

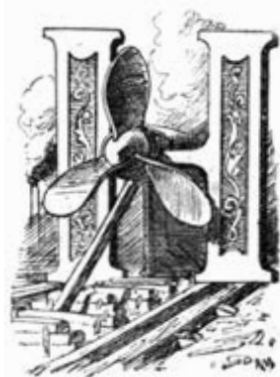
GUERRA 4.0: ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL FUTURO CARÁCTER DE LA GUERRA

José Manuel SANJURJO JUL
Académico de la Real Academia de Ingeniería de España



(Ing.) (RR)

Introducción



ACE ya algunos años, sin otra pretensión que la pura curiosidad intelectual, decidí acometer un análisis sistemático de la relación guerra-tecnología a lo largo de la historia y de su proyección en el futuro (1). Pronto me percaté de que había subestimado el tamaño del «mamut» y sobrevalorado mis propias capacidades; la tarea era ingente, pero ya era demasiado tarde, el tema ya me había cautivado.

Desde entonces, de ese esfuerzo inconcluso pero continuado, he ido desgajando diversas conferencias y artículos sobre el tema y, sobre todo, el núcleo de mi discurso de ingreso en la Real Academia de Ingeniería.

De ese ejercicio intelectual y de mi reciente experiencia profesional relacionada con la digitalización de toda la cadena del complejo proceso productivo de un gran sistema de armas (2) surgieron las presentes reflexiones sobre cómo la evolución de la tecnología conformará el futuro carácter de la guerra.

¿Naturaleza o carácter? Clausewitz fue el primero que, más allá de una diferencia simplemente semántica, distinguió entre carácter y naturaleza de la

(1) Una versión reducida de este artículo ha sido publicada con el título de «Bits y algoritmos» en la *Revista Científica* del Instituto Superior para la Defensa (INSUDE) de la República Dominicana, 2018.

(2) La aplicación del concepto Industria 4.0 en la industria de defensa.

guerra; para él la naturaleza de la guerra era lo inmutable, lo que se mantiene constante, lo permanente de esta actividad humana a lo largo de la historia, mientras que el carácter se refería a lo cambiante en cada época, es decir, lo que define cómo la guerra ha mutado a través de los siglos; y es evidente que la tecnología es uno de los factores, aunque no el único, que determina el carácter de los conflictos en los diferentes momentos de la historia.

La naturaleza de la guerra en el futuro seguirá siendo inmutable, como lo ha sido siempre, básicamente una confrontación de voluntades; pero su carácter está experimentando cambios radicales, profundos e irreversibles que, como veremos, son consecuencia, por un lado, del nuevo escenario geoestratégico y geopolítico que se está perfilando, y por el otro, de la profunda revolución tecnológica en la que estamos inmersos.

El carácter (3) de la guerra siempre se ha correspondido con la época histórica en la que ha tenido lugar y, como tal, ha sido el fiel reflejo de los cambios sociales, políticos, tecnológicos e industriales del momento.

Las guerras en el período preindustrial y agrícola reproducían la estructura de aquellas sociedades; las napoleónicas fueron el reflejo de la transición a la era industrial y a la transformación de los Estados, que permitieron la movilización de grandes ejércitos uniformados con tácticas unificadas y armamento estandarizado, logística incipiente organizada y grandes flotas con buques de línea normalizados; todo ello respaldado por una amplia producción industrial (4) y por el aparato burocrático de los Estados. Poder militar y naval empezaba a ser sinónimo de poder industrial, económico y tecnológico.

Durante la Primera Guerra Mundial vemos que la Revolución Industrial ya está fuertemente enraizada en Europa y se aplica al conflicto en toda su dimensión: tanques, aeroplanos, submarinos y las flotas de acorazados como símbolo del poder industrial; es la primera contienda tecnológica, científica e industrial (5).

Pero la Segunda Guerra Mundial fue el vivo exponente de la producción industrial en masa y, sobre todo, de la movilización de la ciencia aplicada y la innovación tecnológica a gran escala (6).

La Guerra Fría no se libró en los campos de batalla ni en los océanos; fue un conflicto incruento basado en la carrera tecnológica entre las dos grandes

(3) Sir Hew Strachan, profesor de Historia de la Guerra en Oxford, establece la misma diferencia entre ambos términos equivalentes en inglés. En estas reflexiones, trataré de adoptar el mismo criterio.

(4) No olvidemos, por ejemplo, que la fundición de hierro en los altos hornos fue esencial para suministrar la artillería a las enormes flotas en el siglo XVIII.

(5) Lo cual, paradójicamente, no evitó que toda una generación de los países más avanzados del mundo se sacrificase en una larga y cruenta guerra de trincheras.

(6) El Proyecto Manhattan es el mejor ejemplo de la movilización de recursos científicos y uno de los mayores esfuerzos tecnológicos de la historia.



Figura 1. (Archivo del autor).

potencias que, finalmente, condujo a la quiebra económica y política de la antigua URSS.

La primera conclusión general, muy intuitiva, es que la tecnología siempre ha sido, pero sobre todo a partir de la Revolución Industrial y cada vez en mayor medida, un factor determinante en el carácter del conflicto.

Una segunda consideración que es necesario tener presente es que no solo desde el comienzo de los tiempos la tecnología ha configurado el campo de batalla, sino que es una constante histórica que con los mismos medios con los que se creaba riqueza, se luchaba, y el resultado de esta lucha creaba más riqueza. Los mismos artesanos que moldeaban las campanas de bronce para las iglesias fundían la artillería para los encargos de sus monarcas; y hoy las mismas empresas internacionales que suministran los *chips* para nuestros teléfonos móviles lo hacen también para los sistemas de armas; los bombarderos que arrasaron las ciudades europeas dieron paso al desarrollo espectacular de la aviación civil, etcétera.

Y ahora que nos disponemos a esbozar algunas reflexiones sobre el carácter de la guerra en el futuro, ha llegado el momento de que analicemos qué instrumentos y procesos de una civilización globalizada, urbanizada, digitali-

zada y profundamente dependiente de la tecnología como es la nuestra definirán la manera de combatir en las próximas décadas.

En un escenario cambiante como el actual, realizar predicciones sobre el carácter 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 primordial para articular la adecuada estrategia, definir las tácticas más convenientes, formar a los futuros combatientes y planificar los recursos y la toma de decisiones sobre qué sistemas de armas adquirir y cuáles retirar.

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 estas reflexiones, sin mayor pretensión, ya que el término «guerra» es demasiado amplio e incluso hoy en día lo suficientemente ambiguo como para intentar abarcarlo en un único ensayo, que por sus características tiene que ser necesariamente reducido, 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, ya que 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, acotaré el espectro, y me limitaré a tratar las implicaciones del desarrollo tecnológico en la utilización del 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 la historia demuestra que realizar predicciones en este campo conlleva el consiguiente riesgo del ridículo más espantoso. Como muestra, recordar 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 contienda de trincheras de cuatro años de duración, y que en los años previos a la Segunda Guerra imperaba la idea de que el poder aéreo utilizado contra la población civil quebraría cualquier deseo de resistencia; pero la realidad fue que únicamente la utilización del armamento nuclear al final del conflicto fue 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 retrotrae a escenarios

ya olvidados, como Stalingrado, que parecen poner en entredicho la validez de la hipótesis.

No quiero parecer un determinista tecnológico radical, pero creo que es perfectamente compatible la hipótesis de que la tecnología será el factor determinante del futuro carácter de la guerra y al mismo tiempo las condiciones sociales y políticas del momento serán otra causa a la hora de definir cómo combatiremos en el futuro.

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 transformaciones sociales, tecnológicas y geopolíticas; y no es que la humanidad no las haya experimentado en el pasado, como por ejemplo con la revolución agrícola, la caída del Imperio romano o la Revolución Industrial, pero nunca hasta ahora habían tenido el alcance, la extensión, la complejidad y, sobre todo, el carácter exponencial actuales. Aquellos cambios tardaron siglos en producirse, y por lo tanto, aun siendo



Figura 2. (Archivo del autor).

traumáticos, las sociedades tuvieron tiempo de adaptación. En el mundo globalizado actual estos se producen en pocos años, meses o semanas y, en consecuencia, el tiempo de reacción es mínimo, y muchas veces los ciclos políticos no están sincronizados a este ritmo de transformación. Todo ello conduce 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, complejos y llenos de incertidumbre.

En la figura 2 se representan los factores más significativos que contribuyen al cambio que estamos viviendo; analizarlos, incluso someramente, constituiría en sí materia no solo 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 (7) en el que se desarrollarán: 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 el 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 *statu quo* que surgió al final de la Segunda Guerra Mundial. La implicación inmediata fue pasar 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 única y el bloque de la OTAN. Pero esa situación no ha durado mucho; hoy este contexto 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 *statu quo* que se implantó a la finalización de la Segunda Guerra Mundial puede darse por concluido.

(7) Lo que llamamos en el lenguaje actual *operational environment*.

Y así, la situación geopolítica actual es la de una gran potencia económica, tecnológica y militar (8) que ve cómo 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 del poder dominante o de un grupo selecto de países. Los Estados emergentes disponen de capacidad y potencialidad científica para explotar las nuevas tecnologías (9), en particular las digitales, desarrollar sus propios sistemas avanzados de armas y crear sus conceptos de operaciones basadas en la aplicación de la revolución digital.

Sin embargo, en condiciones normales —suponiendo que no se produzca una discontinuidad inesperada en el escenario internacional a corto y medio plazo (10)—, un enfrentamiento militar frontal a gran escala no les proporcionaría ninguna ventaja estratégica a las potencias emergentes. Lo cual no debe conducirnos a la errónea conclusión de que estén dispuestas a renunciar a perseguir sus objetivos, sino que recurrirán a la vieja estrategia de la asimetría que, aunque es tan antigua como la propia historia de la guerra (11), ahora adquiere nuevas formas de ponerse 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 y un nuevo orden internacional.

El escenario internacional bascula de una situación con una única potencia hegemónica indiscutible a otra multipolar caracterizada 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 sufi-

(8) Esta situación no es nueva en la historia: Roma, el Imperio español, Inglaterra, etcétera.

(9) La reciente misión lunar china Chang'e 4 es un ejemplo de cómo se acortan las ventajas tecnológicas.

(10) Existen zonas de fricción que, aunque con poca probabilidad, pueden desembocar en un conflicto con utilización de armas de destrucción masiva.

(11) El relato del combate entre David y Goliat es pura asimetría. El hoplita Goliat no concibe que alguien ose enfrentársele si no utiliza las mismas armas y manera de combatir. Trágico error.

ciente para crear un sombrío panorama de incertidumbre, hay que añadir la aparición de Estados fallidos —en buena parte como 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 los señores de la guerra, facciones armadas, organizaciones de crimen organizado, etcétera.

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 confrontaciones no son enfrentamientos declarados, son acciones ambiguas no necesaria y exclusivamente militares, en las 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 actuaciones, que pueden abarcar desde la utilización de grupos intermediarios, fuerzas con uniformes sin distintivos, ataques cibernéticos, campañas de informaciones falsas en las redes sociales o en ciertos medios para condicionar a la opinión pública, etcétera.

El concepto de guerra total de la Segunda Guerra Mundial, que implicaba la movilización social y política de todo un Estado en un conflicto de enormes proporciones, en el que estaba en juego la supervivencia de naciones enteras y en el que se utilizaban todas las capacidades con mínimas restricciones políticas, es decir, el extremo en el espectro de intensidad de conflictos, es muy improbable que se de en el futuro inmediato. En cambio, vamos a asistir a la aplicación del concepto de guerrilla, que llevada al nivel geoestratégico no deja de ser una manera de explotar la asimetría ante un adversario al que se desea desgastar, evitando un confortamiento 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 de antemano que los mecanismos de toma de decisión de su adversario son lentos, complejos y muy condicionados por la situación política interna o por la opinión pública y, sobre todo, porque las fuerzas armadas no están dotadas de la doctrina, adiestramiento y equipos para desenvolverse en estas situaciones.

En tanto persista el escenario estratégico descrito, disminuirá la probabilidad de enfrentamientos de alta intensidad entre ejércitos y armadas regulares y estatales y aumentará la de que sean 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 de armamentos y espacial del siglo pasado. En esta competición soterrada, hay que prever una nueva carrera armamentística en la que aparecerán nuevas armas revolucionarias con tecnologías rompedoras (12).

Un aspecto que me gustaría citar es el del crecimiento demográfico y del imparable fenómeno de la urbanización que está sufriendo la población mundial (13). Estamos asistiendo a la proliferación de megaciudades y, simultáneamente, al aumento del porcentaje de población que vive en las costas. La conclusión es clara: los conflictos armados en la zona gris se librarán, sobre todo, en las urbes congestionadas de población civil 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 Al-Sadr podrían ser una muestra de lo que cabría esperarse en el futuro: enfrentamientos urbanos en zonas pobladas y congestionadas en las que resulta difícil discernir al 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 de escasa probabilidad y simultáneamente disponer de una fuerza suficientemente flexible para operar en la «zona gris» del espectro, todo un reto (14).

La capacidad de combatir en un conflicto de alta intensidad seguirá teniendo un poder disuasorio que limitará la aparición de operaciones en la «zona gris» y por lo tanto determinará de alguna manera la naturaleza futura de la guerra.

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 las últimas décadas ha adquirido una extensión y un ritmo acelerado que afecta a todas las áreas del conocimiento humano y está cambiando radicalmente nuestra socie-

(12) La hipervelocidad es sin duda alguna una de las tecnologías que pueden desequilibrar el balance nuclear existente.

(13) Para 2030 se prevé que el 60 por 100 de la población mundial viva en zonas urbanas.

(14) Estados Unidos dispone de la mayor capacidad militar del planeta, pero en los numerosos conflictos en que ha participado desde la Segunda Guerra Mundial, únicamente ha podido utilizar una pequeña parte de ese potencial. Sin embargo, su seguridad y la de sus aliados reside en el papel de disuasión de su fuerza y, en particular, de la capacidad nuclear.

dad. En realidad, estamos asistiendo al desarrollo de tres revoluciones tecnológicas simultáneas: la digital, la biológica y la de la nanotecnología; las tres interrelacionadas y confluyendo estrechamente en áreas comunes, todas impulsadas por el fenómeno de la digitalización, que es el verdadero motor de este cambio sin precedentes.

Pero por no apartarme del tema central de estas reflexiones, voy a ceñirme y concentrarme en lo que supondrá la revolución digital en el futuro entorno operativo, es decir, cómo contribuirá a configurar el futuro carácter de los conflictos. No quiero, sin embargo, dejar de subrayar que, si bien se salen del alcance del presente trabajo, los avances en los campos de la biotecnología y la nanotecnología, que confluyen con la revolución digital, abren un panorama de posibilidades inimaginables y éticamente inquietantes al mundo de la defensa. Como ya indiqué, intentar realizar predicciones precisas sobre futuros desarrollos tecnológicos y nuevos productos que aparecerán en las próximas décadas resultaría un ejercicio estéril y carecería de todo rigor; pero sí se pueden identificar tendencias y analizar su efecto y consecuencias en la sociedad y, en el caso que nos ocupa, su potencial influencia en el futuro entorno operativo.

Con la invención del transistor (15) al final de la Segunda Guerra Mundial se inicia la presente revolución digital en la que estamos inmersos. Nadie imaginó en aquel momento su repercusión ni sus potenciales aplicaciones. En un corto período de tiempo, le siguieron los circuitos integrados y, poco después, los impresos; la válvula, que hasta entonces había sido el componente fundamental de la electrónica civil y militar, quedó pronto relegada y dio comienzo la era de la electrónica miniaturizada, portátil y autónoma, barata y al alcance del ciudadano medio. El otro gran hito de esta revolución fue la invención de internet (16) y su puesta a disposición del público general, combinada con el desarrollo de la *World Wide Web* y de los motores de búsqueda, que dieron paso al enorme impulso de la conectividad.

Desde entonces, nuestras vidas han estado profundamente influenciadas por la manera en que trabajamos, nos divertimos, nos educan, nos comunicamos; nuestra sanidad y 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 por las redes que los distribuyen 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, tienen en nuestra civilización.

(15) El transistor fue inventado en 1948 por Shockley, Bardeen y Brattain en los laboratorios de Bell Telephone.

(16) Inicialmente con fines militares.

Aunque para el ciudadano medio los signos visibles de la revolución digital sean artilugios de uso común, como su teléfono móvil inteligente, las *apps* o el *iPad*, el impacto de los *bits* y de los algoritmos es mucho más profundo, mucho menos visible y mucho más ubicuo y global. Podemos decir que su influencia se extiende prácticamente a todos los campos de la ciencia, la tecnología y el saber humano. Avances como la edición del genoma humano serían inconcebibles sin los espectaculares desarrollos de la tecnología digital.

No somos totalmente conscientes de que una de las consecuencias del desarrollo digital es que, cada vez en mayor medida, las actividades que antes tenían lugar exclusivamente en el dominio físico ahora se desplazan al virtual o a la zona de intersección entre el mundo real y el virtual; es decir, cada vez menos átomos y más *bits* o, lo que es lo mismo, cada día actuamos más en el dominio cibernético y en el de intersección del virtual y el físico —lo que denominamos la zona de convergencia—.

Como se puede ver en la figura 3, existe un creciente fenómeno de emigración de productos y procesos desde el dominio puramente físico a los de convergencia y virtuales, que se acelerará a medida que el Internet de las Cosas se vaya implantando en la sociedad. ¿Quién no desea un frigorífico que realice el pedido de la compra automáticamente cuando su contenido disminuya del umbral definido? Este es el tipo de producto ciberfísico del futuro inmediato que el despliegue del Internet de las Cosas hará posible. Máquinas comunicándose con máquinas sin intervención humana.

Y ahora creo que ha llegado el momento de realizar el salto mortal intelectual de establecer la conexión entre el concepto de Industria 4.0 que hoy se abre paso en el mundo civil y el del futuro carácter de la guerra.

La revolución digital (figura 3) pone a nuestra disposición las herramientas que nos permiten integrar digitalmente toda la cadena de valor de un producto o proceso. Hoy la tecnología nos posibilita diseñar, desarrollar, probar, definir la estrategia constructiva, integrar a proveedores y subcontratistas, simular y establecer estrategias de *marketing*, todo ello de manera digital en el dominio cibernético. Aunque parezca una caricatura, con las convenientes licencias de *software* comerciales, desde mi ordenador yo podría diseñar un producto, desarrollarlo, producirlo en la impresora 3D y comercializarlo por *eBay*. En pocas palabras, controlar toda su cadena de valor. Es el paradigma «del teclado al cliente», que en definitiva es la filosofía central del concepto de Industria 4.0.

Pero no es solo que la tecnología permita digitalizar e integrar todos los eslabones de la cadena de valor, sino que se puede realizar la mayor parte del proceso en el dominio virtual de manera más rápida, segura y económica; y este es otro de los principios del concepto: operar lo máximo posible en el dominio virtual y pasar al físico lo más tarde posible en el proceso. En mi hipotético caso, únicamente voy a proceder a imprimir el producto cuando tenga la seguridad de que cumple todos mis requisitos.



Figura 3. (Archivo del autor).

Todo esto a escala industrial conduce a la creación de un «espacio digital integrado de creación de valor». ¿Nos suena esto?

Ya esboqué anteriormente la tesis de que es una constante histórica que los mismos medios que utilizamos para la guerra son los que usamos para crear riqueza, y los que empleamos para crear riqueza son 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, fiel reflejo de lo que está ocurriendo en nuestras vidas cotidianas y en el mundo civil. Si se me permite la similitud con lo que está ocurriendo en el mundo industrial, en el ámbito de la defensa nos encaminamos al concepto de Guerra 4.0, es decir, a la creación de un espacio de combate global totalmente digitalizado e integrado similar al espacio digital integrado de creación de valor del concepto de Industria 4.0.

En el futuro veremos la explotación total de la revolución digital aplicada a la manera de combatir. Concepto de Guerra 4.0.

Pero esta no es una idea nueva; 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 transformación, conocida como RMA (*Revolution in 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. Otra razón de aquella transformación 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 es hoy 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 sorprendentes, 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 inicialmente se formuló el concepto RMA.

Es este ritmo de crecimiento exponencial de la capacidad del *hardware* el que permite la implantación de los demás atributos que conforman un espacio de operaciones totalmente integrado, como la capacidad de manejo y explotación automática de ingentes cantidades de datos (*Big Data*), la distribución de información automática entre distintas redes, la fusión de información de sensores diferentes, la realización de simulaciones prácticamente en tiempo real, la concentración de la potencia de fuego con precisión en el tiempo y el espacio, etcétera.

En segundo lugar, no es únicamente que la electrónica haya experimentado un desarrollo sin precedentes, sino que se ha producido en el mundo comercial. Hemos pasado de una situación en la que el campo de la electrónica era casi exclusivo del mundo militar —ordenadores y lenguajes de *software* específicos para aplicaciones militares— a otra en la que su consumo civil ha

tomado el relevo, y es ahora el entorno militar el que recurre a versiones «militarizadas» (que cumplan normas específicas militares) de productos existentes en el mercado civil.

La incorporación de la amplia panoplia de desarrollos tecnológicos en conectividad, automatización y robotización será la que en gran medida determine 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 o relativamente fácil de fabricar e integrar a partir de componentes existentes en el mercado civil va a estar presente en todos los enfrentamientos futuros, ya que 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 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 (17), ideales para inteligencia y con capacidad para transportar cargas de cierta consideración que fácilmente podrían modificarse para ataques letales; drones que además pueden fácilmente programarse para agruparse en enjambre y de esta manera saturar un sistema de defensa antiaéreo (18).

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

(17) Los incidentes vividos en los aeropuertos británicos en diciembre de 2018 son un aviso a navegantes del potencial de estas amenazas.

(18) 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.



Figura 4. (Archivo del autor).

La figura 4 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. Cada vez en mayor medida, el combatiente digital dispondrá en su nivel jerárquico, con sus propios recursos orgánicos o acudiendo a procesos en la nube en escalones superiores, de la capacidad de proceso y algoritmos que le permitirán 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 precisos. 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 del conflicto, 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 tácticas. Ningún operador humano podría gestionar semejante carga de información; será la tecnología (19) la que permitirá procesar y distribuir automáticamente ese volumen de información y presentarla en forma de realidad virtual y aumentada, holográfica o simplemente en pantalla y distribuirla a todos los usuarios del espacio de batalla integrado.

El desarrollo del llamado Internet de las Cosas (20) 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 las consideraciones éticas que pudiese plantear, será algo 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 (21), con tiempos de reacción cada vez más reducidos y un espacio 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 procedentes 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 que existe la posibilidad de que, por ejemplo, una dirección de tiro dispare sus misiles antiaéreos 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

(19) *Big Data*.

(20) *Internet of Things*, IoT.

(21) La hipervelocidad será sin duda alguna uno de los atributos de las próximas generaciones de sistemas de armas. Esto 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.

capacidad se requerirán medios de control sofisticados, pues todo el proceso tiene que realizarse en tiempo real, y eso solo 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 (22). 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 de que su utilización en el mundo civil ya se está generalizando, aún no existe una sólida estrategia para su uso en el campo de la defensa (23). 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 (24).

Parece muy intuitivo que la utilización militar de un programa informático similar al *Alpha Go*, capaz de derrotar a los campeones de un juego complejísimo y que se creía imposible implementar en una máquina, tenga un impacto determinante en el futuro entorno operativo. Estos «algoritmos guerreros», implementados en redes neuronales capaces de autoaprendizaje basado en la experiencia almacenada, constituirán la columna vertebral del concepto de guerra multidimensional.

A medida que evolucione la tecnología, aunque de momento estén diseñados para tareas específicas, y se vayan integrando distintos módulos funcionales entre sí, su capacidad se irá aproximando al llamado Punto de Singularidad (25), en el que una supermáquina sobrepase a cualquier ser humano.

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

(22) Personalmente me inclino por utilizar el término Inteligencia Sintética en vez del aceptado Inteligencia Artificial.

(23) Los planes del Pentágono son la creación de un centro *Joint Artificial Intelligence Center*.

(24) Estados Unidos está ya utilizando AI en la gestión de inteligencia proporcionada por drones mediante el programa Maven.

(25) El término *Singularity* fue acuñado inicialmente por el matemático John von Neumann, posteriormente popularizado por Ray Kurzweil, pero el que lo consagra con la aceptación que 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 nanorrobots hasta grandes plataformas navales de superficie y submarinas, pasando por aviones de combate, mulas mecánicas, carros de combate y un largo etcétera. 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 y 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. Por otro lado, asistiremos a la combinación de plataformas madre tripuladas operando con otras terrestres, aéreas y navales no tripuladas, y autónomos actuando 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, etcétera.

Requieren especial mención los denominados *killer robots*, máquinas completamente autónomas, es decir, sin un humano supervisándolas, con capacidad de decidir quién o qué es una amenaza y de proceder a eliminarla. Su potencialidad 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 operativa, siempre acaba utilizándose en el campo de batalla. Por otro lado, la clasificación del sistema autónomo es ambigua y muchos de los misiles o torpedos inteligentes actualmente 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 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 punto, 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: la interfaz 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 las fuerzas armadas de algunos países.

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 más 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 (26).

La arquitectura de estos supersistemas permitirá que cada unidad de combate puede «enchufarse» y automáticamente combatir, es decir, proporcionará la óptima interoperabilidad, la 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 el momento oportunos.

El lector es consciente de que la arquitectura e infraestructuras necesarias para desplegar este concepto en toda su extensión requieren un formidable entramado de nodos y redes de datos de todo tipo basados en segmentos terrestres, aéreos, navales y espaciales, y para su manejo se necesitarán nodos de gestión altamente automatizados (27); pero, sobre todo, un nuevo perfil del combatiente, que necesariamente tendrá que ser un «nativo digital».

El factor humano: ¿bits o «bayonetas»?

Hoy los adolescentes en su vida cotidiana están familiarizados con una enorme variedad de tecnología digital que está a la altura, si no es superior, de la que utilizan nuestros combatientes. Las nuevas generaciones se desarrollan en un mundo totalmente digitalizado y su manera de comunicarse en las redes sociales, de divertirse con los videojuegos y de acceder al conocimiento mediante internet los convierte en verdaderos «nativos digitales», que es el perfil que tendrá el combatiente del futuro. Provenirá de una sociedad mucho más tecnificada y digitalizada que la actual, en la que la relación hombre-máquina y máquina-máquina será algo aprendido desde la infancia y por lo tanto no requerirá de un adiestramiento adicional.

El combatiente del futuro será un «nativo digital».

(26) GSN, *Global Sensor Networks*.

(27) Aquí la AI será un factor crucial.

Para aquellos lectores familiarizados con sistemas de combate avanzados ciberfísicos será fácil entender la gran ventaja que supone que el que se siente 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 de la interfaz 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 perfectamente para dialogar 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 denominado Punto de Singularidad (28), en el que la combinación de capacidad de proceso y la AI sobrepasen a la mente humana prácticamente en todas sus capacidades, lo que abre una nueva posibilidad inquietante: el combate del futuro no será únicamente de hombres contra hombres y máquinas contra máquinas, sino también entre humanos enfrentados a máquinas inteligentes y autónomas. Por ejemplo, el piloto de combate lidiará contra drones autónomos dotados de una inteligencia sintética que en teoría podría sobrepasar a la suya propia.

Otra capacidad, teóricamente posible y no muy lejana, son las nuevas formas de interfaz cerebro-máquina con o sin implantes intrusivos. 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 habituales, le llevarán a verse inmerso en escenarios tácticos en los que la «niebla de la guerra» será más espesa que nunca, confinado en ambientes urbanos en los que la diferencia entre el combatiente y el civil será borrosa, donde convivirán la alta tecnología con armas primitivas como las bombas de cuneta, donde el combate será esporádico y no continuo y se desplegarán todas las tácticas que persigan

(28) Capaces de pasar el famoso Test de Turing.

explotar la asimetría sin ninguna consideración ética ni respeto por los derechos humanos.

Y ya para finalizar, quiero hacer una reflexión sobre los retos éticos que la naturaleza de la guerra futura nos plantea. ¿Hasta qué punto trasladaremos a los 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 a lo largo de la historia. No hay más que leer a Tucídides (29) para constatar que estas han permanecido inalterables: recursos, política, raza, religión, megalomanía y disputas territoriales en distintas proporciones han sido y seguirán siendo los detonantes, pues la naturaleza de la guerra es al final un choque de voluntades.

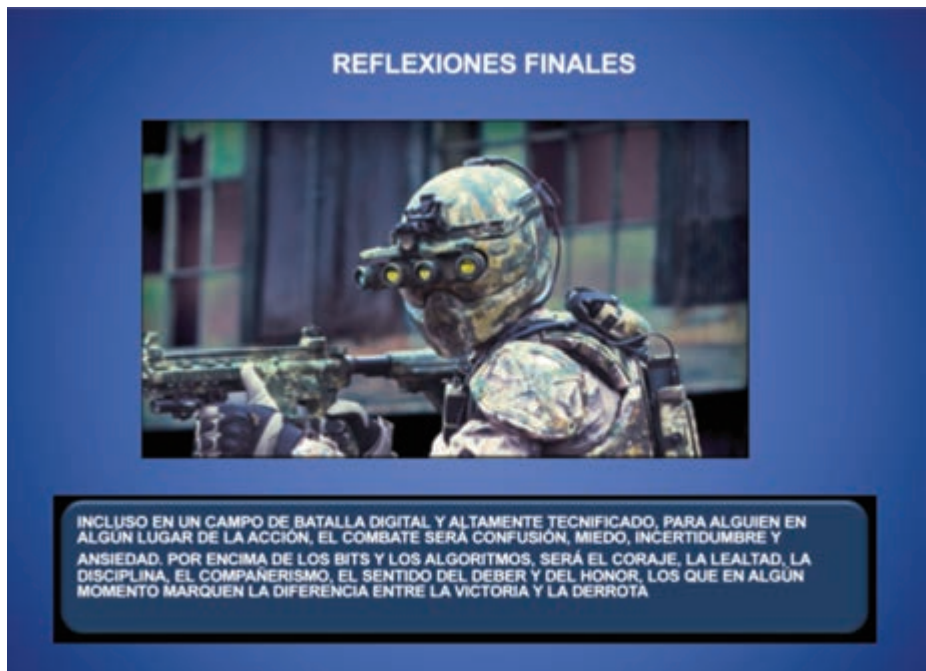


Figura 5. (Archivo del autor).

(29) *Historia de la Guerra del Peloponeso.*

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 la amenaza de uno de alta intensidad con posible utilización de armamento nuclear y armas de destrucción masiva.

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

A medida que se desarrollen los campos de la biotecnología y la nanotecnología aparecerán nuevas amenazas para las que tendremos que prepararnos; pero lo que realmente va a dictar la naturaleza de la guerra en el futuro serán 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 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 videojuego incruento entre soldados de salón o una confrontación entre robots.

Incluso en un campo de batalla digital altamente tecnificado, el combatiente en algún momento y lugar de la acción sentirá, como siempre ha ocurrido, confusión, miedo incertidumbre y ansiedad.

Por encima de *bits* y algoritmos, el coraje, la disciplina, la lealtad, el compañerismo y el sentido del deber y del honor serán los que determinen la diferencia entre la victoria y la derrota.

BIBLIOGRAFÍA

- NEGROPONTE, Nicholas: *Being Digital*. Random House, Nueva York, 1995.
- BOSTROM, Nick: *Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press, 2014.
- Artificial Intelligence and the Future of Defense*. The Hage Center of Strategic Studies, 2017.
- Towards a New Defense Strategy, 2014*. Centre of Strategic and Budgetary Assessments.
- VICKERS, Michel; MARTINAGE, Robert: *The Revolution in War*. Center for Strategic and Budgetary Assessment, 2004.
- The Operational Environment, 2030-2050: The Emerging Character of Warfare*, 2017. US Army Training and Doctrine Command.
- HUNTER, Eve: *The challenges of Hybrid Warfare*. Tallin. International Center for Defense and Security, 2015.
- SANJURJO JUL, José M.: *Reflexiones sobre tecnología y defensa en el siglo XXI: el Combatiente Digital*. Real Academia de Ingeniería. Madrid, 2009.