

Nanotecnología militar y sus implicaciones

Gian Carlo Delgado Ramos

Introducción: ciencia, tecnología y keynesianismo militar

La crisis de 1929 y, poco después, la Segunda Guerra Mundial fueron elementos claves para terminar de consolidar, en torno al Proyecto Manhattan, una alianza institucional que incluía la elite de empresarios, profesionales/científicos, militares y políticos. El objeto, se afirmaba: resolver todos los problemas relacionados con la seguridad nacional, el progreso económico y la estabilidad social de Estados Unidos.¹ Se trataba en efecto de una estructura “asociativa”, llena de contradicciones y conflictos, pero también de fuertes alianzas y compromisos de interés común que fungía, y funge, como uno de los principales pilares para el continuo estímulo y patrocinio de la economía y la hegemonía de ese país.

Terminada la guerra, las circunstancias “especiales” en las que se consolidaban las múltiples sinergias entre los actores involucrados, es decir, el contexto de conflagración que “exigía” el desarrollo de mejores armamentos antes de que el enemigo

¹ Patrick McGrath, *Scientist, Business and the State 1890-1960*, Estados Unidos, University of North Carolina Press, 2002.

lo hiciera, sin importar los costos económicos, dejó de tener, en principio, razón de ser. No obstante, dado que ello implicaba una fuerte contracción del aparato bélico-industrial desarrollado, se optó entonces por instalar un *modus operandi* central de la economía de posguerra estadounidense, que se ha calificado como una permanente economía de guerra.

Las medidas fueron inmediatas. En lo que se refiere al desarrollo de la ciencia y la tecnología (CyT) —uno de los principales motores del aparato productivo—, se identifica, por ejemplo, el establecimiento, en agosto de 1946, de la Oficina Naval de Investigación, misma que acaparó tres de cada cuatro dólares del presupuesto federal en investigación y desarrollo (IyD).² Tal situación provocó que algunos individuos de la comunidad científica y del Buró de Presupuesto expresaran su preocupación por el “exagerado apoyo militar a la ciencia y la tecnología universitaria”.³

La marcada tendencia continuó incluso después de 1950 cuando parte del presupuesto en IyD se canalizó hacia otros entes como la entonces recién creada Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés), que tenía el objeto de fungir como eje coordinador entre la industria, los centros de producción de conocimiento y las acciones del Estado. Es de llamar la atención que, a pesar de haber sido constituida con el fin de promover y financiar el avance de la CyT civil —puesto que en lo militar ya operaba puntualmente el Departamento de la Defensa (DD)—, ésta sin embargo fue constituida bajo fuertes preceptos de corte económico-militares. Byron Millar, un oficial de la administración del entonces presidente, urgía que se

² Refiérase a las actividades de investigación científico-tecnológicas especialmente dirigidas al desarrollo de aplicaciones comerciables, sea en el mercado civil, sea en el militar.

³ Deborah Shapley y Rustum Roy, *Lost at the Frontier. US Science and Technology Policy Adrift*, Filadelfia, Isi Press, 1985, p. 41.

aprobara la legislación para que se creara la NSF al suscribir que podía proveer “en términos reales nuestra primera línea de defensa nacional”.⁴ En el mismo tenor, William Goleen, asesor de Truman, aseguraba que “era vital ampliar la fundación de conocimiento para nuestra fortaleza militar e industrial y el bienestar público en el largo plazo”.⁵

A la par de la NSF, se conformó también la Comisión de Energía Atómica que desde entonces financia vigorosamente la investigación en física, sobre todo la de altas energías, siempre con un fuerte rubro en aplicaciones militares y bajo la noción de estimular el complejo bélico-industrial nacional.

No sorprende entonces que, según datos de 1951, un año después de entrar en operación la NSF, los contratos del DD y la mencionada comisión constituyeran el 40% de los fondos dirigidos a la investigación.⁶

Para 1960, el financiamiento a la IyD de CyT militar ascendía ya a más de la mitad del financiamiento industrial total de Estados Unidos y, cabe notar, en proporciones similares se colocaban Reino Unido y Francia que comenzaban a recuperarse de las devastadoras guerras mundiales (exceptuando en los dos últimos casos, el financiamiento a Concorde y Airbus).⁷ Y es que el establecimiento de vinculaciones económico-político-militares en Europa ha sido similar. No obstante, a diferencia de Estados Unidos, los europeos evitaron conformar de manera formal una estructura organizativa y administrativa central de la IyD militar como la estadounidense puesto que lo que más interesaba era recuperar primero su competitividad industrial en lo civil. En tal sentido, la competencia entre los diversos actores empre-

⁴ P. McGrath, *op. cit.*, p. 130.

⁵ *Idem.*

⁶ *Ibid.*, p. 169.

⁷ Sylvia Ostry y Richard Nelson, *Techno-Nationalism and Techno-Globalism, Conflict and Cooperation*, Washington, D. C., The Brookings Institution, 1995, p. 35.

sariales europeos para hacerse de los contratos militares en su país y en los vecinos fue y es intensa. Aunque, debe advertirse que dicha tendencia sugiere estar cambiando con la consolidación, todavía precaria de lo que puede considerarse como una “administración industrial central” de tinte militar: la Agencia Europea de la Defensa.⁸

Ahora bien, como producto de las medidas entonces emprendidas por Estados Unidos, “aceitadas” por una creciente carrera armamentista por la vía de la guerra fría y acciones militares como la de Viet Nam (1958-1975) o Iraq (primero en 1991 y después en 2003),⁹ entre otras, se registra el funcionamiento bien consolidado de lo que el presidente Eisenhower denominó, en 1961, el “complejo militar industrial” y cuya principal justificación ha sido la de tratarse de un esfuerzo que debía ser mantenido y fortalecido de modo que se pudiera proteger a Estados Unidos de cualquier amenaza.¹⁰ Esto es, según expresó en 1971 la Comisión de Energía Atómica estadounidense, que “este país no puede, en el interés de la seguridad, tener menos que las capacidades ofensivas posiblemente más fuertes en momentos de peligro nacional”.¹¹

⁸ Véase un análisis puntual en Gian Carlo Delgado, “Galileo y la militarización de la ‘red industrial europea’”, en *Nómadas*, núm. 14 (España), Universidad Complutense de Madrid, julio-diciembre de 2006.

⁹ Prácticamente desde la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos ha estado permanentemente involucrado en una o más acciones bélicas al mismo tiempo. Para un recuento de las intervenciones militares de este país a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, véase William Blum, “Breve historia de las intervenciones de EUA desde 1945”, en *Revista Chiapas* (México), núm. 10, 2000.

¹⁰ En forma textual señala: “In the councils of government we must guard against the acquisition of unwarranted influence, whether sought or unsought by the military-industrial complex. The potential for the disastrous rise of misplaced power exists and will persist”, Dwight Eisenhower, “Farewell Address”, Washington, D. C., 17 de enero de 1961.

¹¹ P. McGrath, *op. cit.*, p. 161.

Sin embargo cabe notar que, desde entonces, se trata de un elemento siempre presente en una medida u otra en la política exterior y de defensa de ese país. La “guerra contra el comunismo” y la “guerra contra el terrorismo” de principios del siglo XXI son similares en tanto que ambas han sido justificantes de gastos militares crecientes. En consecuencia, es más preciso hablar, parafraseando a Melman,¹² del funcionamiento de un *capitalismo de Pentágono* que se caracteriza por estimular la economía a partir de favorecer a miles de contratistas y subcontratistas —el grueso nacionales— bajo los preceptos de “maximización de costos”. Esto es, un contexto de “condiciones especiales” en el que las ganancias están garantizadas de antemano ya que, en la mayoría de los casos, el producto fue vendido antes de ser elaborado. La “ganancia” no se deriva entonces de relaciones de “mercado”, sino gracias a “vinculaciones” de orden político-militar y administrativo.¹³ Se trata de la operación de mayor envergadura del gobierno: “Más de 37 000 firmas industriales o divisiones de esas firmas y más de 100 000 subcontratistas operan bajo el control de una oficina de administración federal con cerca de 50 000 empleados. *Probablemente se trata de la administración industrial centralizada y estatal de mayor envergadura del mundo*”.¹⁴

Los listados de los principales contratistas y subcontratistas publicados por el Directorate for Information Operations and Reports del DD corroboran ampliamente tal *keynesianismo militar*.¹⁵ Destacan en las primeras posiciones, según datos de 2006: Lockheed Martin, que recibió 26 600 millones de dólares (MDD)

¹² Seymour Melman, *Pentagon's Capitalism: The Political Economy of War*, Nueva York, 1970.

¹³ *Idem.*

¹⁴ *Ibid.*, p. 82. Las cursivas son del autor del artículo. Saxe-Fernández señala en este punto que debe notarse que la observación de Melman fue hecha cuando todavía existía la URSS, que se suponía contenía las mayores estructuras burocrático-estatales. Véase John Saxe-Fernández, *Terror e imperio*, México, Debate/Arena, 2006.

¹⁵ Véase <http://siadapp.dior.whs.mil/procurement>.

en contratos; Boeing con 20 300 MDD; Northrop Grumman con 16 600 MDD; General Dynamics con 10 500 MDD; Raytheon con 10 100 MDD; Halliburton con 6 100 MDD, etcétera. Véase la Tabla 1 para su posicionamiento en el mercado internacional.

Tabla 1
Principales corporaciones militares por ingresos
(Revenues, 2004, MDD)

Posición	Corporación	País	Ingresos (militares)	Total de ingresos
1	Lockheed Martin	EUA	34 050	35 526
2	Boeing	EUA	30 464	52 457
3	Northrop Grumman	EUA	22 126	29 900
4	Bae Systems	Reino Unido	20 344.8	25 431
5	Raytheon	EUA	18 771	20 245
6	General Dynamics	EUA	15 000	19 178
7	EADS*	Holanda*	10 505	43 387.9
8	Honeywell	EUA	10 240	25 601
9	Thales	Francia	8 868.6	14 053.3
10	Halliburton	EUA	8 000	20 446
11	Finmeccanica	Italia	7 670.6	12 807.6

* EADS está registrada en Holanda, pero es propiedad del Estado francés, y Lagardère (Sogea) en un 30.09%, de Daimler Chrysler (Alemania-Estados Unidos) en un 30.09%, de la SEPI (España) en 5.5% y el resto, de "libre flotación", en pequeños propietarios (el Estado francés tiene el 0.89% adicional).

Fuente: Defense News Top 100, Estados Unidos, 2005, en www.defensenews.com.

En esta lógica no extraña que a lo largo de las décadas de 1960 y 1970, el gobierno federal de Estados Unidos gastara más de

la mitad de sus ingresos fiscales en el financiamiento de guerras pasadas, presentes o futuras.¹⁶ Tampoco lo es que en 2005 el presupuesto militar de este país representara el 48% de ese gasto mundial;¹⁷ es decir, casi igual al gasto total militar del resto del mundo.

Y es que las cifras se dispararon con George W. Bush y el 11 de septiembre cuando el Ejecutivo obtuvo del Congreso poderes de guerra, declarando un estado de excepción de facto con la aprobación de la Ley Patriota (octubre de 2001), la Ley de Comisiones Militares (2006) y la Ley de Autorización de Defensa John Warner, que “legalizan” respectivamente el espionaje interno y externo; la operación de tribunales militares secretos; las detenciones arbitrarias y la tortura, así como la suspensión de la protección de arresto arbitrario o de *habeas corpus*.

Tabla 2
Gasto en IyD civil y militar de Estados Unidos 2000-2007

(MDD)

Año	Gasto total en defensa	Gasto militar en IyD	Gasto civil en IyD	Total IyD
2000	294 394	41 050	32 897	73 947
2001	304 759	44 147	35 942	80 089
2002	348 482	48 238	39 673	87 911
2003	404 778	57 328	44 112	101 440
2004	455 847	65 345	48 034	113 379
2005	495 326	70 646	49 200	119 846
2006	521 840	73 043	49 752	122 795
2007*	571 869	75 481	52 660	128 141
*Estimado.				

Fuente: Executive Office of the President, *Historical Tables*, Washington, Budget of the United States Government, Fiscal Year 2008, 2007.

¹⁶ S. Melman, *Profits without Production*, Estados Unidos, University of Pennsylvania Press, p. 82.

¹⁷ SIPRI, *Armaments, Disarmament and International Security*, Estocolmo, SIPRI, Yearbook 2006, 2006.

La evolución del presupuesto pasó entonces de 294 millardos de dólares en el año 2000, a 521 millardos en 2006. Estimaciones para 2007 sugieren un monto de 583 millardos y, para 2008, de 606.5 millardos.¹⁸ Para ese mismo periodo, el gasto federal, exclusivamente en IyD en CyT militar, pasó de 41 millardos de dólares en 2000 a 73 millardos en 2006 en relación con un total en IyD (civil y militar) de 73 y 122.7 millardos, respectivamente.¹⁹ Para 2008, ese presupuesto de IyD militar se estima en casi setenta y nueve millardos de un total en IyD de 139 millardos²⁰ (véase la Tabla 2).

A lo anterior hay que añadir el financiamiento militar que se canaliza formalmente por la vía de lo “civil” (por ejemplo, programas del Departamento de Energía para, por ejemplo, mantener a punto, y en constante modernización, el arsenal nuclear), así como aquél de categoría “encubierto” puesto que, como lo detalla el DD:

Los costos en los que incurren los contratistas de la Defensa para actividades de investigación y desarrollo son reconocidos [...] como costos necesarios para hacer negocio, particularmente en el ambiente de la alta tecnología. Los costos efectuados para el desarrollo de actividades de potencial interés deben ser reembolsados como gastos indirectos bajo contratos “encubiertos” hasta el punto en el que sean asignables, razonables y que no contradigan la ley.²¹

¹⁸ Executive Office of the President, *Historical Tables*, Washington, D. C., Budget of the United States Government, Fiscal Year 2008, 2007.

¹⁹ *Ibid.*, pp. 191-192.

²⁰ AAAS, “R&D by Agency in FY 2007 Budget”, en AAAS (Estados Unidos), 1 de febrero de 2007.

²¹ Department of Defense (DD), *Independence of Research and Development Program Report*, Washington, D. C., DD, octubre de 2002.

Así, tomando nota de lo que se ha precisado, las estimaciones de Higgs²² redondean un gasto total real en “defensa”, sólo para 2007, de cerca del billón de dólares (*trillions*).

El resultado de tal dinámica de capitalismo de Pentágono en términos de la competencia intercapitalista en CyT es bien conocido. Estados Unidos es líder en el avance de la IyD; sin embargo, ya no se coloca a la cabeza de todas las áreas estratégicas de la tecnología civil, e incluso ya no tiene la exclusividad de algunas de tipo militar puesto que esa dinámica también genera fuertes hipertrofias. Producto de los sobrecostos, como de los bajos índices de encadenamientos productivos que caracterizan la tecnología militar exótica, para la década de 1990 tales hipertrofias se reflejaban en una planta física industrial en condiciones comparativamente pobres con respecto a los años anteriores y en una buena parte de la infraestructura civil de Estados Unidos en relativo decaimiento.²³

Según datos de 1999, Estados Unidos dominaba el registro de patentes en las áreas de electricidad, electrónicos, instru-

²² Robert Higgs, “The Trillion-Dollar Defense Budget is already here”, en *The Independent Review* (Estados Unidos), 15 de marzo de 2007.

²³ S. Melman, *Profits without Production...*, pp. 179-180, 227-234; y J. Saxe-Fernández, *op. cit.*, p. 100. Saxe-Fernández, siguiendo el análisis de Melman y Paul Sweezy, añade: “esto sólo es la punta del iceberg ya que es necesario establecer cuánto de la masa total de los recursos frescos de capital disponibles es utilizada por el sector militar. Usando metodologías estadísticas elaboradas por las Naciones Unidas, Melman compara la situación entre EUA, Alemania Federal y Japón. Entre 1976-1977, el promedio de inversión civil en relación con el PNB alcanzaba el 17 por ciento en EUA, el 21 por ciento en Alemania Federal y el 31 por ciento en Japón. Al hacer referencia a los factores múltiples presentes en la noción de ‘deterioro relativo’ de EUA es necesario además tener presente, la proporción de fondos totales en investigación y desarrollo canalizados hacia el sector militar. En un año típico, 1976, EUA desviaba el 31 % de esos recursos hacia el DD y sus contratistas, mientras que Alemania y Japón lo hacían en un 8% y 1% respectivamente” (J. Saxe-Fernández, *op. cit.*, p. 286). Para el trabajo de Sweezy véase: Paul Sweezy, *Capital monopolista*, México, Siglo XXI, y P. Sweezy y Harry Magdoff (comps.), *The Dynamics of US Capitalism: Corporate Structure, Inflation, Credit, Gold and the Dollar*, Nueva York, Monthly Review Press, 1970.

mentos y química; la Unión Europea (UE), en procesos, mecánica y bienes de consumo, y Japón, relativamente en electricidad y electrónicos. Desde el punto de vista de las áreas subtecnológicas, en la década de 1990 se registró, en general, un número espectacular en patentes de biotecnología y telecomunicaciones, seguida por la farmacéutica y la ingeniería médica y, más recientemente, en nanotecnología y nanoprocesos. Es decir, hubo un aumento importante en patentes de alta tecnología que, según Estados Unidos, está en términos generales bajo su control, pues en 2005 se adjudicaba entre el 32 y 33 % de la producción científico-tecnológica mundial, mientras que la UE lo hacía con un 22.8% y Japón con un 12.9%.²⁴

El *boom* de la nanotecnología

La nanotecnología se refiere a la manipulación de la materia a escala nanométrica, es decir, a la mil millonésima de metro. Se trata de una tecnología que, más allá de caracterizarse por operar a esas dimensiones (en la que también trabajan otras disciplinas como la química), particularmente alude al diseño, caracterización y producción de nanoestructuras, nanodispositivos y nanosistemas novedosos a partir de “controlar” la forma, el tamaño y las propiedades de la materia a dicha escala con el objeto de que se use en tales o cuales aplicaciones civiles y/o militares.

Las aplicaciones nanotecnológicas pueden por consiguiente ser tan distintas y con grados de complejidad tan amplios que los especialistas prefieren hablar de “nanotecnologías” para apreciar con mayor precisión tal diversidad de usos. Por ejemplo, los materiales nanoestructurados ya son utilizados en diversos campos para producir bolas de tenis, golf o boliche;

²⁴ G. C. Delgado, *op. cit.*

en la fabricación de neumáticos de alto rendimiento o de textiles con propiedades novedosas; en cosméticos, fármacos y nuevos tratamientos terapéuticos; en filtros de agua nanoestructurados y “remedios” medioambientales; en el diseño de nuevos materiales para usos que van desde la electrónica, la aeronáutica y la industria del transporte, hasta su empleo en armas más sofisticadas, ligeras y eficaces.

Estas aplicaciones, entre otras, han generado ya una doble atención. Por un lado, se observa un sustancioso negocio al grado que se estima que la(s) nanotecnología(s) será(n) eje central de una nueva revolución tecnológica y de acumulación de capital; un proceso en el que se espera por tanto una intensa competencia intercapitalista y, consecuentemente, una ardua carrera por desarrollar y comercializar resultados a la brevedad. Por el otro lado, se identifican las posibles implicaciones que esa transformación generaría en el medio ambiente y, de ahí, en la salud, puesto que estarían presentes novedosas nanoestructuras diseñadas por el ser humano y cuyas características, en su gran mayoría, son todavía desconocidas.

El grado de incertidumbre de las nanoinnovaciones es mayor puesto que existen límites relativos sobre lo que se puede medir: en principio, varias propiedades de las partículas subatómicas no pueden estar definidas con “exactitud” de modo simultáneo. Por ello, entre otros factores, se puede dilucidar que los potenciales riesgos son probables y, más aún, en múltiples casos difíciles de detectar de modo inmediato, puesto que lo que se está manipulando es directamente imperceptible a nuestros sentidos, factor que genera una “desconexión” entre las causas y los efectos del avance de las nanotecnologías tanto en el tiempo como en el espacio.²⁵

²⁵ *Id.*, Delgado, *Incertidumbres de la nanotecnología y su manejo social*, tesis doctoral, España, Universidad Autónoma de Barcelona, julio de 2006, p. 21.

De cualquier modo, las expectativas se mantienen álgidas, factor que se refleja en un gasto público y privado exponencial y en un sostenido impulso y avance de la IyD de las nanotecnologías civiles y militares. La “bola de nieve” —o la *nano hype*— se desata formalmente a partir de que Estados Unidos lanza, en 2001, su Iniciativa Nacional en Nanotecnología (INN), producto de esfuerzos y acciones de cabildeo que datan de por lo menos 1996. Al año siguiente, 2002, Europa comienza a coordinar su IyD en nanociencia y nanotecnología (NyN) bajo una unidad específicamente dedicada a ello y, para 2004, lanza su propia iniciativa y plan de acción. Japón lo haría en 2002 mediante su “Ley de Promoción Estratégica de Nanotecnología y Materiales” y, a finales de 2003, con la iniciativa de creación de negocios en nanotecnología. Y a éstos le siguieron los casos de países como Australia, China, Canadá, Corea, Israel, Singapur, entre otros.²⁶

En consonancia, se estima que el gasto de los gobiernos en nanotecnología a nivel mundial pasó de 430 MDD en 1997 a tres mil millones en 2003, contexto en el que Estados Unidos aportó el 25%. Para 2004, Lux Research supone que el gasto total mundial (público y privado) ascendió a 8.6 millones de dólares. En 2005 los montos sugieren haber aumentado a 5.9 millones del sector público, 4.5 millones del gran y mediano empresariado y unos quinientos millones de *start-ups* para un total de 10.9 millones de dólares. En 2006 las cifras de Lux Research precisan un total de 12.4 millones de dólares: 6.4 millones del sector público, 5.3 del gran y mediano empresariado y unos setecientos millones de *start-ups*.²⁷

²⁶ Véase *ibid.*, pp. 150-206, para una revisión puntual de este proceso de la *sociología política de la nanotecnología*.

²⁷ *Ibid.*, p. 123. Véase del mismo autor “El paradigma económico de la nanotecnología”, en *Comercio Exterior*, México, en proceso de edición.

Con todo ese gasto directo, el indirecto en otras disciplinas fundamentales para el avance de las nanotecnologías y mediante todo un amplio paquete de medidas para estimular la IyD, la Comisión Europea estima que Estados Unidos se adjudica el 42% del avance nanotecnológico. Le siguen el conjunto de países de la UE y en seguida Japón. Aunque, visto desde el desarrollo de la nanociencia, tal orden se modifica al colocarse primero la UE, y Estados Unidos y Japón en segundo y tercer lugar respectivamente. China se disputa ya la posición con Japón en cuanto a nanociencia.²⁸

En lo que respecta a las expectativas sobre el negocio de las aplicaciones militares de la nanotecnología, cabe señalar que éstas son de tal magnitud que uno de los argumentos utilizados en Estados Unidos para la adopción de la INN fue precisamente su gran funcionalidad en el campo de batalla y en la “garantía” de la *seguridad nacional*.

En 1999, en el marco del endoso presidencial de la INN, los asesores del presidente en materia de CyT de Estados Unidos le comunicaban que:

La continuidad del liderazgo económico y la seguridad nacional de EUA en el siglo XXI requerirá de un significativo y sostenido incremento en IyD de la nanotecnología en los próximos 10 a 20 años²⁹ [...] EUA no puede enfrentar estar en segundo lugar en ese intento. El país que sea líder en el descubrimiento y la implementación de la nanotecnología tendrá una gran ventaja en el escenario económico y militar en las próximas décadas.³⁰

²⁸ *Id.*, “El paradigma económico de la...”

²⁹ President’s Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), “PCAST Letter to the President Endorsing a National Nanotechnology Initiative”, Estados Unidos, 14 de diciembre de 1999.

³⁰ PCAST, “Review of Proponed National Nanotechnology Initiative”, Estados Unidos, Panel on Nanotechnology, noviembre de 1999.

Desde tal perspectiva, el rol del DD en la IyD de la nanotecnología ha sido creciente y de la mayor relevancia; de ahí que se adjudique una cuarta parte del presupuesto total de la INN y consigne una serie de gastos dispersos que salen de su propio presupuesto y bajo diversos rubros afines y “encubiertos”. Esto lleva a estimar que la IyD nanotecnológica de tipo militar en Estados Unidos recibe directa e indirectamente, sea desde el DD u otro ente, poco menos de la mitad del presupuesto real total.³¹ Y aunque las expectativas sobre este tipo de nanoaplicaciones son de la misma categoría en otros países con un importante complejo bélicoindustrial, como Reino Unido, Alemania, Suecia o también países como China, el gasto militar destinado a ese rubro está lejos de ser comparable al estadounidense que es hasta 10 veces mayor al total del gasto realizado por el resto de los países del mundo en su conjunto.³² Por ejemplo, Reino Unido gasta directamente unos tres MDD al año en nanotecnología militar, mientras que Suecia aprobó destinar poco más de dieciséis MDD para los próximos cinco años.

Lo anterior deviene en que Estados Unidos de manera efectiva y contrastante modela el rumbo del grueso de las innovaciones nanotecnológicas de tipo militar. Es una tendencia que no parece cambiar en el corto plazo, incluso si se contemplan las aplicaciones de carácter dual. Esto se debe, por un lado, a que Estados Unidos todavía domina la generalidad de la IyD en nanotecnología y, por el otro, porque ese país está desarrollando mucha de su IyD desde lo militar para luego procurar transferirla a lo civil, dinámica que no es compartida en esa misma magnitud por otros actores que en cambio prefieren ir de lo civil

³¹ G. C. Delgado, *Incertidumbres de la nanotecnología...*

³² Jürgen Altmann, “Limiting Uses of Nanotechnology and Converging Technologies”, Conferencia sobre Nanotechnology in Science, Technology and Society, Marburg, Alemania, 13-15 de enero de 2005.

a lo dual y/o militar. Pero, en el mediano y largo plazo, bien cabe la posibilidad de que ese contexto cambie pues la innovación tecnológica, incluyendo la militar, depende de diversos factores. Desde el acceso permanente a recursos financieros, de acciones de ingeniería en reversa y hasta de “golpes de suerte” en la IyD per se. Para los fines que aquí interesan, el caso de Estados Unidos resulta ser, hoy por hoy, el más ilustrativo.

El potencial militar de la nanotecnología: el caso de Estados Unidos

El DD ha apoyando distintos proyectos de IyD en nanociencia y nanotecnología desde la década de 1980; sin embargo, fue hasta 1997 que la nanotecnología se consolidó formalmente como una prioridad de éste bajo la modalidad de una de las seis Áreas Estratégicas de Investigación.³³ En ese momento se estableció un comité coordinador con un representante de las Fuerzas Aéreas, la Naval, la Armada y la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés). Paralelamente, cada fuerza del DD consolidó sus propios grupos de coordinación y planeamiento de IyD.³⁴

Hoy en día, el DD cuenta con un amplio portafolio de proyectos “nanomilitares”, de los cuales se puede presumir que un buen número son clasificados. Muchos son desarrollados en sus propias instalaciones como los Laboratorios de Investigación

³³ DD, *Defense Nanotechnology Research and Development Programs*, Washington, D. C., Director, Defense Research and Engineering, 17 de mayo de 2005.

³⁴ James S. Murday, “The Coming Revolution: Science and Technology of Nanoscale Structures”, en Advanced Materials and Processes Technology Information Analysis Center (AMPTIAC), *DoD Researchers Provide a Look Inside Nanotechnology*, AMPTIAC *Quarterly*, edición especial, vol. 6, núm. 1, Estados Unidos, 20 de marzo de 2002.

de la Armada, los Centros de Ingeniería y Desarrollo, la Base de las Fuerzas Aéreas Wright Patterson o el Laboratorio Nacional de Investigación de las Fuerzas Navales. Otros se ejecutan en coordinación con el Departamento de la Energía y sus laboratorios nacionales (por ejemplo, Los Álamos, Sandia, entre otros).

Además ha establecido programas de IyD con contratistas, subcontratistas y no contratistas del sector privado, esquema en el que los últimos juegan un cierto papel sólo en las primeras etapas de nuevas tecnologías —dígase nanotecnología—, momento en el que las aplicaciones son posibles tanto en el sector militar como en el civil. Pasada tal fase, los actores operativos son casi exclusivamente los primeros (contratistas y subcontratistas) que se enfocan al desarrollo de aplicaciones exóticas o clasificadas.

El DD mantiene también un abanico de programas con universidades que se pueden identificar, principalmente, en dos esquemas de coordinación centralizada: la Iniciativa de Investigación Multidisciplinaria de Universidades y el Programa de Instrumentación de la Investigación Universitaria para la Defensa.³⁵

Asimismo, ha establecido marcos de colaboración entre alguna sección del DD, la universidad y el sector privado (fundamentalmente nacional). Uno de los casos más sonados en esta área es la instauración de una unidad de investigación en el Instituto Tecnológico de Massachussets, denominada “Instituto para las Nanotecnologías del Soldado” (INS). En éste se vinculan la Oficina de Investigación de la Armada y actores del sector privado representados desde el Consorcio Industrial del INS (por ejemplo, Raytheon y DuPont); además se suman otros del sector salud como los Hospitales de Mujeres Brigham/Centro para la

³⁵ Committee on Implications of Emerging Micro and Nano Technologies (CIEMNT), *Implications of Emerging Micro and Nanotechnology*, Washington, D. C., National Research Council/National Academies Press, 2002, pp. 186-189.

Integración de la Medicina.³⁶ Asimismo está el Centro para Innovación en Nanociencias de la Defensa que surge del acuerdo entre la DARPA, el programa de Actividad Microelectrónica de Defensa del DD, tres planteles de la Universidad de California (Santa Bárbara, Los Ángeles y Riverside), el Laboratorio Nacional de Los Álamos, y socios del sector privado como Boeing, DuPont, Hewlett Packard, Hughes Research, Motorola, NanoSys, Northrop Grumman, Rockwell Scientific, Ryttheon y TRW; todos contratistas mayores del Pentágono.

Entre las prioridades militares que puntualiza la Iniciativa Nacional en Nanotecnología destaca la búsqueda de soluciones para la detección y protección contra armas biológicas-químicas-radiológicas-explosivas, así como para el monitoreo del estado de salud de cada soldado, con el objeto de aumentar su sobrevivencia mediante nanobiosistemas. Se indica el desarrollo de sensores inteligentes, nanofilamentos o nanopolvos para la confección de ropa, máscaras y equipo militar personalizado con funciones camaleónicas en relación activa con el medio ambiente, que protejan de la insolación a través de materiales de alta nanoporosidad, que sean indetectables a los sistemas de visión nocturna, que neutralicen agentes químico-biológicos y/o que “administren” antídotos. Ello es una muestra de algunas de las aplicaciones militares defensivas y por tanto socialmente más aceptables. Con todo, ésas sólo son la punta del iceberg del espectro de IyD nanotecnológico militar.

Desde la perspectiva de la capacidad ofensiva, otros rubros de IyD anuncian que el DD busca alentar el ensamblaje tridimensional de nanoestructuras para desarrollar: a) nuevos materiales para *armas no letales*,³⁷ y b) mejores versiones de

³⁶ Véase: <http://web.mit.edu/ISN/index.html>.

³⁷ Las tecnologías no letales cubren un amplio rango de posibilidades, incluyendo armas biológicas y químicas, control de masas, así como armas exóticas

la mayoría de las armas tanto nucleares como convencionales (armamento más ligero y con mayor capacidad de municiones, miras multiespectro, balas guiadas, o armas que se autodisparan cuando es detectado el enemigo).³⁸ Vale mencionar dos casos para ejemplificar: el de los nanorracimos de oro sensitivos y selectivos a la detección de ADN que desarrolló un programa de la Armada y que resultaron útiles para mejorar la dispersión de ántrax, tanto para blanqueo masivo y/o selectivo,³⁹ o el programa de la Naval para desarrollar lo que denomina la “sexta generación de energéticos” que son utilizados para el desarrollo de municiones más potentes.⁴⁰

Otras investigaciones anuncian el uso de fotocélulas nanoestructuradas “impresas” en superficies plásticas o de textiles, así como del perfeccionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía, por ejemplo, en lo concerniente a la extensión de la amplitud de la carga y de la densidad de las baterías por la vía del desarrollo de materiales ad hoc.⁴¹ Están otras tantas que se abocan a la exponencial miniaturización y extensión de la capacidad y resistencia de los sistemas electroinformáticos de todo tipo de equipo militar; por ejemplo, centros

de última generación. El DD define como armas no letales aquellas que están diseñadas explícitamente para incapacitar al personal o infraestructuras enemigas. Entre las que se desarrollan de última generación están las armas ópticas y acústicas; las de macro y microondas, polímeros y espumas inmovilizantes, y armas de antimateria y de pulsos electromagnéticos. Véase Joseph Siniscalchi, “Nonlethal Technologies and Military Strategy”, en William Martell, *The Technological Arsenal: Emerging Defence Capabilities*, Washington, D. C., Smithsonian Institution Press, 2001, pp. 129-150.

³⁸ Véase DD, *Independence Research...*, y DD, *Developing Science and Technologies List*, Washington, D. C., Department of Defense, julio de 2002.

³⁹ J. S. Murday, *op. cit.*, p. 10.

⁴⁰ Véase Robert Kavetsky, *The Navy's Program in Nanoscience and Nanotechnology. A Look Ahead*, Estados Unidos, Office of Naval Research, sin fecha, p. 3, y DD, *Developing Science...*, sección 2.

⁴¹ DD, *Developing Science...*, sección 7.

de comando, plataformas de control, aviones, submarinos, o incluso del equipo portátil de los soldados.⁴²

En este marco de actividades, la Oficina de Ciencia de la Defensa de la DARPA reporta áreas de interés en las que la nanotecnología bien podría contribuir de modo sustancial, como: materiales y estructuras; protección de soldados y vehículos; materiales funcionales y cuánticos, y dispositivos de defensa para la guerra biológica.⁴³

En el mismo tenor, un balance del Comité sobre las Implicaciones Emergentes de las Micro y Nanotecnologías (CIEMNT) del Consejo Nacional de Investigación de la Junta de las Fuerzas Aéreas en Ciencia y Tecnología suscribe que: “Las micro y nanotecnologías serán relevantes en las seis competencias centrales del plan estratégico de la Fuerza Aérea: superioridad aeroespacial, superioridad informática, capacidades de ataque global, compromiso de precisión, movilidad global rápida y apoyo de combate ágil”.⁴⁴

Por tanto, entre las “áreas de oportunidad”, indica el Comité, están: a) el desarrollo de vehículos o dispositivos espaciales y sus sistemas (incluyendo el desarrollo de un sistema complejo de nanosatélites⁴⁵ para vigilancia y monitoreo global permanente a modo de una antena espacial gigante); b) la evolución

⁴² *Ibid.*, sección 8.

⁴³ Por ejemplo, se precisa que se podrían desarrollar armaduras y fibras avanzadas; electrónicos moleculares; robótica dinámica multifuncional; motores biomoleculares; sistemas sintéticos bioópticos; técnicas de detección de agentes a larga distancia; sensores *stealth*; materiales multifuncionales sintéticos, entre otros. Véase www.darpa.mil/dso/programs.htm.

⁴⁴ CIEMNT, *op. cit.*, p. 13.

⁴⁵ *Ibid.*, pp. 208-209. Entiéndase el uso de nanodispositivos y/o nanosistemas para la conformación de satélites muy pequeños (nanosatélites o picosatélites), pero no nanométricos. En este sentido, el uso de la nano resulta cuando menos confuso. El primer nanosatélite es el británico SNAP-1 de 6.5 kg lanzado en junio de 2000. Un ejemplo de picosatélites (aún más pequeños) es el desarrollado por la Aerospace Corporation/Darpa y Rockwell Scientific de 260 gr.

de los sistemas balísticos (misiles miniaturizados baratos, de poco peso, mayor precisión y rápido alcance global de diversas especificaciones; por ejemplo, aire-aire, aire-tierra, interceptores), y c) la innovación de vehículos aéreos y otros dispositivos; por ejemplo, microaviones autómatas de bajo costo —como el Black Widow de la empresa estadounidense AeroVironment— para misiones de monitoreo, vigilancia, reconocimiento o de señuelo, así como para el perfeccionamiento aerodinámico y de camuflaje de aviones.⁴⁶

La amplitud de programas que se encajan en las mencionadas “áreas de interés” de las fuerzas que componen al Pentágono encuentran un mismo patrón, al menos en el corto/mediano plazo. Según Cliff Lau de la Oficina de Investigación Básica de la Secretaría de la Defensa, “el gasto del DD en nanotecnología se enfoca en tres áreas de importancia crítica: diseño de nanomateriales, nanoelectrónicos/magnéticos/optoelectrónicos y nanobiosistemas”.⁴⁷

Por supuesto, debe considerarse que la variación porcentual para cada fuerza depende de sus necesidades particulares. A modo de ejemplo, del total de su financiamiento en nanotecnologías, la Fuerza Aérea destina 7% en aplicaciones nanobiotecnológicas, 11% en nanoenergéticos, 37% a nanomateriales y 45% a nanodispositivos.⁴⁸ La Marina y el Ejército, en cambio, ponen ligeramente más énfasis a los nanomateriales, seguidos por los nanodispositivos.⁴⁹

⁴⁶ *Ibid.*, pp. 14, 15 y 213, y AMPTIAC, *Materials in Space. AMPTIAC Quarterly*, edición especial, vol. 8, núm. 9, Estados Unidos, 17 de mayo de 2004.

⁴⁷ Iniciativa Nacional en Nanotecnología (INN), *National Nanotechnology Initiative: From Vision to Commercialization*, Washington, D. C., 2003.

⁴⁸ CIEMNT, *op. cit.*, p. 186.

⁴⁹ R. Kavetsky, *op. cit.*, p. 1. Véase también Kavetsky *et al.*, “Energetics Systems and Nanotechnology. A Look Ahead”, Estados Unidos, Office of Naval Research, sin fecha.

El grueso de las facetas de investigación militar antes indicadas constituye de hecho la “cola” (o la plataforma) de las expectativas que sugiere la investigación *nanomilitar* vista en el largo plazo. La apuesta mayor radica en las aplicaciones resultantes de las denominadas *tecnologías convergentes* (TC) que, además de la nanotecnología, incluyen la biotecnología/biología sintética, la electroinformática/robótica y las ciencias cognitivas/inteligencia artificial.

Denominadas en Estados Unidos como tecnologías NBIC (*nano-bio-info-cogno*), las TC, según se informa, prometen una serie de innovaciones útiles a la “seguridad nacional” de ese país. A manera de ilustración:

[para] la conexión de información y la anticipación de amenazas; el desarrollo de vehículos de combate sin tripulación; novedosos mecanismos de educación y entrenamiento para la guerra; el avance de los sistemas de combate; el desarrollo de tratamientos para la mejora del funcionamiento humano distintos al uso de drogas; el diseño de exoesqueletos para el aumento de las funciones físicas; la prevención de cambios cerebrales causados por la privación del sueño, y el impulso de las aplicaciones interfaces cerebro-máquina.⁵⁰

Es en ese panorama que se habla del desarrollo de “supersoldados” que, en su versión más sofisticada, apunta hacia la “ciborización” del cuerpo humano (por ejemplo: implantes de chips cerebrales u oculares y de otros dispositivos robotizados que actualmente ya existen en versiones muy primitivas). A decir del coronel Kip Nygren del Departamento de Ingeniería Civil y Mecánica de la Academia Militar estadounidense, “la promesa de

⁵⁰ Mihail Roco y William Bainbridge, *Converging Technologies for Improving Human Performance*, Estados Unidos, National Science Foundation, 2002, p. 15.

las mejoras más allá de los niveles actuales en todas las áreas de las funciones humanas está al alcance”.⁵¹ Cabe advertir que las implicaciones ético-morales y sociales de esas iniciativas, ciertamente son ya punto de intenso debate.⁵²

Se suma también todo un arsenal altamente sofisticado —desarrollado ya desde el corto/mediano plazo— y que para entonces incluiría, desde *smart dust* (polvo inteligente)⁵³ y redes de sensores, hasta microrrobots o *microcyborgs* autómatas como los ya propuestos por la Rand Corporation (no necesariamente nanométricos aunque sí con dispositivos a esa escala).⁵⁴

⁵¹ Kip Nygren, “Emerging Technologies and the Army”, en AMPTIAC, *DoD Researchers Provide A Look Inside Nanotechnology*. AMPTIAC Quarterly, edición especial, vol. 6, núm. 1, 20 de marzo de 2002.

⁵² Véase Alfred Nordmann, *Converging Technologies. Shaping the Future of European Societies*, Bruselas, Bélgica, Comisión Europea, 2004; Brian Wynne, “What could the Foundations of NanoBioInfoethics be? Some Lateral Thoughts”, en *Stanford-Paris Conference on Social and Ethical Implications of Nano-Bio-Info Convergence*, Avignon, 17-19 de diciembre de 2006, y G. C. Delgado, Kamilla Kjølberg, Roger Strand y Fern Wickson, “Models of Governance for a Socially Robust Development of Converging Technologies”, en *Technology Analysis and Strategic Management*, núm. 3, vol. 19, Londres, Taylor & Francis, 2007.

⁵³ Se trata de plataformas de detección y comunicación autocontenidas del tamaño de un grano de arena. Cada una incluye sensores, capacidades computacionales básicas, comunicaciones inalámbricas bidireccionales y una fuente de energía. Su operación, a modo de un sistema de red masivo (haciendo uso de sistemas informáticos de inteligencia artificial o de comunicación compleja entre las centenares de “partes”), requiere de un costo extremadamente bajo por unidad. A la fecha, su avance es mayor. A principios de 2000, el Berkeley Sensor & Actuator Center (la Universidad de California en Berkeley) anunciaba haber alcanzado la miniaturización de tales plataformas a una dimensión de unos cuatro a seis mm³.

⁵⁴ Cabe notar que no se está haciendo alusión a los “nanorrobots” para evitar señalamientos de su imposibilidad técnica. En cambio, se indican propuestas como la de la RAND que en 1993 ya precisaba algunas líneas de investigación en marcha para el uso de dispositivos micro y nanoelectrónicos para el desarrollo de un “Microrobotic Electronic Disabling Systems” o de “Insect Platforms”. Estos últimos posibles mediante la modificación/manipulación de insectos para su interacción con un dispositivo nano/microelectrónico implantado. Véanse Keith W. Brendley y Randall Steeb, “Military Applications of Microelectromechanical Systems”, Estados Unidos, National Defense Research Institute RAND, 1993, y

Éstos figurarían como la vanguardia de la IyD en dispositivos autómatas que podrían funcionar en solitario o coordinadamente; contexto en el que uno de los problemas más controversiales, tal y como ya da cuenta la Fuerza Aérea de Estados Unidos, es la especificación del grado de autonomía con todo y las implicaciones políticas y sociales que conlleva.⁵⁵ Y es que incluso se está sugiriendo el uso de sensores y microrrobots como fuerzas para mantener el orden legal y prevenir el terrorismo, es decir, como un sistema coordinado de monitoreo/vigilancia. Destaca el caso de las redes de sensores para la detección de agentes quimicobiológicos y radiación nuclear que hoy en día ya se desarrollan y despliegan por Estados Unidos, dentro y fuera del país, a pesar de los fuertes cuestionamientos sobre su viabilidad técnica actual y del potencial costo total de producción que se calcula en unos diez millardos de dólares.⁵⁶ Asimismo, sobresalen los esfuerzos para el perfeccionamiento de plataformas de recolección, transferencia y análisis de información por medio de cámaras y sensores nano/micrométricos “irreconocibles para no especialistas”.⁵⁷

Lo que es más, los microrrobots arriba indicados podrían llegar a ser diseñados para que funcionaran como “microarmas” inteligentes, para atacar ciertos metales, lubricantes, plásticos u otros materiales. El objetivo: la destrucción de armas convencionales u otras infraestructuras estratégicas del enemigo. También —si tecnológicamente es posible— se indica la posibilidad de su

Roxana Tiron, “Micro-Robots, Sensors Shape Urban Warfare”, en *National Defense Magazine* (Estados Unidos), 13 de febrero de 2002.

⁵⁵ CIEMNT, *op. cit.*, p. 203.

⁵⁶ Steve Coll, “The Unthinkable. Can the US be Safe from Nuclear Terrorism?”, *The New Yorker*, 12 de marzo de 2007.

⁵⁷ Philip Anton, Richard Silbergliitt, David Howell y Anny Wong, *The Global Technology Revolution 2020*, Estados Unidos, National Security Research Division RAND, 2006, p. 28.

uso para que, por ejemplo una vez ingeridos aeróbicamente por el humano, busquen ciertos códigos genéticos preprogramados y se autodestruyan en una “apropiada” ubicación (como el cerebro).⁵⁸ Es decir, los *nano/microcyborgs* fungirían, en ese escenario, como el arma quimicobiológica más potente, imperceptible y eficaz en el blanqueo *micro y macroscópico* del enemigo,⁵⁹ en panoramas de guerra convencional o de guerra encubierta.

Lo previamente señalado indica el grado de incertidumbre y potencialidad de nuevas y radicales dimensiones de escenarios de violación de derechos humanos, violencia, subyugación y dominio, dentro y fuera del campo de batalla.

Nanotecnología y seguridad internacional

El “prometedor” avance de la nanotecnología en el ámbito militar, y de hecho el de las TC, asegura la redefinición de la concepción sobre la “seguridad nacional” y los plausibles escenarios de guerra. Algunos *think tanks* del Pentágono y otros especialistas de la temática así ya lo precisan.

Scott Pace, de la Rand, argumenta que el nanoarmamento podría proveer nuevas tentaciones de agresión si una nación o

⁵⁸ John Petersen y Dennis Eagan, “Small Security: Nanotechnology and Future Defense”, en *Defense Horizons* (Estados Unidos), marzo de 2002.

⁵⁹ Sigo la conceptualización sociológica de “macroblanqueo” y “microblanqueo” desarrollada por Saxe-Fernández. Según el autor, el macroblanqueo alude a los conflictos interestatales y por tanto de operaciones militares mayores y generalmente abiertas. El microblanqueo, en cambio, está relacionado con los conflictos internos y, consecuentemente, más acorde a la implementación de operaciones clandestinas, asesinatos selectivos, entre otros. Véase J. Saxe-Fernández, “Ciencia social y contrarrevolución preventiva en América Latina”, en Rodolfo Stavenhagen, John Saxe-Fernández e Ignacio Sotelo, *El futuro de América Latina*, Buenos Aires, Argentina, Nueva Visión, 1975.

grupo de naciones alcanza una ventaja tecnológica suficiente en este campo debido a que, por ejemplo:

A niveles de conflicto nuclear, los sistemas de guía por nano-computadora y los bajos costos de producción de nanomáquinas podrían ser factores que acelerarían las actuales tendencias de proliferación de “municiones inteligentes”. En lugar de necesitar armas nucleares para atacar masivamente fuerzas convencionales o blancos duros y distantes, las mejoras nanotecnológicas a misiles crucero y misiles balísticos podrían permitir a esos países destruir sus blancos con explosivos convencionales. Los propios explosivos convencionales podrían ser reemplazados por desensambladores moleculares que serían rápidamente efectivos pero con un grado menor de destrucción intencional a edificios o población aledaña.⁶⁰

Asimismo, en 1995 el entonces vicepresidente de la Junta de Jefes de Estado, el almirante David Jeremiah, advertía que las aplicaciones de manufactura molecular “tienen un potencial mayor que las armas nucleares de cambiar radicalmente la balanza de poder”.⁶¹

Otros especialistas han hecho también saber sus preocupaciones.⁶² Por ejemplo, que la determinación del grado de confi-

⁶⁰ Scott Pace, “Military Implications of Nanotechnology”, Estados Unidos, *Foresight Update*, Foresight Institute, 1 de agosto de 1989.

⁶¹ David E. Jeremiah, “Nanotechnology and Global Security”, Estados Unidos, Forth Foresight Conference on Molecular Nanotechnology, 9 de noviembre de 1995.

⁶² J. Altmann, *Military Nanotechnology: Potential Applications and Preventive Arms Control*, Londres/Nueva York, Routledge, 2006; J. Altmann y Mark Gubrud, “Risk Form Military Uses of Nanotechnology. The Need for Technology Assessment and Preventive Control”, en Mihail C. Roco y Renzo Tomellini (eds), *Nanotechnology. Revolutionary Opportunities and Societal Implications*, Luxemburgo, Comisión Europea, 2002; J. Altmann y M. Gubrud, “Military, Arms Control and

dencia para ejecutar o resistir una agresión militar se volvería ineficaz dadas las características y rapidez que alcanzaría la fabricación del armamento; que el tiempo para la toma de decisiones de emergencia y de inteligencia se reduciría; que el instrumental para la infiltración encubierta de inteligencia y de sabotaje haría más difusa la distinción entre confrontación y guerra; que en el espacio, los satélites civiles y militares podrían ser atacados fácilmente por otros mini(nano)satélites que tuvieran como misión dejar “ciego” al enemigo,⁶³ o que la producción de armamento nuclear —y éste mismo— podría volverse, por un lado más eficaz, pero también altamente vulnerable a novedosas técnicas de ataque o neutralización.⁶⁴

Por tanto, se puede decir que la consideración general sobre la plausible estrategia militar global en un contexto de uso extensivo de armamento basado en TC apunta efectivamente hacia el fortalecimiento del uso de la denominada “guerra preventiva”, y hasta de la capacidad de ejercer un devastador “primer ataque” (*an early first strike*), puesto que las innovaciones tecnológicas en cuestión incrementarían todavía más el actual rango de destrucción mutua asegurada.

Esa tendencia sería fortalecida con la introducción de procesos cada vez más eficientes de nanodiseño y manufactura molecular⁶⁵ o, incluso, con la de “nanorrobots” —del tipo propuesto

Security Aspects of Nanotechnology”, en A. Baird, A. Nordmann y J. Schummer (eds.), *Discovering the Nanoscale*, Ámsterdam, Holanda, IOS Press, 2004; M. Gubrud, “Nanotechnology and the Military: Strategic Issues”, Estados Unidos, University of Maryland, 2003, y J. Petersen y D. Egan, *op. cit.*

⁶³ Larry M. Wortzel, “China and the Battlefield in Space”, en *The Heritage Foundation*, Web Memo, Estados Unidos, 15 de octubre de 2003, y Michael O’Hanlon, “An Intelligent Test?”, *Newsweek*, 5 de febrero de 2007, p. 23.

⁶⁴ Véase Philip Anton, Richard Silberglitt y James Schneider, *The Global Technology Revolution 2015*, Estados Unidos, RAND-National Defense Research Institute, 2001, p. 30.

⁶⁵ P. Anton *et al.*, *The Global Technology...*, pp. 166-167.

por Drexler—,⁶⁶ si es que son tecnológicamente posibles; algo que hasta el momento no se ha demostrado científicamente. Y es que el saber —o suponer— que el enemigo cuenta con novedosos y más potentes procesos de fabricación o de “ensambladores”, podría estimular doblemente a llevar a cabo un primer ataque.

De cara a estas argumentaciones, destaca la especial atención de la OTAN cuando su Sub-Comité en Proliferación de Tecnología Militar debatía las “implicaciones de la nanotecnología en la seguridad”,⁶⁷ hecho que indica que las observaciones sobre tal desestabilizador escenario no carecen del todo de sustento, por más que se llegue a argumentar que ciertas advertencias dependen del real desarrollo de tales o cuales TC.

Así pues, ante un plausible panorama en el que las TC podrían llevar a una peligrosa inestabilidad global generada por una permanente carrera armamentista entre rivales potencialmente en conflicto, y en el que las naciones, sus institutos de investigación/universidades al igual que sus multinacionales están hoy por hoy cada vez más involucrados en su desarrollo, la discusión colectiva de las posibles implicaciones del desarrollo de las nanotecnologías en el corto-mediano-largo plazo, tanto en la esfera civil como militar, es urgente y no menos que juiciosa. Una actitud pasiva y reactiva ante tal problemática, particularmente en su dimensión militar, sería irresponsable y podría llevar a situaciones riesgosas e innecesarias. Y es que, en palabras de Altmann: “de las aplicaciones nanotecnológicas específicamente militares, muy pocas podrían tener efectos

⁶⁶ Eric K. Drexler, *Nanosystems. Molecular, Machinery, Manufacturing and Computation*, Estados Unidos, Wiley InterScience, 1992.

⁶⁷ Lothar Ibrügger, *The Security Implications of Nanotechnology*, NATO Parliamentary Assembly, Sub-Committee on Proliferation of Military Technology, 9 de septiembre de 2005.

positivos (por ejemplo, sensores para la verificación de armamento químico-biológico). La mayoría, más bien, levanta serias preocupaciones [de ahí que haya] muy buenas razones para advertir e implementar límites preventivos”.⁶⁸

Es un contexto de hecho espinoso, sobre todo por el alto secretismo con el que históricamente ha operado el Pentágono (y sus homólogos en otros países). Por ejemplo, la DARPA ha sido señalada desde *Nature* por administrar de ese modo muchos de sus proyectos estratégicos de IyD.⁶⁹ Altmann y Gubrud coinciden en esta percepción al suscribir que: “Las aplicaciones militares de la nanotecnología poseen riesgos especiales —primero, por las preparaciones para usos destructivos y segundo por su secretismo”.⁷⁰

Lo mismo se desprende del posicionamiento de la Royal Society cuando, a partir de concordar en que las nanotecnologías militares podrían incrementar el rango de asimetría de las relaciones de poder, sostenía que: “Las consideraciones de secretismo harán que las revisiones-entre-iguales sobre hallazgos en estas áreas sean mucho más difíciles”.⁷¹

No resulta entonces sorprendente la generalizada ausencia de diálogo por parte de los funcionarios castrenses y civiles, particularmente de los estadounidenses, acerca de las implicaciones de la nanotecnología militar y de cualquier tipo de re-

⁶⁸ J. Altmann, “Military Uses of Nanotechnology. Risks and Proposals for Precautionary Action”, Alemania, Universidad de Dortmund, material sometido al Grupo de Trabajo en Nanociencias y Nanotecnología de la Royal Society, Londres, 2004.

⁶⁹ “DARPA Dreaming”, en *Nature*, vol. 438, núm. 7065, 10 de noviembre de 2005, p. 129.

⁷⁰ J. Altmann y M. Gubrud, “Military, Arms...”, p. 272.

⁷¹ Royal Society, *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*, Reino Unido, 2004, p. 56.

gulación de ésta,⁷² aunque hay excepciones.⁷³ En cambio, sí es inquietante que la reflexión sobre los aspectos de la nanotecnología militar se esté restringiendo a unos contados estudiosos. Destaca además la ausencia de explícita distinción entre el uso de las aplicaciones nanomilitares para hacer la guerra y “garantizar la seguridad nacional” (lo que sea que eso signifique para cada país y sus elites de poder), y el de su utilización como herramienta de coerción y control social tanto hacia adentro como hacia afuera de las fronteras nacionales, ya sea como operaciones de contraterrorismo, de terrorismo de Estado y otras de carácter contrainsurgente y contrarrevolucionario.⁷⁴ La diferencia es importante pues el debate del primero lleva a discutir esquemas de regulación y/o de prohibición de armamento, entre otras medidas sobre todo de carácter legislativo. El segundo implica reconocer, no sólo el derecho a la privacidad, sino también la complejidad de las implicaciones éticas y sociopolíticas que conlleva la disposición de un arsenal cada vez más amplio y sofisticado por parte de los aparatos de inteligencia, que les

⁷² En diversas comunicaciones personales con algunos funcionarios estadounidenses civiles vinculados a la IyD de la nanotecnología, fue generalizada la ausencia de opinión respecto a las implicaciones del uso de la nanotecnología para la defensa y la seguridad. Las respuestas, en su caso, fueron desde “desconocimiento del tema” hasta “sin comentarios”. Por otro lado, todos los intentos de comunicación con científicos de alto rango dentro del DD fueron infructíferos. Para resultados sobre tal investigación de campo, véase G. C. Delgado, “NanoConceptions: A Sociological Insight on Nanotechnology Conceptions”, en *The Journal of Philosophy, Science and Law*, Universidad de Florida, 2006.

⁷³ El gobierno alemán “ha sugerido la necesidad de discutir los temas de control de armas en el campo de los usos militares de la nanotecnología y de investigar los beneficios de fortalecer la cooperación internacional entre varias iniciativas nanotecnológicas en referencia a las políticas sobre control de armas”. Véase L. Ibrügger, *op. cit.*, p. 11.

⁷⁴ Véanse Irving Horowitz, *The Rise and Fall of Project Camelot*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1974, y J. Saxe-Fernández, “Ciencia social y contrarrevolución...”.

permita negar plausiblemente cualquier tipo de operación clandestina o encubierta.

Propuestas de regulación: una breve evaluación

A meses de ser aprobada la Iniciativa Nacional en Nanotecnología de Estados Unidos, André Gsponer, especialista en control y desarme del Instituto Independiente (Suiza), precisaba:

Considerando que la nanotecnología ya es una parte integral del desarrollo de armamento moderno, es importante darse cuenta que su potencial inmediato para mejorar el armamento existente (sea convencional o nuclear), y su potencial de corto plazo de crear nuevas armas (convencionales o nucleares), son aspectos más que suficientes como para que requiera una inmediata atención de los diplomáticos y los reguladores de armamento [...] Desde esta perspectiva, el potencial de las aplicaciones nanotecnológicas de largo plazo (y sus previsibles implicaciones sociales y políticas) no deberían ser desestimadas ni sobre enfatizadas. De hecho, hay aplicaciones potenciales, como la de los nano robots auto-replicables (“nanobots”), que tal vez nunca sean posibles debido a obstáculos físicos o técnicos. Pero esa imposibilidad no debe significar que otros, como los microrrobots que están siendo seriamente considerados en los laboratorios militares, no se puedan volver una realidad [...] Si algún tratado es contemplado para controlar o prohibir el desarrollo de la nanotecnología, ése debería ser redactado de tal manera que sean cubiertas todas las aplicaciones razonables en el largo plazo.⁷⁵

⁷⁵ André Gsponer, “From the Lab to the Battlefield? Nanotechnology and Fourth-Generation Nuclear Weapons”, en *Disarmament Diplomacy* (Reino Unido), núm. 67, octubre-noviembre de 2002.

Jürgen Altmann, desde la Fundación Alemana para la Investigación sobre Paz, ha trabajado desde hace varios años una serie de indicaciones puntuales para precisamente regular el uso militar de la nanotecnología. El autor, sin oponerse totalmente a su empleo, sugiere una revisión caso por caso desde la cual se pudiera implementar una regulación por medio del ajuste de diversos mecanismos legales ya existentes, pero que no dañe excesivamente las aplicaciones civiles.⁷⁶ Entre sus propuestas específicas cabe mencionar: la reelaboración de la Convención de Armas Químicas y de la Convención de Armas Biológicas y Tóxicas; la prohibición del uso de municiones libres de metales y por tanto imperceptibles a los detectores actuales; la prohibición del uso de misiles de bajo calibre (por debajo de los 0.2-0.5 m); la prohibición del uso militar de sensores autónomos por debajo de los 3-5 cm; la prohibición de sistemas de combate autónomos sin tripulación; la prohibición de la militarización del espacio con satélites y “nanosatélites”, y la limitación del número de nanosatélites de uso civil.⁷⁷

A lo anterior se suman otras propuestas que considero débiles aunque en buena medida “realistas” y no por ello menos valiosas. Esto es porque los límites de las excepciones que Altmann precisa son muy borrosos (aunque me parece que desde el contexto en el que hace su propuesta difícilmente puede ser más “rígida”, al menos si desea ser escuchado por los altos círculos de políticos). Por ejemplo, habla de la prohibición de sistemas sensoriales por debajo de unos cuantos centímetros, pero al mismo tiempo exenta su uso no militar por parte de agencias policiales y de seguridad nacional, por ejemplo, para uso en espionaje. Añade la prohibición del uso de robots de dimensiones de entre 0.2 y 0.5 m (excepto para su empleo en operaciones de

⁷⁶ J. Altmann, “Limiting Uses...”, p. 12.

⁷⁷ *Ibid.*, p. 13.

rescate), y el establecimiento de una moratoria de 10 años en implantes y otros tipos de manipulaciones del cuerpo humano que no sean indicadas médicamente. Al respecto cabe señalar que la propuesta es débil en dos sentidos: por un lado, porque abre la posibilidad de la corrupción médica y no propone ningún mecanismo de control al respecto; por el otro, porque resulta parcialmente inútil establecer un lapso temporal de esa naturaleza dado que no se sabe con precisión qué tipo de manipulaciones estarán disponibles después de esa moratoria y que, por tanto, en principio quedarían fuera de la misma y de cualquier eventual marco legal que se estableciera en ese periodo, a menos que entonces se incluyera en este último, siguiendo la precisión de Gsponer, una moratoria determinada para cada caso nuevo de manipulación hasta su completa regulación o prohibición.

Dicho conjunto de regulaciones, según Altmann, deberían ser monitoreadas por una institución internacional compuesta por científicos, militares y profesionales en materia de desarme; es decir, el mismo esquema ya existente para el control de la IyD de armamento nuclear y en el que resulta interesante observar críticamente quiénes y cómo se constituyen y operan esos grupos de “expertos”.

La propuesta de Altmann es de la mayor importancia y muy oportuna ante la creciente postura unilateralista de Estados Unidos desde el 11 de septiembre.⁷⁸ El inicio de un amplio y activo diálogo social y la puesta en marcha de mecanismos “precautorios” no deben esperar a que todas las partes estén de acuerdo. Los primeros esfuerzos pueden ya tomar forma en re-

⁷⁸ Sólo en lo que se refiere a control de armas, ese país no ha ratificado el Tratado de Prohibición Completa de Pruebas. Ha sido acusado de violar de alguna manera el Tratado de No Proliferación Nuclear al celebrar un acuerdo civil nuclear con India y amenaza con hacerlo nuevamente al procurar extender su escudo antibalístico en Europa del Este y otras zonas del mundo al tiempo que contradice el espíritu de toda iniciativa de desarme.

gulaciones nacionales y acuerdos regionales. Y es que, desde mi punto de vista, Altmann tiene razón al señalar que:

Uno tiene que admitir que las posibilidades de un acuerdo internacional [...] no son muy altas. El principal problema lo presenta EUA, ya en su tradición general de esforzarse para asegurarse una ventaja tecnológica sobre sus potenciales adversarios. El problema se agrava cuando la actual administración de EUA está cuestionando los acuerdos de control de armas y las preparaciones de guerra preventiva. Por tanto, convencer a EUA de que forme parte de las discusiones sobre límites preventivos [de la nanotecnología militar] podría ser imposible en los próximos años.⁷⁹

Se trata efectivamente de una situación peliaguda que puede tornarse aún mucho más compleja en el caso de la regulación de las aplicaciones militares de las TC. Regulación que, como en el caso de lo nuclear, no sólo depende de la “voluntad política” de las partes o de las implicaciones diplomáticas que acarrea consigo ese tipo de tecnologías de guerra (siempre relacionadas a cuestiones de “seguridad nacional” y, por tanto, a las estrategias geopolíticas que cada nación opta para la preservación de su posicionamiento mundial), sino que igualmente queda en buena medida bajo la función de vastos intereses económico-empresariales: los relacionados con el negocio de la guerra.

Y es que el entusiasmo de los complejos belicoindustriales metropolitanos ya es alto. Por ejemplo, el oficial en jefe de CYT de DuPont, Thomas M. Connelly, indicaba, a propósito de la participación de la multinacional en el financiamiento del Instituto para las Nanotecnologías del Soldado, lo siguiente:

⁷⁹ J. Altmann, “Limiting Uses...”, p. 15.

Nos damos cuenta que las alianzas son exitosas cuando cada miembro cumple un rol separado y específico para la determinación de la relevancia del proyecto [...] El Instituto forja la fortaleza de sus tres pilares: la determinación de la Armada sobre su relevancia, las vastas capacidades investigativas del MIT, y las habilidades de DuPont y otros socios industriales para transformar ideas en realidades comerciales. Juntos podemos hacer avances excepcionales en esta iniciativa de seguridad y protección *[sic]*.⁸⁰

En el mismo tenor, Paul Reip, director de QinetiQ Nanomaterials, sostiene que:

Ya somos uno de los grupos de nanotecnología y materiales nanométricos más grandes de Europa y seguiremos creciendo conforme esta tecnología impacte crecientemente todas las áreas de nuestras vidas. Las alianzas estratégicas y los acuerdos comerciales que actualmente estamos negociando con organizaciones globales significa que seguiremos manteniéndonos en la frontera tanto del despliegue comercial, como del avance tecnológico.⁸¹

En lo que respecta a otros actores empresariales de menor calibre vale la pena mencionar las palabras de Mark Bünger, de Lux Research, cuando precisó que “con las crecientes amenazas a EUA de parte de organizaciones terroristas, de naciones sin escrúpulos y de insurgencias *[sic]*, el sector militar está llevando a cabo un esfuerzo mayor para aumentar sus capacidades

⁸⁰ “DuPont to Serve as Founding Partner of New Institute for Soldier Nanotechnologies at MIT”, página web de DuPont, Cambridge, Massachusetts, 22 de mayo de 2003.

⁸¹ QinetiQ, “UK’s First Specialist Nanomaterials Production Facility Developer and Commissioned by QinetiQ”, página web de QinetiQ, Reino Unido, 31 de marzo de 2003.

—haciéndolo uno de los mejores compradores potenciales de aplicaciones de nanotecnología”.⁸²

Según se advierte, tal percepción encaja al dedillo con la labor de cabildeo de Lux para abrir posibilidades a las pequeñas empresas y *start ups* nanotecnológicas de beneficiarse del “mercado” militar. De ahí que Bünger señale las dificultades de este tipo de empresas para “arriesgarse”, sin mayores garantías, a cubrir las “necesidades” de, por ejemplo, el DD.⁸³ Esto es así porque una de las grandes limitantes es la desventaja que estas empresas no contratistas tienen de cara a las que sí lo son. Los diez años que aproximadamente toma el proceso de solicitud de contratista del Pentágono para este tipo de “proveedores” es un factor que los obliga a una doble estrategia altamente riesgosa (aunque de gran potencial económico): sostenerse en la producción de nanotecnología dual.⁸⁴ Lux entonces hace un llamado al gobierno de Estados Unidos para que apoye a la pequeña y mediana industria nanotecnológica a través de la ampliación de los esfuerzos de la Investigación de Innovación de los Pequeños Negocios y del Programa de Tecnología Avanzada del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés). En su opinión es una “absoluta necesidad”.⁸⁵

A esta ecuación de intereses empresariales hay que añadir la cuestión del *tiempo*, una variable con efecto multiplicador pues la *prisa* de los complejos belicoindustriales por introducir los avances nanotecnológicos al arsenal de cada nación sugiere escenarios muy aventurados, tanto en términos de las men-

⁸² “Setting Supplier Strategies for Military Nanotech Applications”, en *Azono.com*, 3 de marzo de 2006.

⁸³ *Idem.*

⁸⁴ *Idem.*

⁸⁵ Matthew Nordan, “Nanotechnology: Where does the US Stand?”, en *Lux Research*, Estados Unidos, testimonio ante la House Committee on Sciences, 29 de junio de 2005.

cionadas estrategias de guerra, como en el de sus potenciales implicaciones sociopolíticas y éticas. Y no se diga de aquellas generadas por eventuales “fallos” de las nanotecnologías o de las TC per se (con posibles consecuencias a la salud y al medio ambiente).

Lejos de ser un rasgo eventual en la sociología política de la nanotecnología, la prisa por introducir los avances nanotecnológicos ha llevado a James Murday, del Subcomité en Ciencia, Ingeniería y Tecnología a la Nanoescala del Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología de Estados Unidos, a suscribir lo siguiente:

Dado que EUA no dominará los avances de la nanociencia y la nanotecnología, es conveniente que el DD invierta en esas áreas importantes a sus intereses, tanto para convertir expeditamente los descubrimientos de la nanociencia en tecnologías para la Defensa (y por tanto mantener la superioridad tecnológica sobre otras fuerzas), como para poner una cercana atención a los avances fuera de EUA.⁸⁶

Consideraciones finales

Hay que dejar bien claro que si bien es cierto que es más que pertinente una regulación que limite y/o prohíba tales o cuales aplicaciones militares de la nanotecnología, ese llamado no debe ser en ningún momento un factor que nos haga olvidar que, desde la perspectiva de la vida, todo tipo de CyT específicamente pensada para la guerra (por considerar aquella tecnología de origen civil pero de funcionalidad dual) no debería, en

⁸⁶ J. S. Murday, *op. cit.*, p. 10.

y por principio, desarrollarse. Lo que está en juego, en última instancia, no es solamente la vida misma, sino el propio marco de referencia de ésta.⁸⁷ Y es que, de modo similar al caso de los arsenales nucleares, aquéllos resultantes de la nanotecnología —y las TC— sugieren situarnos, también, ante el dilema básico de nuestra edad. A decir de Günter Anders, “que ‘somos más pequeños que nosotros mismos’; incapaces de darnos cuenta mentalmente de las realidades que nosotros mismos hemos producido”.⁸⁸

Por tanto, ante el alto grado de complejidad e incertidumbre que caracteriza al *nanomundo* y dadas las diversas implicaciones, positivas y negativas, que acarrea consigo la nanotecnología, es urgente un amplio e incluyente debate, sobre todo de cara a posiciones tecnológicamente deterministas de acuerdo con las cuales no hay nada que hacer puesto que no hay “un botón de apagado” del avance tecnológico. Al mismo tiempo, se requiere de análisis y evaluaciones multi, inter y transdisciplinarias sobre los diversos aspectos de la NyN, incluida una sociología política de las distintas agendas de IyD; todo con el objeto de evitar, en la medida de lo posible, una *irresponsabilidad organizada*.⁸⁹ El trasfondo del asunto: cómo evitar riesgos innecesarios y, en su caso, cómo minimizar y distribuir el riesgo y cómo socializar los beneficios.

⁸⁷ Véase François Houtart, *La ética de la incertidumbre en las ciencias sociales*, La Habana, Ciencias Sociales, 2006.

⁸⁸ Günter Anders, “Tesis para la era atómica”, en *Prometeo. Cuadernos de Teoría Técnica*, Costa Rica, Universidad Nacional, diciembre de 1975, p. 93.

⁸⁹ Charles W. Mills, *La élite del poder*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.