ingentes recursos de proceso y redes tácticas específicas que los nuevos avances tecnológicos proporcionen.

Cuando hablamos de **automatización** y en particular de toma de decisiones tenemos necesariamente que referirnos a la inteligencia artificial (AI) o inteligencia sintética.<sup>8</sup> Esta herramienta ha experimentado en la última década un desarrollo sin precedentes que está ya afectando a numerosas facetas de la vida civil. Los avances y sus aplicaciones son tan rompedores y se han producido en tan corto período de tiempo que a pesar su utilización en el mundo civil ya

<sup>8</sup> Personalmente me inclino por utilizar el término Inteligencia sintética en vez del aceptado inteligencia artificial.

se está generalizando, aun no existe una sólida estrategia para su utilización en el campo de la defensa<sup>9</sup>. Los avances en AI permitirán desarrollar algoritmos que procesen toda la información disponible y presentársela y recomendar al operador humano en los distintos niveles estratégicos, operacionales y tácticos la línea de acción óptima<sup>10</sup>.

Parece muy intuitivo que un programa informático como Alpha Go capaz de derrotar a los campeones de un juego que se creía imposible que se pudiese implementar en una máquina, su utilización tenga un impacto determinante en el futuro entorno operativo. Estos futuros “algoritmos guerreros” implementados en redes neuronales y capaces de autoaprendizaje basados en la experiencia, constituirán la columna vertebral del concepto de guerra multidimensional.

A medida que evolucione la tecnología, y aunque de momento estén diseñados para tareas específicas, a medida que se vayan integrando distintos módulos funcionales entre sí, su capacidad se irá aproximando al llamado punto de singularidad<sup>11</sup>, en la que una súper máquina sobrepase a cualquier ser humano.

La inteligencia artificial será un factor determinante en el futuro entorno operativo.

<sup>9</sup> Los planes del Pentágono son la creación de un centro “Joint Artificial Intelligence Center”.

<sup>10</sup> El Pentágono está ya utilizando AI en la gestión de inteligencia proporcionada por drones mediante el programa Maven

<sup>11</sup> El término “singularity” fue acuñado inicialmente por el matemático John von Neuman, posteriormente popularizado por Ray Kurzweil, pero el que lo populariza con la acepción con la que la utilizamos hoy es el matemático y escritor Vernor Vinge

En cuanto a la **robotización**, no hay más que hojear una de las muchas publicaciones profesionales, para ser conscientes de cómo en cuestión de dos décadas se ha robotizado el campo de batalla. Esta es una tendencia imparable en todos los dominios; desde nano robots hasta grandes plataformas navales de superficie y submarinas pasando por aviones de combate, mulas mecánicas, carros de combate y un largo etc. En el futuro asistiremos a la constante aparición de nuevos y más sofisticados robots autónomos o remotos para diversas aplicaciones y misiones.

Se pueden predecir varias tendencias evolutivas en este campo. En un extremo drones más ligeros, más pequeños y baratos que pueden operar independientemente como sensores para la adquisición de inteligencia táctica que facilitarán la necesaria granularidad en la visión del campo de operaciones, sobre todo en escenarios congestionados como el de un ambiente urbano, o bien formando enjambres capaces de saturar las defensas de un enemigo.

En el otro extremo asistiremos a la combinación de plataformas madre tripuladas, operando conjuntamente con plataformas terrestres aéreas y navales no tripuladas y autónomas operando conjuntamente. La tecnología permite prescindir del operador a bordo lo que es un factor de ahorro importante en términos de peso y de reducción de riesgo. Pasando por sofisticados vehículos robots capaces de misiones de inteligencia, logísticas, relés de comunicaciones, guerra electrónica, etc.

Requiere especial mención los llamados Killer Robots, robots completamente autónomos, es decir sin un humano supervisándolos, con capacidad de decidir quién o qué es una amenaza y de proceder a eliminarla. Su potenciali-

dad y letalidad se irán incrementando si consideramos el imparable desarrollo que la inteligencia artificial les proporcionará en el futuro. Creo, que a pesar de la creciente presión internacional para la prohibición de este tipo de sistemas, la experiencia histórica es que una vez que existe una tecnología que puede suponer una ventaja, siempre acaba utilizándose en el campo de batalla. Por otro lado la clasificación de sistema autónomo es ambigua, muchos de los misiles o torpedos inteligentes hoy en los inventarios podrían considerarse que pertenecen a esta categoría.

La doctrina actual en muchas Fuerzas Armadas es que siempre que un sistema remoto tenga la posibilidad de realizar ataques haya siempre un operador en el lazo de control con capacidad de abortar la misión, pero ¿van a seguir ese principio los potenciales contendientes irregulares? o ¿se va a continuar aplicando esta doctrina en un entorno saturado de un combate futuro?

Llegados a este momento, hay un tema que aunque en sus inicios, merece prestarle cierta atención ya que puede convertirse en la próxima frontera de la intersección de las revoluciones digitales y tecnológicas, me refiero a la interface cerebro-máquina. Los avances en esta área están básicamente impulsados por la medicina en el campo del desarrollo de prótesis avanzadas, pero versiones menos sofisticadas como exoesqueletos activos o pasivos ya están entrando en servicio en varias Fuerzas Armadas.

Ya para ir concluyendo, la tecnología en sus diferentes aplicaciones será el factor determinante a la hora de configurar el futuro campo de batalla. Pero en particular será la revolución digital en sus aspectos de conectividad, automatización y robotización la que va a permitir la puesta en

servicio de sistemas cada vez mas complejos de gestión del campo de batalla totalmente integrados con redes y nodos para el mando y control, la gestión de la información y de la potencia de fuego disponible.<sup>12</sup>

La arquitectura de estos súper sistemas permitirá que cada unidad de combate puede “enchufarse” y automáticamente combatir, es decir proporcionará la óptima interoperabilidad, integración efectiva y la fusión ponderada de todos los sensores distribuidos en el teatro de operaciones y por otro lado la posibilidad de concentrar de manera óptima toda la capacidad de fuego disponible en el lugar y en el momento oportuno.

El lector es consciente que la arquitectura e infraestructura necesaria para desplegar este concepto en toda su extensión requiere un formidable entramado de nodos y redes de datos de todo tipo basadas en segmentos terrestres, aéreos, navales y espaciales y sobre todo su manejo se requerirán nodos de gestión altamente automatizados<sup>13</sup>, pero sobre todo, un nuevo perfil de combatiente que necesariamente tendrán que ser un “nativo digital”.

## EL FACTOR HUMANO: ¿BITS O BAYONETAS?

Hoy los adolescentes, en su vida cotidiana, utilizan y están familiarizados con una enorme variedad de tecnología digital, que está a la altura, sino es superior, a la que utilizan nuestros combatientes. Las nuevas generaciones

ya se desarrollan en un mundo totalmente digitalizado, su manera de comunicarse en las redes sociales, de divertirse con los videojuegos, de acceder al conocimiento mediante Internet, los convierte en verdaderos “nativos digitales” y como ya se indicó, es este el perfil que precisamente tendrá el combatiente del futuro.

### **El combatiente del futuro será un “nativo digital”.**

El futuro soldado, provendrá de una sociedad mucho más tecnificada y digitalizada que la actual, en la que la relación hombre-máquina y máquina-máquina será algo natural aprendido desde la infancia y por lo tanto no requerirá de un adiestramiento adicional.

Para aquellos lectores familiarizados con sistemas de combate avanzados ciber físicos les resultará fácil entender la gran diferencia que supone, que el que se sienta delante de una consola multifunción moderna sea alguien que desde la infancia está acostumbrado a interrelacionarse con sistemas digitales.

El combatiente digital, sin perder los valores tradicionales, ni el ansia de vencer que constituyen el verdadero ethos del soldado a lo largo de la historia, tendrá que desenvolverse en un mundo digital y tecnificado en el que será esencial cooperar con máquinas de todo tipo dotadas de inteligencia sintética y capaces de utilizar las mismas herramientas e instrumentos que los humanos. Sin duda alguna será precisamente en el área del interface del hombre con esas máquinas inteligentes donde se produzcan los avances más radicales.

Robots cooperativos, y en general sistemas capaces de reconocer y comprender la voz humana y de sintetizarla per-

12 GSS, Global Sensor and Strike network.

13 Aquí la AI será un factor crucial.



fectamente para dialogar con los humanos, serán la rutina en el campo de batalla. Desde el piloto más sofisticado de caza al soldado de infantería, todos estarán saturados por tal cantidad de información que serán cada vez más dependientes de la inteligencia sintética en sus más diversos aspectos.

No está lejano el momento denominado punto de singularidad<sup>14</sup>, en la cual la combinación de capacidad de proceso y la AI sobrepasen a la mente humana prácticamente en todos sus capacidades; esto abre una nueva posibilidad inquietante, el combate del futuro no será únicamente hombres contra hombres y máquinas contra máquinas, sino también humanos enfrentados a máquinas inteligentes y autónomas. Por ejemplo, el piloto de combate tendrá que enfrentarse a drones autónomos dotados de una inteligencia sintética que en teoría sobrepasará a la suya propia.

Otra capacidad, teóricamente posible, que tampoco está muy lejana son las nuevas formas de interface cerebro máquina con o sin implantes intrusivos en el cerebro. El sueño de poder controlar sistemas físicos mediante el proceso de ondas cerebrales, al que la medicina dedica enormes esfuerzos, está cada vez más próximo para aplicaciones industriales y de defensa. Los avances en prótesis de este tipo son sorprendentes.

Pero al mismo tiempo que el futuro combatiente se prepara para un tipo de guerra eminentemente tecnológica, no puede ignorarse que los conflictos en la zona gris en los que las tácticas híbridas serán el día a día, lo llevará a verse inmersos en escenarios tácticos en los que la "niebla de la

guerra" será más espesa que nunca; confinados en ambientes urbanos en los que la diferencia entre el combatiente y el civil será borrosa, en los que convivirán alta tecnología con armas primitivas, como las bombas de cuneta, en los que el combate será esporádico y no continuo y en los que se desplegarán todas las tácticas que persigan explotar la asimetría sin ninguna consideración ética ni respeto por los derechos humanos.

Y ya para finalizar, no quiero dejar de citar los retos éticos que la naturaleza de la guerra futura nos plantea dejando una pregunta en el aire. ¿Hasta qué punto trasladaremos a sistemas autónomos inteligentes la responsabilidad de decidir sobre la vida o la muerte de otros seres humanos?

## REFLEXIONES FINALES

En el futuro, las causas de los conflictos armados seguirán siendo las mismas que lo han sido a lo largo de la historia. No hay más que leer a Tucídides<sup>15</sup> para constatar que las causas de los conflictos armados han permanecido inalterables; recursos, política, raza, religión, megalomanía y disputas territoriales en distintas proporciones han sido los ingredientes del origen de los conflictos armados, y lo seguirán siendo, en el futuro.

El escenario geopolítico previsible hasta mediados de siglo induce a pensar que la mayoría de los conflictos tengan lugar en la considerada zona gris del espectro de intensidad, si bien continuamos teniendo sobre nuestras cabezas

14 Capaces de pasar el famoso test de Turing.

15 Historia de la Guerra del Peloponeso.

la amenaza de un conflicto de alta intensidad con posible utilización de armamento nuclear.

La tecnología seguirá siendo un factor multiplicador de fuerza. La profunda y extensa revolución tecnológica en la que estamos inmersos tendrá inevitablemente un fuerte impacto en la naturaleza de los conflictos armados futuros.

A medida que avancen los desarrollos en los campos de la biotecnología y la nanotecnología aparecerán nuevas amenazas para las que tendremos que prepararnos, pero lo que realmente dicte la naturaleza de la guerra en el futuro van a ser los avances resultantes de la revolución digital, una de cuyas consecuencias es que los conflictos se libren en gran medida en el dominio del ciberespacio: bits y algoritmos combatiendo contra otros bits y algoritmos.

La robotización del campo de batalla y la tendencia hacia un teatro de operaciones digitalizado, automatizado plenamente integrado es imparable, y como ha quedado di-

cho, las armas del combatiente del futuro van a ser en gran medida bits y algoritmos, pero estaría dando un mensaje totalmente equivocado si dejo al lector con la impresión de que la guerra va a ser un video juego incruento entre soldados de salón o una confrontación entre robots. Las bayonetas tendrán su papel fundamental.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Artificial Intelligence and the Future of defense*. 2017. The Hage Center of Strategic Studies.

Bostrom, N. 2014. *Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies*. Oxford. Oxford University Press.

Hunter, E. 2015. *The challenges of Hybrid Warfare*. Tallin. International Center for Defense and Security.

Negroponte, N. 1995. *Being Digital*. New York. Random House.

Sanjurjo, J.M. (jul. 2009). *Reflexiones sobre tecnología y defensa en el siglo XXI: El Combatiente Digital*. Madrid: Real Academia de Ingenieria.

The Operational Environment, 2030-2050: The Emerging Character of Warfare.2017. US Army Training and Doctrine Command.

*Towards a New Defense Strategy*. 2014. Centre of Strategic and Budgetary Assessments

Vickers, M., Martinage, 2004. *The Revolution in War*. Center for Strategic and Budgetary Assessment.