

CAPÍTULO SEXTO

ARMAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA

Julio Ortega García

RESUMEN

Existe un desarrollo tecnológico imparables, especialmente en el campo de la informática y telecomunicaciones, que han supuesto una dependencia en la tecnología de nuestra sociedad, como base para la denominada «Era de la Información».

Las amenazas contra esta tecnología y el empleo de sistemas de armamento basados en un conjunto de técnicas en constante evolución son crecientes, y deben ser tenidos muy en cuenta para la dirección estratégica, el desarrollo de capacidades, la adopción de medidas de protección y el planeamiento de operaciones.

Desde el punto de vista de la proliferación de armamentos y el riesgo que supone para la seguridad internacional, es necesario un seguimiento y estudio de las tecnologías que pueden derivar en la generación de armamentos de elevada capacidad destructiva para anticipar medidas de no proliferación.

Palabras clave

Armas de Tecnología Avanzada, Armas de Energía Dirigida, Armas Láser, Microondas de Alta Potencia, HPM, Armas de Haces de Partículas, Pulso Electromagnético, EMP

Julio Ortega García

ABSTRACT

In recent times, there is an unstoppable technological advance. In the field of informatics and telecommunications this advance has posed a dependence on technology for our society. This technology is the base of the named «Information Age».

The threats against this technology and the employment of weapon systems based on a set of techniques on continuous evolution are growing. These menaces must be kept in mind in the strategic direction, during the development of capabilities, in order to adopt protection measures and in the operations planning.

From the weapon proliferation perspective and the consequent risk to the international security, it is necessary a study of the technologies that can be diverted to the generation of high destructive weapons It is essential to anticipate non-proliferation measures.

Key words

Advanced Technology Weapons, Directed Energy Weapons, DEW, Laser Weapons, High Power Microwaves, HPM, Particle Beam Weapons, Electromagnetic Pulse, EMP

■ INTRODUCCIÓN

La evolución del conocimiento humano ha supuesto el desarrollo de la ciencia de la guerra a lo largo de la historia, proporcionando a los combatientes el armamento y equipo que necesitan para imponer su voluntad al enemigo. En diversos momentos de la evolución humana, han sido el estudio y el desarrollo de armamentos los que han impulsado el conocimiento científico, ya sea tanto por la aportación de recursos a la investigación como por la iniciativa e impulso de los científicos militares estimulados por una necesidad estratégica.

El campo nuclear y radiactivo ha sido uno de los campos científicos que en un momento de la historia se benefició de las necesidades militares para lograr un importante avance. El impulso que el programa americano autorizado por el presidente Roosevelt en 1942 para la obtención de la bomba atómica, el Proyecto Manhattan, supuso una auténtica revolución en el campo nuclear en un periodo extremadamente corto de tiempo⁽¹⁾.

Sin embargo estos avances no están exentos de riesgos para la población en general. La invención de la bomba atómica significó la culminación de la aspiración deseada por todos los guerreros de la historia⁽²⁾, disponer de un armamento capaz de eliminar inmediatamente ejércitos y ciudades enemigas. Pero la capacidad de destrucción del armamento nuclear supera los límites tolerables por la moral humana, de ahí que las restricciones a su producción y empleo fueran aceptadas por la mayoría de los países.

El desarme, el control de armamentos y la lucha contra la proliferación han tenido notable éxito y han contribuido eficazmente a la seguridad y la paz global. Aún así el camino recorrido solo cubre una parte del que hay que lograr ya que existen muchas posibilidades de que otras tecnologías futuras supongan una amenaza para la población mundial en su conjunto. Por eso hay que mantener todos los medios alerta para detectar las posibles vías que contribuyan a una proliferación que reduzca la seguridad de la comunidad internacional; y, una vez identificadas, se deben tomar medidas coherentes con el nivel real de amenaza, sin dilapidar recursos que cada vez son más escasos en amenazas exageradas.

En este estudio se tratará un armamento que podríamos designar como de última generación, incluyendo el que se encuentra todavía en desarrollo. El nombre de «*tecnología avanzada*» no se encuentra en ninguna publicación doctrinal pero refleja el concepto de este armamento; basado en las más modernas tecnologías, y que agrupa a un conjunto de sistemas de armas que en la actualidad no están incluidas claramente en las clasificaciones de armamento.

⁽¹⁾ PRESTON Diana. *Antes de Hiroshima. De Marie Curie a la bomba atómica*. Barcelona. Tiempo de Memoria Tusquets. 2008.

⁽²⁾ DE WOLF SMYTH Henry. *La energía atómica al servicio de la guerra*. Espasa-Calpe Argentina. Buenos Aires, 1946. P-311.

El espectro electromagnético es explotado para muchas aplicaciones militares, pero todavía no es muy conocido su uso directo como arma. Las armas de energía dirigida y las de pulso electromagnético constituyen este arsenal que, junto con otras armas que basan sus efectos en sucesos atómicos o incluso de física de partículas, configurarán con total seguridad la panoplia de los guerreros en este siglo y los siguientes. Si bien en este momento, el desarrollo de alguna de las mismas es muy alto, láser y microondas, mientras que de otras queda mucho por hacer, armas de haces de partículas, armas de plasma...; estando en algún caso prácticamente planteadas solo de manera teórica.

Hay que señalar que la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) en la nueva revisión del Concepto Estratégico⁽³⁾ en su punto 14 señala: «Un número de importantes tendencias relacionadas con la tecnología –incluyendo el desarrollo de armas láser, la guerra electrónica y las tecnologías que impiden el acceso al espacio– están preparadas para tener importantes efectos globales que afectarán a la planificación militar de la OTAN y a las operaciones»⁽⁴⁾. De esta manera se destaca la importancia que este armamento, en gran parte desconocido, de *Tecnología Avanzada* tendrá en el futuro; previendo además que los miembros de la Alianza deberemos de tener estos sistemas en nuestros arsenales para mantener la superioridad en el campo de batalla.

■ ARMAS DE TECNOLOGÍA AVANZADA

El estudio de las tecnologías en desarrollo e incluso la *prospección* de tendencias futuras, son necesarios para adelantarse al armamento de destrucción masiva y conseguir que las medidas de proliferación y control de armamentos sean proactivas, no reactivas como han sido hasta ahora. Sin embargo, el deseo de limitar la capacidad de destrucción del armamento desplegado, entra en parte en conflicto con la evolución del conocimiento, ya que la capacidad dual de muchos avances científicos hace que aparezcan nuevas armas. La obsesión por impedir el desarrollo de armas de destrucción masiva puede llevar a bloquear programas de armamento que permitan la superioridad en el campo de batalla, incluso cuando realmente no sería adecuado incluirlas en las llamadas armas de destrucción masiva. Conviene también tener en cuenta que la reducción de capacidades convencionales asociada a la reducción del número de efectivos necesita ser suplida con la superioridad tecnológica, tanto con los multiplicadores de fuerza como por la mayor capacidad del armamento. Así, cualquier iniciativa relacionada con la proliferación y el desarme tiene que ser debidamente estudiada y analizada, evitando que, por un excesivo celo por demostrar un compromiso con el desarme global, se resienta la capacidad futura de Defensa Militar.

⁽³⁾ NATO Strategic Concept for the Defence and Security of the Members of the North Atlantic Treaty Organization. Adoptado en Lisboa el 19-20 de Noviembre de 2010.

⁽⁴⁾ «A number of significant technology-related trends –including the development of laser weapons, electronic warfare and technologies that impede access to space– appear poised to have major global effects that will impact on NATO military planning and operations». Traducción del autor.

Manteniendo lo anteriormente expuesto, existen actividades o armamento que hace menos de un siglo constituían parte de los libros de ciencia ficción y que son en la actualidad una realidad. Por lo que es esencial pensar que en el futuro aparecerán armamentos que hoy solo están en la mente de algunos, basados en ideas tecnológicas que no se pueden llevar a cabo con nuestro conocimiento, pero que podrán realizarse conforme la ciencia progrese. Por ejemplo, los robots eran solo parte de las películas y libros en el primer tercio del siglo XX y, en la actualidad, el despliegue de *vehículos no tripulados*⁽⁵⁾ en el campo de batalla es práctica habitual y creciente.

Algunas de estas *armas avanzadas* han sido desde sus inicios señaladas como un grave asunto a considerar en el marco de los foros de no proliferación y desarme, si bien no se puede hablar de armas de destrucción masiva en la mayoría de los casos. Así, durante años se ha tratado con mayor o menor fortuna la posibilidad de empleo de armas de energía electromagnética en el campo de batalla, tanto en publicaciones de carácter claramente especulativo como desde reputadas instituciones y organizaciones. Pero es en estos momentos cuando este tipo de armamento se está convirtiendo en una realidad, con sistemas de armas completos listo para su despliegue. Un problema que nos encontramos en el estudio de estos programas de armamento es la búsqueda de información fiable de carácter abierto, ya que algunos de los mismos constituyen los proyectos más secretos que los países pueden desarrollar. Aun así, sin entrar en el uso de documentación clasificada, se puede obtener una visión de los programas de este tipo de armamento.

Podemos diferenciar unas líneas de armamento basándonos en sus características, pero relacionadas en el tipo de energía que utilizan para destruir o causar daños en los objetivos, la energía electromagnética. El espectro electromagnético es ampliamente utilizado en el campo de batalla, aunque son estos desarrollos los que se orientan a su empleo como armamento. Existen más programas de armamento basados en el empleo de energía electromagnética o de otro tipo, (p. ej. acústica) pero que entran del concepto de *armamento no letal*⁽⁶⁾ y por tanto con una capacidad de destrucción relativamente pequeña. Sin embargo,

⁽⁵⁾ He empleado la palabra *vehículo no tripulado* que abarca todos los sistemas ya sean aéreos, terrestres o navales, si bien en la actualidad el aéreo UAV –Unmanned Air Vehicle– es el que tiene un despliegue mayor en nuestros campos de batalla.

Para entender la creciente utilidad se pueden encontrar múltiples artículos con los datos de ataques de los *drones* armados americanos en la frontera de Afganistán y Pakistán. Una descripción detallada de estos sistemas se encuentra en el artículo de Javier Jordán. *Repercusión de nuevas tecnológicas en las políticas de defensa: los sistemas no tripulados* en: Consuelo Ramón Chornet (Coord.), Estabilidad internacional, conflictos armados y protección de los derechos humanos, (Valencia: Tirant lo Blanch, 2010), pp. 57-77.

⁽⁶⁾ «Arma No Letal es aquella que está específicamente diseñada y preparada para ser empleada con la finalidad de incapacitar al personal o material, minimizando las probabilidades de que se produzcan muerte, daños a las propiedades y el medio ambiente, buscándose, en lo posible, la reversibilidad de sus efectos. Incluye al armamento convencional empleado con los mismos propósitos mediante el uso de municiones, técnicas o accesorios apropiados». Concepto Derivado 38/01. Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército de Tierra.

los aquí señalados, pueden llegar a ser considerados como realmente letales o altamente destructivos, siendo así los que más hay que tener en consideración para el control de armamentos y tecnologías, si bien se podría señalar que se ha *ocultado* relativamente su capacidad destructiva o se han destacado los aspectos menos relacionados con la misma para evitar ser blanco de los colectivos pro derechos humanos⁽⁷⁾. Como ejemplo es que siempre se relaciona a los láseres con la destrucción de misiles, proyectiles de artillería o mortero en vuelo, aunque su capacidad de destrucción podría orientarse sobre otros blancos⁽⁸⁾. Para distinguir unos tipos de otros, en este estudio se van a diferenciar en:

- Armas de energía dirigida
- Armas de pulso electromagnético
- Otras armas avanzadas

Las primeras armas son quizá las más conocidas y las que en cierta manera presentan un mayor grado de desarrollo en alguna de sus líneas de investigación. Las segundas buscan destruir o degradar la capacidad del enemigo atacando los sistemas de información y la dependencia de la tecnología en general de las fuerzas militares y de la sociedad en general. En el tercer grupo, se tratan una serie de tecnologías de carácter más difuso, cuyo grado de desarrollo es inferior a las anteriores y que se pueden considerar más como líneas de investigación futuras que como programas actuales.

Antes de explicar cada uno de los tipos, hay que señalar la importancia de estos estudios tomando como referencia el coste económico de los mismos. Si bien es difícil de estimar el coste total al existir decenas de programas diferentes relacionados con estas tecnologías podemos señalar algunos datos que ilustran la gran cantidad de dinero empleada en los mismos. Por ejemplo, en el presupuesto de la administración americana para el 2004 hay una cantidad aproximada de 982 millones de dólares para programas relacionados con láser en todo el Pentágono⁽⁹⁾. Con anterioridad se podrían haber invertido 14 billones de dólares⁽¹⁰⁾ en el desarrollo de láser de alta potencia hasta 2001⁽¹¹⁾.

■ **Armas de energía dirigida**

La historia de estas armas es un poco difusa, con hitos que jalonan un camino oscuro y en gran medida desconocido. Parece claro que los comienzos nos sitúan en el deseo de los británicos con contar con un «*rayo de la muerte*»

⁽⁷⁾ David H. Freedman. *The Light Brigade. Military Technology. MILTECH 5/2002.*

⁽⁸⁾ Sin querer expresar con esto que la línea principal de investigación no venga derivada de la identificación de la capacidad de este armamento para ser empleado en estas misiones.

⁽⁹⁾ SWEETMAN Bill. Fact or fiction? How close are high-energy lasers from becoming an operational reality?. *Janes Defense Weekly*. 22 de febrero de 2006.

⁽¹⁰⁾ 1 BILLÓN USA= 1.000 MILLONES.

⁽¹¹⁾ FREEDMAN, opus citatum, 2002.

(death-ray)⁽¹²⁾, en respuesta a la posibilidad de que los alemanes contaran con un arma electromagnética capaz de derribar los aviones de la Royal Air Force. La influencia del famoso libro de H.G. Wells «La guerra de los mundos» en la creencia de esta información es una mera suposición, pero es muy probable que contribuyese a que los militares británicos tuvieran en consideración la opción de desarrollar un armamento como este. La conclusión de los estudios desarrollados por Watt y su equipo fue que no era posible la construcción de dicho arma con la tecnología de esa época, pero los estudios contribuyeron al desarrollo del RADAR, elemento indispensable en el campo de batalla actual.

Los estudios de otro famoso científico coetáneo de Watt, el físico Nikola Tesla entran dentro de lo que se puede considerar mitología de las armas de energía dirigida. Según el mismo Tesla⁽¹³⁾ con su arma se podrían «*fundir motores de aviones a una distancia de 250 millas (400 km)*». Su explicación del sistema nos muestra un arma de haces de partículas, que podría «*construir en menos de un mes por la cantidad de 2 millones de dólares*». Como veremos a continuación, todavía sigue sin existir un desarrollo de este tipo de armamento que permita su empleo en el campo de batalla, por lo que se puede descartar la posibilidad de que Tesla lo lograra hace casi 80 años. Aun así este ejemplo nos demuestra que hay personas dispuestas a abrir líneas de investigación que en un futuro se concreten en armas reales.

Uno de los hitos principales en la historia de estas armas es el lanzamiento de la Iniciativa de Defensa Estratégica (SDI⁽¹⁴⁾ en sus siglas en inglés) el 23 de marzo de 1983 por el presidente estadounidense Ronald Reagan. Este programa puede considerarse como uno de los proyectos más ambiciosos en materia de defensa que se ha acometido. El objetivo de esta iniciativa era acabar con la Doctrina de la Destrucción Mutua Asegurada (MAD-Mutual Assured Destruction), la convicción de que el inicio de la escalada nuclear supondría la aniquilación de Estados Unidos y la Unión Soviética⁽¹⁵⁾. A través de una serie de sistemas de armas que incluían desarrollos en tierra y en el espacio, se buscaba que los misiles balísticos resultaran ineficaces al poderse interceptar en vuelo y destruir sus cabezas nucleares sin el empleo de armamento nuclear, contrario a las ideas iniciales de Teller⁽¹⁶⁾ que se basaba en generar un escudo de defensa con armamento nuclear. Incluía estaciones de vigilancia en tierra, plataformas en el espacio tanto de vigilancia como de ataque, interceptores de energía cinética, armas láser directas y reflejadas en espejos en órbita, armas de haces de partículas...

⁽¹²⁾ AUSTIN B. A. *Precursors to radar- The Watson- Watt memorandum and the Daventry experiment*. Int. J. Elect. Enging. Educ. Great Britain. Manchester U.P., 1999. Vol. 36, pp. 365–372.

⁽¹³⁾ Entrevista a Nikola Tesla en el New York Times, 10 de julio de 1934. Copia disponible en <http://timelines.com/1934/7/10/the-new-york-times-publicizes-nikola-teslas-particle-beam-research>. Fecha de consulta 29 de enero de 2011.

⁽¹⁴⁾ Strategic Defense Initiative.

⁽¹⁵⁾ FREEDMAN Lawrence, «*La evolución de la estrategia nuclear*», Madrid, Ministerio de Defensa, 1992.

⁽¹⁶⁾ DURIC Mirac, «*The Strategic Defense initiative US Policy and the Soviet Union*». Ashgate Publishing. Aldershot, UK, 2003. P. 5.

Las críticas a la SDI se iniciaron desde su primera puesta de largo, siendo comúnmente conocida como «Guerra de las Galaxias», no solo por la importancia del sector espacial en la misma, sino como *sorna* por el componente de ciencia ficción que atesoraba. Estas críticas provenían de múltiples sectores siendo alguna de ellas perfectamente argumentada⁽¹⁷⁾.

Muchos de los proyectos iniciales de la SDI han continuado y se han desarrollado con un carácter más limitado. La Defensa Antimisiles constituye el heredero principal de la SDI y su aplicación práctica en la actualidad. Por esta razón, y por la probable influencia que la iniciativa tuvo en las decisiones políticas y presupuestarias adoptadas por los dirigentes de la Unión Soviética y que derivaron en su colapso, no es correcto definirla como un fracaso; más bien todo lo contrario ya que situó con diferencia a los Estados Unidos a la cabeza de la tecnología militar⁽¹⁸⁾.

■ Definición y tipos de Armas de Energía Dirigida

El concepto de energía dirigida puede presentar ciertas dificultades en su comprensión, al tener que recurrir a conceptos físicos y no solo tácticos. Esto ha supuesto que doctrinalmente hayan quedado hasta cierto punto relegadas a un apartado que no es dónde debieran estar, o al menos no se limitan al campo donde se encuentran. Así, como ha sido tradicionalmente la artillería antiaérea la que ha realizado el seguimiento de este tipo de armamento, está incluida en sus publicaciones doctrinales⁽¹⁹⁾. Si tenemos en cuenta que las capacidades de estas armas no se limitan a su empleo en guerra electrónica o defensa antiaérea, debemos incluirlas doctrinalmente en un nivel superior.

Podemos definir *armas de energía dirigida* como *aquellas armas que transportan la energía utilizada para destruir o neutralizar los blancos a través de ondas electromagnéticas o partículas atómicas o subatómicas*.

Tradicionalmente, estas armas se dividen en los tres grupos siguientes:

- Láser de Alta Energía (HEL-High energy laser)
- Microondas de Alta Potencia (HPM-High Power Microwaves)
- Haces de partículas (Particle Beam)

Si nos ceñimos a la definición expuesta se debería incluir otros tipos de armamento, como los cañones de plasma, que se definen en un apartado posterior;

⁽¹⁷⁾ BETHE Hans A. y OTROS. «Defensa Espacial y Misiles balísticos». *Scientific American*. Diciembre 1984.

Recogido en: ARMAS NUCLEARES. *Selección e introducción de Francisco López de Sepúlveda y Tomás*. Libros de Investigación y Ciencia. Scientific American. Barcelona 1986.

⁽¹⁸⁾ Probablemente ese puesto de cabeza ya lo ostentara pero así aumentó la brecha tecnológica.

⁽¹⁹⁾ Por ejemplo en: D02-301. Doctrina Defensa aérea para las fuerzas terrestres. Pág. 2-12 y 9-2 a 9-3; y en: ACART. Guerra electrónica. Segovia Mando de Adiestramiento y Doctrina. 2009.

aunque mantendremos esta clasificación porque son los tres programas tradicionales y porque son los que se encuentran en mayor grado de desarrollo, ya que los otros prácticamente no pasan de planteamientos puramente teóricos. Además estaría dentro de esta definición armamento basado en microondas de baja energía y campos magnéticos que según algunos analistas afectan a la actividad neuronal⁽²⁰⁾, aunque los datos disponibles sobre las mismas y su verdadero fundamento científico no son concluyentes como para poder afirmar que existen programas de armamento en esta dirección o su viabilidad real. Este tipo de armas se han llamado armas psicotrónicas en diversas páginas web de dudoso fundamento científico⁽²¹⁾, aunque no existe ningún tipo de definición o designación doctrinal en ninguna publicación militar.

Estarían fuera de esta definición las armas que transportan energía al blanco a través de ondas acústicas, como los ultrasonidos, que tienen aplicaciones militares de indiscutible valor pero no se pueden considerar como excesivamente letales o destructivas.

Vamos por tanto a explicar el «estado del arte» de estos tres tipos de armas, sus capacidades actuales y la posible evolución en el futuro. También se harán una serie de consideraciones tácticas que deben tenerse en cuenta en el análisis global de estas armas, ya que si no sería incompleto.

■ Armas Láser

El empleo de medios láser en el campo de batalla es habitual, principalmente para el cálculo de distancias y señalamiento de objetivos. Pero estos dispositivos no son considerados como armamento ya que su aplicación y objetivo no es dañar personal o destruir material. Durante los años ochenta y noventa existió un intenso debate y se realizaron estudios para el empleo de medios láser con el objetivo de producir ceguera, tanto en los medios electroópticos como en el personal. El debate trascendió los medios militares centrándose en el campo de los derechos humanos, especialmente impulsado por la Cruz Roja Internacional⁽²²⁾. Estos movimientos se plasmaron en un «*Protocolo adicional a la convención sobre prohibiciones o restricciones del empleo de ciertas armas convencionales que puedan considerarse excesivamente nocivas o de efectos indiscriminados*», Protocolo IV «*sobre armas láser cegadoras*»⁽²³⁾. Así

⁽²⁰⁾ DOSWALD-BECK L. y CAUDERAY G. «El desarrollo de las nuevas armas antipersonal». *Revista Internacional de la Cruz Roja* No 102, noviembre-diciembre de 1990, pp. 606-620. Disponible en <http://www.icrc.org/web/spa/sitespa0.nsf/html/5TDM69>. Consultado el 9 de febrero de 2011.

⁽²¹⁾ <http://www.esquinamagica.com/articulos.php?idar=31&id1=39> Consultada el 22 de febrero de 2011 o http://federaciongalactica.com.ar/los_illuminati_y_la_federacion_galactica.html Consultado el 22 de febrero de 2011.

⁽²²⁾ DEEN T. «Headline News, UN protocol brings laser blinding ban into force». *Janes Defence Weekly*. New York, 11 de febrero de 1998.

⁽²³⁾ Aceptado por España. BOE número 114, de 13 de mayo de 1998.

se prohíbe el armamento diseñado para causar ceguera permanente, si bien no prohíbe las que por efecto fortuito o secundario legítimo la causen.

Pero el tipo de armamento al que nos vamos a referir es mucho más potente y con mayor capacidad de destrucción, pudiéndose considerar exento de cumplir con este protocolo ya que su función principal en ningún caso es la de producir daños a la visión de los combatientes o la población en general. La naturaleza del proceso se extrae del propio acrónimo LÁSER, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación). Los dispositivos láser emiten una radiación electromagnética con unas características que la hacen especial: mono cromaticidad⁽²⁴⁾, coherencia⁽²⁵⁾ y direccionalidad⁽²⁶⁾. Según la longitud de onda la emisión se encuentra en el visible, infrarrojo o ultravioleta, hasta los rayos X.

Dependiendo del medio activo utilizado para la generación de los fotones se distinguen distintos tipos de láser:

- De gas
- Líquidos
- De estado sólido
- De electrones libres
- De semiconductores

Además del dispositivo emisor láser, un sistema de armas necesita otros componentes fundamentales, empezando por un potente generador de energía para alimentarlo. También, para que sea efectivo necesita de una alta precisión en la dirección del haz al blanco, a través de un sistema de puntería y control que lo dirija y mantenga sobre el mismo durante el tiempo necesario para producir efectos, basados en radar, óptica o ambas. El tiempo que debe estar sobre el blanco depende de la potencia del arma, de las condiciones ambientales que pueden degradar el haz láser y de las medidas de protección contra este tipo de armas de las que disponga el blanco⁽²⁷⁾.

Los primeros programas de láser como armamento se orientaron al empleo de láser de gas dióxido de carbono y para ser empleado en la defensa contra misiles balísticos⁽²⁸⁾. En la búsqueda de aumentar la energía se pasó al empleo de láseres químicos, en los que el medio activo era un gas, por ejemplo fluoruro de hidrógeno o fluoruro de deuterio. Sobre este tipo de láser ha sido el que desde mediados de los años setenta se han constituido los diferentes programas americanos. En la actualidad, el programa de defensa contra misiles balísticos americano más avanzado es el «Airbone Laser» ABL, un sistema de armas so-

⁽²⁴⁾ Única longitud de onda.

⁽²⁵⁾ Relación de fase en un frente de onda constante a lo largo de su propagación.

⁽²⁶⁾ Similar a la propagación de una onda electromagnética.

⁽²⁷⁾ TSIPIS Kosta, «Armas láser», *Scientific American*. Febrero 1982.

⁽²⁸⁾ *Ibid.*

bre un Boeing B-747. En febrero de 2010 se realizó la primera interceptación efectiva de dos misiles en su fase de lanzamiento sobre el océano pacífico⁽²⁹⁾. El sistema incluye dos láser de baja energía, uno para seguimiento y otro para comprobación de la perturbación de la atmósfera y corrección de la misma; y el arma principal que lo constituye un láser de alta potencia del orden de los megavatios⁽³⁰⁾. Este programa recibe críticas porque en la actualidad no tiene el alcance suficiente para cumplir con las necesidades operativas que requiere, por lo que los recortes presupuestarios podrían acabar con el mismo.

En el campo terrestre, el más avanzado durante muchos años ha sido el THEL, Tactical High Energy Laser, del ejército estadounidense y el israelí⁽³¹⁾, aunque posteriormente se quedó solo Estados Unidos. El proyecto comenzó en 1995 y ha durado hasta el 2001, cuando comenzó el programa de una versión desplegable de este sistema, el MTHEL (Mobile THEL). Aunque se han realizado múltiples pruebas exitosas, la capacidad destructiva de este láser no alcanza las necesidades operativas, fundamentalmente por la potencia limitada del haz. El sistema de dirección del haz (beam director) de este sistema ha sido uno de los grandes éxitos del programa y es el que se utilizará en los próximos años para la siguiente generación de láser de mayor potencia, cuyo medio activo será de estado sólido.

Así, el programa más moderno estadounidense está basado en un láser de estado sólido llamado Joint High Power Solid State Laser (JHPSSL) Phase 3, que alcanza una potencia probada con éxito de 105 kW. Se espera que tras sucesivas mejoras se alcance los 150 Kw⁽³²⁾, suficientes para su empleo en condiciones operativas, en la actualidad principalmente orientadas a la defensa contra artillería, cohetes y morteros (C/RAM- Counter Rocket, Artillery and Mortar). El sistema de dirección de haz del MTHEL está previsto que sea sustituido por el que se está desarrollando a través del programa HEL TD BCS (High Energy Laser Tactical Demonstrator Beam Control System)⁽³³⁾, que inicialmente iba a ser un programa completo y en la actualidad, por los recortes presupuestario, se ha limitado al desarrollo del director de haz, para que sea utilizado por el JHPSSL Ph3 o sucesivas fases del mismo.

En el campo marítimo también existe un programa que previsiblemente llevará a que los barcos del futuro sustituyan sus sistemas de defensa próxima por

⁽²⁹⁾ http://gsn.nti.org/gsn/nw_20110211_9505.php. Consultado el 25 de febrero de 2011.

⁽³⁰⁾ http://www.boeing.com/defense-space/military/abl/ABLTB_overview.pdf consultado el 17 de marzo de 2011.

⁽³¹⁾ La necesidad operacional de Israel se basa en la búsqueda de protegerse de los ataques indiscriminados contra su población. http://www.nytimes.com/2006/07/30/world/middleeast/30laser.html?_r=1. Consultado el 8 de febrero de 2011.

⁽³²⁾ Aunque sería preferible alcanzar los 400 kW. National Academy of Sciences. *Review or Directed Energy Technology for Countering Rockets, Artillery and Mortars (RAM): Abbreviated Version*. National Academies Press. Washington, 2008. P-2.

⁽³³⁾ Todavía en desarrollo y pruebas https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&iid=cce1d8310fc6f63311faf5d452d8120f&tab=core&_cvview=0. Consultada el 2 de febrero de 2011.

armas láser. En Estados Unidos existe un programa de un láser de electrones libre (FEL-Free Electron Laser), dirigido por la Oficina de Investigaciones Navales (Office of Naval Research's), que tiene prevista sus pruebas embarcadas en el 2018, por lo que parece que a corto plazo es más probable la integración de otros sistemas; como por ejemplo el JHPSSL⁽³⁴⁾.

Todos estos programas reflejan la decidida apuesta por esta tecnología que está realizando Estados Unidos aunque no es el único país que está desarrollando armas láser. Tanto Rusia⁽³⁵⁾ como China⁽³⁶⁾ están interesadas en la obtención de armas láser, si bien parece probable que se encuentren ligeramente retrasados con respecto a Estados Unidos.

Respecto a su empleo en el campo de batalla podemos inferir que se limitará inicialmente a cubrir capacidades militares de las que no se dispone en la actualidad. Así los programas se orientan como se ha señalado a la defensa contra aeronaves y la amenaza RAM. Las primeras ideas conceptuales de este armamento siguen válidas, por lo que la defensa frente a misiles balísticos y la lucha por la superioridad espacial serán otros de los campos en los que se emplearán. La evolución, especialmente en la capacidad de destrucción, en el consumo de energía y en la miniaturización; permitirá que se emplee contra otro tipo de objetivos por ejemplo vehículos acorazados o instalaciones, así como su uso desde todo tipo de plataformas.

■ Armas de Microondas

Las armas de microondas (HPM-High Power Microwaves) se basan en la emisión de un pulso de elevada potencia de radio frecuencia sobre el blanco, dirigido por una antena. Los efectos que se buscan son la destrucción o neutralización de los elementos electrónicos sensibles, como transistores, cables, diodos, circuitos integrados, válvulas de vacío; siendo precisamente los elementos más modernos los más sensibles. Sus efectos son por tanto similares a los de un pulso electromagnético generado por una explosión nuclear, del que se hablará con posterioridad, pero limitados en el espacio y de mucha menor escala.

Un sistema de armas de HPM estaría constituido por una fuente de energía, un generador de microondas de alta potencia, un modulador, un componente de microondas y un subsistema de control y dirección para su apuntado. La evolución de los generadores de microondas de alta frecuencia permitirá el desarrollo de pulsos de mayor potencia, ya que las potencias de emisión ac-

⁽³⁴⁾ http://www.spacewar.com/reports/US_Navy_And_Northrop_Grumman_Accomplish_Goals_For_At_Sea_Demonstration_Of_Maritime_Laser_999.html. Consultada el 10 de abril de 2011.

⁽³⁵⁾ http://en.rian.ru/military_news/20100922/160685196.html. Consultada el 4 de febrero de 2011.

⁽³⁶⁾ «Laser weapons (China), Defensive weapons». *Jane's Strategic Weapon Systems*. 3 Diciembre 2010.

tuales no consiguen los alcances necesarios para condiciones operativas. Los aparatos que se pueden utilizar para estos generadores son viricátor, orbitrones, magnetrones, tubos de ondas viajeras TWT-Travelling Wave Tubes), amplificadores klystron relativistas...

Los datos técnicos, sin querer entrar en detalle, de este tipo de dispositivos son:

- Frecuencia de trabajo se sitúa de 300 MHz a 30 GHz.
- Pico de potencia de salida de 100 MW hasta decenas de GW en los proyectos.
- Duración de pulso de 100 pico segundos a 10 micro segundos tanto sencillos como múltiples.
- Intensidad de campo eléctrico de 100 V/m a 1 MV/m.

Los efectos dependen principalmente de la potencia de pico, la distancia y el objetivo, especialmente los componentes electrónicos. No existen unos datos publicados de alcances destructivos efectivos pero se pueden situar de entorno a los 10 metros para la potencia señalada inferior y hasta cientos de metros para la mayor. La alteración temporal de los componentes se produce a mayores alcances, en torno a cientos de metros y varios kilómetros (menos de diez) respectivamente.

En la actualidad existen desarrollos en varios países, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, China, Rusia... que reflejan un esfuerzo investigador sobre estas armas. El problema es alcanzar grandes potencias para aumentar los alcances y por tanto la utilidad, estando en la actualidad en torno a 1 GW o pocos GW.

La ventaja de este tipo de armas es que no tienen una letalidad directa, aunque de manera indirecta pueden llegar a serlo, como por ejemplo si se destruyen los sistemas de vuelo de un avión comercial y se estrella. También es importante el radio de acción, mucho más amplio que el de un arma láser que necesita ser perfectamente apuntado, lo cual es una ventaja porque simplifica el sistema de control de dirección; aunque lógicamente disminuye su precisión.

La protección frente a este tipo de ataques es efectiva y conocida en profundidad. La mayoría de los equipos militares tienen protección frente a los EPM, basada en la elección de componentes, diseño interno y blindaje de los elementos y del conjunto. En cambio en el campo civil no se diseñan los dispositivos para satisfacer este requerimiento, con lo que son muy vulnerables ante las HPM. Por este hecho se ha especulado mucho sobre la posibilidad de que un grupo terrorista emplee un arma de HPM para dañar alguna instalación electrónica crítica, por ejemplo líneas de alta tensión, servidores informáticos, salas de control de diversos servicios como luz, agua, tráfico...

En cualquier caso, el pequeño alcance actual de este tipo de sistemas hace que no aporten ventajas sobre sistemas convencionales de destrucción, salvo que no producen daños directos sobre las personas. Esta ventaja es la que impulsa estas tecnologías en el campo de las armas no letales.

■ Armas de Haces de Partículas

El fundamento teórico de este tipo de armas es la de acelerar partículas atómicas o subatómicas y formar un haz de las mismas que viaje a velocidades cercanas a la luz; transmitiendo su energía al blanco por impacto de las partículas. La cantidad de energía que estas partículas transmiten al blanco puede ser capaz de aumentar la temperatura del blanco, realizar un agujero en su superficie e incluso, si el número de partículas es muy numeroso en un periodo de tiempo corto, causar una explosión⁽³⁷⁾. En teoría, se podría alcanzar una energía muy superior sobre el blanco que con el resto de armas de energía dirigida, aunque la demanda energética del sistema dificultaría el despliegue.

La tecnología actual permite la producción de gran cantidad de partículas como fuente para el haz, que se deben inyectar en el acelerador a través de un sistema que no representa problemas tecnológicos. Para acelerar las partículas se pueden emplear muchas tecnologías, acelerador electroestático Van der Graaf, Betatrón, Ciclotrón, otros aceleradores resonantes, acelerados lineales; siendo más sencillo acelerar partículas cargadas que neutras.

El comportamiento del haz de partículas una vez que sale del arma es uno de los problemas que necesitan solución, ya que existen diversas limitaciones físicas que hacen que la efectividad sea baja en condiciones operativas. Por ejemplo, las partículas cargadas de igual signo se repelen, por lo que la divergencia del haz sería significativa incluso a alcances cortos. Además, al ser partículas cargadas en movimiento estarían afectadas por el magnetismo terrestre y sus fluctuaciones locales, haciendo difícil una dirección precisa. Por lo tanto se tendrían que buscar alternativas tecnológicas adecuadas para la emisión del haz.

El problema principal es producir el haz con un sistema relativamente compacto y que no consuma una ingente cantidad de energía, ya que en la actualidad los aceleradores son excesivamente grandes y pesados. Los estudios en este campo que realiza la física convencional podrán suponer que se consigan generados de haces de partículas operacionalmente útiles, suponiendo un problema para la proliferación de armamento, aunque el carácter relativamente preciso de los haces implica que no puedan ser considerados armas indiscriminadas. No parece probable por tanto, salvo que se produzca una auténtica revolución en este campo, que en los próximos treinta años se desplieguen sistemas de armas basados en haces de partículas.

⁽³⁷⁾ PARMENTOLA John y TSIPIS Kosta. «Armas que utilizan armas de partículas». *Scientific American*. Julio 1979.

■ Armas de pulso electromagnético

El fenómeno del pulso electromagnético fue previsto por Enrico Fermi justo al inicio de la era nuclear tras la primera explosión Trinity⁽³⁸⁾, y a pesar de los intentos por detectar este efecto durante las explosiones nucleares de baja altitud llevadas a cabo en los años 50, no fue hasta 1962 cuando se logró. Tras la prueba *Starfish*⁽³⁹⁾ se detectaron problemas en componentes eléctricos convencionales en Hawái, a 1.300 kilómetros de distancia⁽⁴⁰⁾. Posteriormente se realizó un estudio de las causas y los efectos con el detalle adecuado.

El EMP (Electromagnetic pulse) nuclear consiste en una emisión de radiofrecuencia de muy elevada potencia dependiente de la potencia del arma y en un gran ancho de banda. Los efectos del EMP producidos por las explosiones a baja altura son descartables en comparación al resto de efectos mecánicos, térmicos y radiactivos; aunque las explosiones a gran altura producirán un gran efecto.

Como se ha señalado con anterioridad, el EMP causa daños⁽⁴¹⁾ a los equipos electrónicos y eléctricos, tanto de manera permanente como temporal, dependiendo de la naturaleza misma de la radiación, el componente afectado y el estado de funcionamiento o no del mismo en el momento de recibir la radiación. Los daños pueden llegar a la destrucción física de cables y componentes, pérdida de datos en equipos de almacenamiento y muchos otros, dependiendo del tipo de componente; además estos pueden producirse directamente por recibir la emisión el componente («direct effect»), o por recibirlos indirectamente a través de un objeto o componente que actúe como colector o antena («back-door effect»). La sensibilidad de los componentes es muy variable siendo los más susceptibles los componentes de ordenadores, los medios de transmisión con transistores y otros componentes electrónicos modernos. En cambio, los equipos de válvulas de vacío, relés o cables con aislamiento dieléctrico son menos susceptibles.

Desde el momento que se conocieron los efectos anteriormente descritos, se despertó el interés por la posibilidad de generar un EMP con otros medios diferentes a una explosión nuclear, confirmándose que es posible, a través de explosiones convencionales o generadores de pulso y antenas. Por ejemplo, antes de descubrir el EMP nuclear, se conocía que a través de explosiones convencionales se producían señales electromagnéticas, aunque no se conociera qué intensidad o efectos podrían llegar a producir⁽⁴²⁾. Se han realizado estudios y se han desarrollado aparatos de generadores de pulso electromagnético que

⁽³⁸⁾ RADASKY William. «HEMP Phenomenology». *NBC Report*. Spring/Summer 2002.

⁽³⁹⁾ 1 Megatón a 400 km. de altitud sobre la isla de Johnston en el Pacífico.

⁽⁴⁰⁾ PFEFFER Robert Y SHAEFFER Lynn. «A Russian Assessment of Several USSR and US HEMP Tests». *Combating WMD Journal*. U.S. Army Nuclear and CWMD Agency. Issue 3.

⁽⁴¹⁾ La descripción detallada de la naturaleza del pulso electromagnético y sus efectos es esencial el estudio del capítulo XI de la obra señala con anterioridad de Glasstone.

GLASSTONE Samuel y DOLAN Philip J. *Opus citatum*. P-514.

⁽⁴²⁾ GLASSTONE Samuel y DOLAN Philip J. *Opus citatum*. P-514.

consiguen realizar un efecto similar pero mucho más limitado, por ejemplo con un rango de frecuencias más discreto que el EMP nuclear.

Los generadores de microondas de alta potencia son uno de los sistemas que generan un EMP, aunque su direccionalidad hace que se puedan incluir en las armas de energía dirigida. Existen además otras dos tecnologías principales para la generación de un EMP, generador de compresión de flujo activado por explosivo (FCG)⁽⁴³⁾ y generador magneto-hidrodinámico activado por explosivo (MHD)⁽⁴⁴⁾. Los MHD se encuentran todavía poco desarrollados, teniendo en cuenta que sus estudios son relativamente recientes⁽⁴⁵⁾. En cambio, la primera de estas tecnologías está moderadamente desarrollada, pero su baja frecuencia de emisión y su ancho de banda estrecho hacen que los componentes electrónicos que pueden ser afectados eficazmente sean limitados. Estas armas podrían considerarse realmente bombas electromagnéticas, ya que se basan en realizar una explosión para aprovechar su energía transformándola con un dispositivo adecuado en un pulso electromagnético.

Como vemos, la posibilidad de desarrollar un EMP no nuclear es posible, pero el alcance y potencia del mismo no alcanza al de una explosión nuclear a gran altura (HEMP-High-Altitude EMP). Operativamente, esto supone que las municiones deberían de ser situadas muy cerca del blanco al que se quisiera dañar, con lo que se podrían utilizar otros medios. Por ejemplo, para dañar un puesto de mando se debería localizar perfectamente por lo que se podría utilizar armamento de precisión con carga convencional para su destrucción. De la misma manera, en un entorno terrorista donde se quisiera dañar una instalación fija en un entorno urbano, se debería introducir dentro de la misma, dificultando la realización del atentado. Por lo tanto, salvo que existiera una poderosa razón por la que no se quisiera utilizar armamento convencional, por ejemplo para evitar de manera completa cualquier daño a la población, el armamento de EMP en la actualidad y en un tiempo relativamente largo no aporta ninguna ventaja por lo que no merecería la pena su empleo. Incluso, para alcanzar los mismos efectos sería mejor el empleo de un sistema de microondas de alta energía en los escenarios descritos.

■ Otras armas futuras

El desarrollo de otras líneas de investigación puede tener aplicaciones militares, si bien no está claro que sean operacionalmente útiles y sin existir programas activos al menos en fuertes abiertas. Las siguientes son algunas de las opciones que se han identificado como «*factibles*», aunque es necesario que avancen las tecnologías relacionadas en cada campo para que se consideren con mayor seriedad. Todas están relacionadas con la escala subatómica de la materia, donde el conocimiento humano llega a los límites pero donde se están realizando continuamente avances.

⁽⁴³⁾ Flux Compression Generators.

⁽⁴⁴⁾ Magneto-Hydrodynamic.

⁽⁴⁵⁾ El científico Hannes Alfvén recibió en 1970 el premio Nobel de física por su trabajo pionero en este campo.

Además, con las investigaciones abiertas en aceleradores como el LHC⁽⁴⁶⁾ (Large Hadron Collider) el conocimiento de estos fenómenos está mejorando exponencialmente, por lo que en el futuro es probable que la tecnología permita su uso como armamento. Las críticas a este tipo de armamento y su posible definición como inviables son lógicas teniendo en cuenta como se ha señalado nuestro desarrollo tecnológico actual, pero hay que tenerlas en cuenta como líneas de estudio sobre las que mantener un seguimiento, para ver cómo evolucionan.

■ Armas de plasma

El plasma a veces se le designa como el cuarto estado físico de la materia. Es un gas constituido por iones y electrones que se mueven libremente y cuya dinámica presenta efectos colectivos dominados por las interacciones electromagnéticas de largo alcance entre los mismos.

La posibilidad de uso como armamento se basa en proyectar al blanco una masa en estado plasmático que trasladaría una gran cantidad de energía a la superficie del mismo, dañando su estructura como un proyectil incluso destruyéndolo. Si bien en teoría es posible realizar este proceso, las dificultades son superiores a las que inicialmente se pueden detectar, por lo que de momento no hay armas desarrolladas basadas en este principio.

■ Bombas de antimateria

La física nuclear moderna ha formulado la suposición de que cada partícula subatómica tiene una contrapartida de carga opuesta e idéntica masa en reposo, existiendo la evidencia experimental para una serie de partículas⁽⁴⁷⁾. Cuando una partícula y su contraria colisionan se aniquilan, desapareciendo ambas y liberando una enorme cantidad de energía.

El fundamento teórico para aprovecharse de este fenómeno físico cuántico en el desarrollo de armamento es sencillo. Se basaría en la acumulación de una cantidad de antimateria que esté aislada de otros tipos de materia, por ejemplo por confinamiento magnético; en el momento que se quisiera detonar bastaría con retirar ese confinamiento y hacer que la antimateria entre en contacto con su contrario de materia, liberándose una enorme cantidad de energía⁽⁴⁸⁾.

La cantidad de energía liberada dependerá de la cantidad de antimateria que se aniquile, y será más violenta cuanto más simultánea sea la aniquilación. Realizando un cálculo se puede estimar que con un gramo de antimateria se puede liberar en torno a 40 kilotones de TNT, sin los residuos radiactivos de una explosión nuclear. También generaría teóricamente un pulso electromagnético más potente debido a la mayor potencia de la explosión.

⁽⁴⁶⁾ <http://public.web.cern.ch/public/en/lhc/lhc-en.html>.

⁽⁴⁷⁾ BURCHAM W. E. «Física Nuclear». Barcelona, Editorial Reverté. 2003, P-10.

⁽⁴⁸⁾ Por ejemplo, de la colisión de un electrón y un positrón se liberan dos fotones de 0'511 MeV. MARTIN James E. «Physics for radiation protection». New York. John Wiley & Sons, Inc. 2000. P-118.

Sin embargo las limitaciones tecnológicas actuales eliminan la posibilidad de su uso en un plazo de tiempo muy largo. Básicamente no es sencilla ni barata la producción de antimateria con los medios actuales por lo que la materia prima de la bomba existe solo en ínfimas cantidades⁽⁴⁹⁾. Además el confinamiento tampoco es sencillo y no existen dispositivos adecuados para que de manera estable, y mucho menos en condiciones operativas, se conserve esta antimateria. Así se puede afirmar que durante muchos años este armamento solamente estará en los contenidos de ciencia-ficción, salvo que una revolución tecnológica lo impulse.

■ CONCLUSIONES

La práctica totalidad de los programas en desarrollo de armamento de tecnología avanzada identificados no pueden ser considerados como armas de destrucción masiva, desde el punto de vista tradicional del término. Además, muchos de ellos se pueden incluir en el concepto de armas no letales o cuya letalidad es indirecta.

En el caso de las armas de energía dirigida, como se ha señalado, podemos afirmar que presentan un futuro prometedor; y que, en un periodo de tiempo relativamente corto inferior a 10 años, veremos desplegados sistemas de armas que utilizan estas tecnologías. La orientación principal de las mismas es buscar nuevas capacidades, por lo que no se desarrollan para sustituir armamento convencional, si bien una evolución posterior de las mismas podría llegar a hacerlo.

Así, es probable que el primer despliegue sea como sistemas C-RAM (Counter Rocket, Artillery and Mortar) o sistemas antimisiles balísticos, siempre que sean evaluados como superiores a los convencionales actuales o en desarrollo. Por tanto no es probable que se desplieguen con fines eminentemente ofensivos en un plazo inferior a veinte años, estando este plazo condicionado a la evolución real y a los progresos que se consigan.

A priori, no es realmente necesario el establecimiento de medidas de no proliferación específicas para este armamento en la actualidad, porque precisamente lo que buscan los programas más desarrollados es armamento que produzca el menor número de daños no deseados, fundiéndose en el concepto de armamento no letal.

En el caso de las armas electromagnéticas, tampoco son directamente calificables como armas de destrucción masiva; sin embargo, por la Sociedad de la Información en la que vivimos en la actualidad, debemos considerarlas una amenaza para la seguridad internacional. La transformación social producida por el espectacular avance en los últimos cuarenta años de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), ha supuesto una dependencia real de las mismas⁽⁵⁰⁾. En el

⁽⁴⁹⁾ <http://www.neoteo.com/cientificos-del-cern-atrapan-antimateria.neo>. Consultada el 8 de febrero de 2010

⁽⁵⁰⁾ TORRES, Manuel. *El eco del terror*. Plaza y Valdés. Madrid. 2009. P-35.

campo militar y de la guerra la influencia e incluso la dependencia es también una realidad, que ha supuesto una auténtica Revolución de los Asuntos Militares⁽⁵¹⁾.

Pero la Sociedad de la Información tiene una vulnerabilidad que es el soporte físico, el *hardware* indispensable para que fluya la información. Una agresión importante podría afectar gravemente a la sociedad, e incluso si se realiza de manera *masiva* podría significar una auténtica catástrofe que cambiara nuestra sociedad actual. Las armas electrónicas podrían ser las que pudieran orientarse a este fin, ya sea en superficie, atacando instalaciones y medios de manera local, o en el espacio, contra los satélites. Los medios militares se encuentran en general protegidos contra el pulso electromagnético, cumpliendo con los estándares OTAN, pero los civiles no. Por lo que un ataque a gran escala podría eliminar o dañar una gran cantidad de sistemas, aunque existe diversidad de criterios sobre el alcance real de estos daños⁽⁵²⁾.

En cualquier caso, las capacidades (alcances pequeños y potencia insuficiente) hacen que actualmente estas armas no sean lo suficientemente poderosas para constituir un riesgo *masivo*. La única opción de destrucción electrónica masiva proviene del pulso electromagnético nuclear, provocado por las explosiones a gran altura (HEMP)⁽⁵³⁾, por lo que ya se encuentran cubiertas por el régimen de no proliferación.

Sin embargo, las armas con capacidad de destrucción superior a las nucleares como las bombas de antimateria tendrían que tener las mismas restricciones y prohibiciones. El consenso y el marco legal parece amparar esta afirmación, como por ejemplo por lo expresado en la resolución de la Asamblea General de la ONU de 1996 «*Prohibición del desarrollo y de la fabricación de nuevos tipos de armas de destrucción en masa y de nuevos sistemas de tales armas*»⁽⁵⁴⁾ y los trabajos de la Conferencia de Desarme de la Asamblea General. Por tanto, cualquier armamento con esta tecnología o similar tendría que encontrarse con las mismas medidas legales, la primera de ellas el Tratado de No Proliferación (TNP), base del régimen de no proliferación nuclear.

Como se ha señalado, podemos estar seguros de que la tecnología militar avanzará con el desarrollo de nuevos armamentos, cada vez más potentes, precisos, o ambas cosas a la vez; por lo que se debe continuar con los estudios detallados y los seguimientos de las tecnologías para evitar que se traspase una línea de destrucción que supere las acciones producidas hasta la actualidad. Las medidas de no proliferación actuales parece que son válidas, con todas las objeciones y los apuntes a las limitaciones presentes que se puedan hacer, para cubrir

⁽⁵¹⁾ ARQUILLA J., RONFELDT D. *Athena's Camp. Preparing for conflict in the information age*. Rand Corporation. Washington, 1997. P-xii y ss.

⁽⁵²⁾ WILSON Clay. *High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices: Threat Assessments*. Congressional Research Service. Washington, 2004. P-2.

⁽⁵³⁾ High-Altitude Electromagnetic Pulse.

⁽⁵⁴⁾ <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N97/760/06/PDF/N9776006.pdf?OpenElement>.

todas las armas de los próximos veinte años. Sin embargo para ir por delante y como se señalaba al principio poder adoptar una actitud proactiva, es necesario que se establezcan órganos específicos que analicen las tecnologías para poder identificar las futuras armas de destrucción masiva. Además, el establecimiento de contactos con universidades y empresas dedicadas a la investigación y al desarrollo de tecnologías es esencial para mantener un control y para definir medidas de no proliferación adicionales.

■ BIBLIOGRAFÍA

ABRAHANSOM, J.A. The Strategic Defense Initiative: An Overview. *Horizons*, enero, 1985.

ACADEMIA DE ARTILLERÍA. *Infrarrojos y láser. Tomo I*. MADOC. Segovia, 2009.

ACADEMIA DE ARTILLERÍA. *Infrarrojos y láser. Tomo II*. MADOC. Segovia, 2009.

ACADEMIA DE ARTILLERÍA. *ACART-VA-013. Microondas*. MADOC. Segovia, 1999.

BURCHAM W. E. «*Física Nuclear*». Barcelona, Editorial Reverté. 2003.

Committee on a Scientific Assessment of Free-Electron Laser Technology for Naval Applications, National Research Council. *Scientific Assessment of High-Power Free-Electron Laser Technology*. National Academies Press. Washington, 2009.

FREEDMAN L. *La evolución de la estrategia nuclear*. Ministerio de Defensa. Madrid, 1992.

GLASSTONE Samuel and DOLAN Philip J. *The Effects of Nuclear Weapons*. Third Edition. United States Department of Defense and the Energy Research and Development Administration. Washington 1977.

LÓPEZ DE SEPÚLVEDA, *Armas nucleares*. Selección de artículos Scientific American. Prensa científica. Barcelona, 1987.

MANDO DE ADIESTRAMIENTO Y DOCTRINA DEL EJÉRCITO DE TIERRA. El derecho internacional de los conflictos armados. 2ª Edición. TOMOS I, II y III. Granada, 2007.

REMIRO BROTONS A. y OTROS. *Derecho internacional*. Tirant Lo Blanch. Valencia, 2007.
