



**ESPECIALIZACIÓN EN ESTRATEGIA OPERACIONAL Y  
PLANEAMIENTO MILITAR CONJUNTO**

**PLAN DE TRABAJO FINAL INTEGRADOR**

**TEMA:**

**LA MODIFICACIÓN EN LA CONDUCCIÓN DE LA GUERRA A  
PARTIR DE LOS AVANCES QUE PROPONE LA  
NANOTECNOLOGÍA**

**TÍTULO:**

**INFLUENCIA DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LOS FUTUROS  
TEATROS DE OPERACIONES**

**AUTOR: My. (FAA) Juan Carlos SERRANO VILLAGRA**

**Año 2011**

## **Resumen:**

El mundo se enfrenta irremediabilmente a la cuarta ola revolucionaria de su historia, como indicó el ganador del premio Nobel de Física (1965), Richard Feynman, que fue el primero en hacer referencia a esta posibilidad; y esta será a consecuencia de la irrupción de la nanotecnología (manipulación de la materia a nivel nanométrico).

La guerra no quedará exenta de sufrir cambios en función de este nuevo avance tecnológico. Por ello, en este trabajo se intenta dar a conocer esta nueva rama de la ciencia mediante una primera aproximación sobre la misma, su estado actual, y explorar sobre su posible desarrollo. Esto con el fin de intentar delimitar de qué manera este avance de la ciencia afectará las formas futuras de la guerra; haciendo hincapié en aquellas formas consideradas relevantes, que podrían introducir cambios sustanciales en la conducción a nivel operacional. También abordaremos su desarrollo a la luz del Derecho Internacional Humanitario (DIH), con la finalidad de poner en consideración las limitaciones que afectarían su utilización.

Por otro lado es necesario analizar cuáles son las posibles consecuencias que podría acarrear ignorar esta nueva tecnología y no prever su incorporación a la defensa de la nación. Así señalar que la falta de previsión, y por consiguiente, de desarrollo de la misma para la defensa, limitará muchos aspectos las operaciones militares futuras, sobre todo si el oponente hace uso de esta tecnología. Por ello reflexionaremos sobre la necesidad de incorporar esta nueva tecnología al ámbito de la investigación y desarrollo en la industria para la defensa, donde cobra fundamental relevancia su incorporación en el planeamiento por capacidades.

## **Palabras clave:**

Nanotecnología, nanociencia, nanoarmamento, Nivel Operacional, Tecnología.

# Índice General

<b>Índice General</b> .....	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I:</b> .....	<b>5</b>
“La nanotecnología y la industria para la defensa” .....	5
El nanoarmamento: .....	6
La defensa nacional y el nanoarmamento: .....	9
Nanoarmas y Relaciones Internacionales:.....	11
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>13</b>
“Nanotecnología y nivel operacional” .....	13
Diseño del nanoarmamento:.....	14
El uso de la nanotecnología en el campo de batalla: .....	15
Nanotecnología, daño colateral y medio ambiente: .....	17
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>I</b>

# INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia del hombre se han sucedido avances extraordinarios en todos los campos que abarcan su quehacer diario; la ciencia, el conocimiento es sin duda el motor de todos estos avances.

Una particularidad poco valorada pero muy significativa de todos estos avances, es que en su momento fueron considerados imposibles, solo realizables en el ámbito de la imaginación del hombre. Citar a LEONARDO DA VINCI o JULIO VERNET, nos recuerda esta realidad.

Estos avances de la ciencia y la tecnología fueron modificando la forma en que el hombre ha vivido y también la forma en que hizo la guerra; abundan ejemplos que demuestran esto.

Principalmente se debe a que el ser humano tiene una inclinación natural a profundizar en aquellas cosas que desconoce; el desarrollo de la civilización se basa en esta curiosidad. Le intriga saber de dónde venimos, porque y para que existimos; mas todas estas preguntas son las que lo llevan a descubrir y crear; las que lo impulsan a desarrollar aquello que en la búsqueda encuentra y determina que le sirve para prolongar y mejorar su calidad de vida.

Lamentablemente también es importante su inclinación a la búsqueda del poder, la codicia y la soberbia; que lo llevan a desarrollar a partir de estas innovaciones, formas intelectuales o materiales, que luego son usadas contra su igual que le estorba, lo molesta o se opone a su intención de mejorar su situación actual y futura.

En nuestros días, la industria bélica y la aeroespacial son el motor de un avance sostenido que tantos beneficios ha reportado. También hay que indicar que han sido muchos los daños provocados y lo que es más grave, los riesgos se han incrementado a valores impensables ha principio del siglo XX; la destrucción total del planeta por acción de la energía nuclear es hoy posible.

La pólvora es indicada por muchos como “el invento” que revolucionó la guerra, pero no fueron sus inventores los que obtuvieron los mayor beneficios en el campo de batalla. Las trabas culturales que la sociedad china suponía, hicieron que su industria bélica no creciera a buen ritmo de la mano de este invento. La sociedad occidental en cambio, rápidamente acogió este invento y lo explotó al máximo, logrando tomar la vanguardia en el desarrollo del cañón, luego el arcabuz, el mosquete, etc.

Este es un ejemplo que demuestra la necesidad de impulsar y profundizar en los cambios que los avances tecnológicos plantean en todos los ámbitos. Así el cañón y sus posteriores desarrollos asociados modificaron profundamente la táctica; por citar un ejemplo, las grandes fortalezas ya no eran inexpugnables y podían sucumbir rápidamente ante un ejército provisto de artillería.

Desde la invención de la energía eléctrica, y dentro de las muchas invenciones relacionadas, se destaca la del telégrafo, puntapié para el desarrollo de las comunicaciones alámbricas inicialmente, e inalámbricas en nuestros días. Con el advenimiento de las comunicaciones, sobre todo las inalámbricas, se revoluciona el campo de batalla, posibilitando la realización de maniobras complejas entre elementos sin contacto visual, pero manteniendo unidad de comando y mejorando el apoyo mutuo.

Las comunicaciones son hoy en día tan fundamentales que uno de los problemas más importantes para un comandante de teatro de operaciones es el diseño y puesta en funcionamiento del sistema de Comando, control, computación y comunicaciones. Dentro de ello está la determinación de la necesidad y prioridad para acotar el volumen de las mismas y así lograr funcionar dentro del ancho de banda disponible. También es fundamental determinar y lograr la compatibilidad e interoperabilidad entre los distintos medios que conforman el sistema C4.

Estos dos ejemplos, entre otros muchos que podemos citar, ponen en evidencia como el avance científico-técnico hizo, hace y hará modificar los usos y costumbres de la guerra.

Desde las últimas dos décadas del siglo XX hasta nuestros días se está gestando una nueva revolución tecnológica que sin dudas afectará radicalmente a la

humanidad y por ende a las operaciones militares. Esta revolución será de la mano de la nanotecnología.

La nanotecnología es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nano escala.

Para comprender la dimensión de esta definición, debemos contestar la siguiente pregunta: ¿qué significa nano?: es un término griego que significa la mil millonésima parte de una unidad de medida, para tener una idea más acabada basta decir que un átomo es la quinta parte de esa medida, es decir cinco átomos en fila representan un nanómetro. Todos los dispositivos, instrumentos, materiales etc., que tengan más de cinco y menos de 100 átomos dentro de su constitución, y **las maquinas que se formen a partir de estos** se encuentran dentro de lo que se llama nanotecnología.

Tratando de explicar estas definiciones debemos señalar que es importante tener en cuenta que la manipulación de la materia a esta “nano-escala”, obtiene comportamientos diferentes de la misma respecto de lo que se conocía hasta el momento; solo a modo ilustrativo comentaremos que el oro se comporta en cuanto a su color (dorado) de forma distinta según la escala nano a la que se lo trabaje, pasando del dorado conocido al verde cuando trabajamos con él a el máximo de la escala nano (mas grande) y a su vez al rojo si se lo fracciona a una escala nano inferior (más chico). Este comportamiento disimilar se da también en otros fenómenos y propiedades de la materia, como ser las propiedades eléctricas, físicas, etc.

El avance de la ciencia y el desarrollo de nuevas maquinas y métodos de investigación y fabricación permiten hoy día trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos, y así explotar estos “nuevos comportamientos de la materia”. Con la nanotecnología se podrán crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos con propiedades únicas, que darían origen a las NANOMAQUINAS, pequeñas estructuras complejas que se crean para cumplir actividades específicas programadas y **cuyo tamaño o componentes** son de escala nanométrica.

Como vemos la nanotecnología y el conocimiento de los procesos biológicos, químicos y físicos a nivel atómico-molecular, se convertirán en una de las revoluciones científicas más importantes para la humanidad, la cual debe ser difundida e incorporada en la sociedad con una amplia participación, apoyo y control por parte del Estado y la iniciativa privada.

## **CAPITULO I:**

### **“La nanotecnología y la industria para la defensa”**

Las armas son fruto de la imaginación y de la capacidad creadora del hombre, que las diseña, las fabrica, manipula, comercia, y finalmente las utiliza para imponerse o defenderse de sus pares que también desarrollan y utilizan armas para dañar, para destruir, o para negarle sus derechos o aspiraciones.

En este orden es oportuno hacer referencia a un dato de la realidad, que se debe tener en cuenta. Este es que, según indican la mayoría de los estudios independientes, los cinco países miembros del consejo de seguridad (Estados Unidos, Reino Unido, Francia, china y Rusia), son responsables de prácticamente el 90% de la fabricación y comercio de armas “convencionales” en el mundo; lo paradójico es que son justamente aquellos que tienen mayor capacidad de influir en el destino de los hombres.

Para agregarle mayor interés a esta referencia, podemos agregar que es en estos países desarrollados donde la nanotecnología tiene su máximo potencial de crecimiento, la máxima inversión en investigación y desarrollo; y que, obviamente, incluye los recursos necesarios para desarrollar este avance de la tecnología, como un instrumento de la defensa. Y están enfocados en no permitir que otros países la desarrollen.

Como dato importante, aunque difícil de comprobar fehacientemente, se indica en publicaciones científicas de renombre, que actualmente la Unión Europea produce alrededor del 30% de la nanotecnología mundial, otro 29% lo produce Estados Unidos y el 41% el resto de los países con acceso a la misma; entre los cuales se destacan Rusia y China; aunque también tienen desarrollos importantes países como la India o Irán.



## **El nanoarmamento:**

La industria de la defensa cree necesario desarrollar el lado bélico de la nanotecnología, es decir que la militarización de la misma es una aplicación potencial, hasta donde se nos es permitido conocer, que está dando paso a la creación del nanoarmamento. Desarrollo este que replanteará toda la situación de equilibrio y confianza actual entre naciones, tornándola en una realidad más incierta e insegura.

Nuevamente tratando de no ser demasiado técnico, y desarrollando una definición propia diremos: las nanoarmas son dispositivos, sistemas, maquinas, cuyo fin es el de ser utilizados para causar efectos negativos (detección, identificación, destrucción, neutralización, aniquilamiento) sobre objetivos del oponente o enemigo; y efectos positivos (blindaje, camuflaje, sensores) sobre los propios. Se caracterizan por la habilidad de afectar, trabajar, modificar o ejecutar su tarea; a nivel atómico o molecular del objetivo asignado; y su control y efecto buscado depende de su construcción y/o de su programación.

Como mencionamos, también son consideradas nanoarmas, aquellos desarrollos a escala nano destinados a la comunicación y recolección de información (sensores), como así también los destinados al espionaje.

Es importante señalar que cuando se diseña una nueva arma se busca que la misma cumpla de la mejor manera posible, principalmente los siguientes requisitos:

- Lograr la máxima versatilidad o sea capacidad de ser apto para lograr diversos efectos sobre distintos objetivos (lo ideal al respecto es un arma que sirva para todo).
- Lograr contundencia, máxima efectividad.
- Lograr realizar la tarea con el mínimo costo. Eficiencia.
- Tener una baja probabilidad de ser neutralizado. Furtividad.
- Lograr la máxima confiabilidad. Seguridad de su correcto funcionamiento.
- Precisión a fin de no causar daños colaterales, ni los gastos derivados de tener que emplear nuevamente armamento para cumplir la tarea.

La información no es abundante, y la poca que hay solo nos permite indicar que aparentemente el desarrollo en el área de defensa, se encamina en principio, por las siguientes vías:

- Nanoarmas desarrolladas a partir de la biotecnología, nanotecnología húmeda (base acuosa, biomáquinas).
- Nanoarmas desarrolladas a partir de la nanotecnología seca (minerales y otros elementos).
- Nanoarmas sin efectos nocivos, pero que se utilizan para recabar y analizar información, como así también para transmitirla (húmedas y secas).
- Nano desarrollos destinados a potenciar y mejorar el armamento convencional actual, como así también para aumentar el coeficiente de supervivencia en combate del personal y material.

Es decir que podemos afirmar que existirán muchas armas a escala nano, con distintos principios de funcionamiento y efectos; pero a diferencia de otros armamentos, el nanoarmamento como está concebido, se podrá comportar como:

- Arma química.
- Arma convencional o formando parte de ella.
- Arma bacteriológica y/o causando tanto daño como un arma nuclear.

En este orden es importante señalar que a prima facies, pareciera que los dos primeros grupos señalados, son los realmente preocupantes, pero he de señalar que al menos el tercer grupo es igual o aun más preocupante, por los alcances desestabilizadores que podrían tener estas “armas”, que de hecho son las que con mayor rapidez, aparentemente se están desarrollando.

Solo hay que tener en cuenta (por ejemplo) la sensación de inseguridad que potencias nucleares tendrán cuando sospechen con un grado de certeza suficiente, que su oponentes tiene la capacidad de realizar espionaje y comunicar la información recabada,

sin que el país huésped siquiera pueda detectarlo, o peor aun la sospecha de un desarrollo con capacidad destructiva elevada y furtiva.

Otro punto importante, respecto de algunos nanoarmamentos que se están investigando, es que otorga al que lo/s tiene en su poder, automáticamente, la capacidad de tener alcance mundial. En los casos de los armamentos actuales, todos tienen restricciones en cuanto a su radio de acción, aun los países que pueden intervenir con sus armas en cualquier parte del orbe, no lo pueden hacer con facilidad, tienen una tecnología al alcance de muy pocos (principalmente cohetaría, medios aéreos, medios navales y una inmensa estructura logística).

Cierto nanoarmamento, de acuerdo a como está concebido teóricamente, abre las puertas de las operaciones globales a todo aquel que lo posea, su transporte es sumamente sencillo y su capacidad sería asombrosa. Esto expresado en las nanomaquinas, pequeñas estructuras complejas que se crean para cumplir actividades específicas, programadas; y cuyos componentes son de tamaño nanométrico.

Como ejemplo de esto, el mejor que se puede proporcionar es el de las nanomáquinas ensambladoras autorreplicantes que, de concretarse, serían capaces de construir cualquier elemento a partir de simples moléculas y replicarse a ellas mismas para continuar la fabricación y llevarla así a valores exponenciales. Por ello las ensambladoras autorreplicantes son la joya “temida” del desarrollo futuro de esta tecnología.

Este nanoarmamento estaría (al menos conceptualmente) en condiciones de ser tanto masivo como selectivo; y solo podría llegar a depender de la programación que de las nanoensambladoras se haga, para producir uno u otro tipo de arma. Es aquí donde es necesario señalar que por ahora son ideas, conceptos o intentos de desarrollo, que no podemos saber en qué estado de avance se encuentran.

Es oportuno destacar que según se avizora, existe una dualidad intrínseca en la mayoría de los desarrollos nanotecnológicos, sobre todo las nanomaquinas, ya que en gran medida su funcionalidad está ligada a su programación y no tanto a su construcción. Por ejemplo actualmente se está investigando a fin de lograr nanoestructuras que sirvan

de vehículos para diagnosticar, controlar parámetros, transportar medicación, etc. dentro del cuerpo humano ("Nanomedicina" José Manuel González, 2006). La teoría indica que no sería difícil cambiar estas funciones por otras que produzcan daños.

Ya en el terreno de la "defensa" estos avances parecen ser, como se ha señalado, importantísimos. Podemos mencionar como muestra el desarrollo en nanorobots (tan pequeños que son respirables, es decir pueden ingresar al cuerpo humano a través de la membrana de los alvéolos pulmonares!!!!); así según se publica, una nueva generación de nanorobots, conocidos como chembots se están desarrollando: "Inspirado en el diseño y estructura que presenta el invertebrado de la oruga, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA), con sede en Estados Unidos, ha encomendado a la Universidad Tufts, el desarrollo de unos nanosoldados biónicos con capacidades sorprendentes" ("Nueva generación de nanorobots conocidos como chembots", 2008), el artículo continúa describiendo las características de los mismos que son increíbles y propias de novelas futuristas. Llama la atención y preocupa, cuando se piensa en el horizonte que aparentemente se abre a la industria del armamento.

### **La defensa nacional y el nanoarmamento:**

La Argentina presentó en el año 1999 el primer libro Blanco de la Defensa, del cual, durante 2010, se realizó su última revisión; en esta quedaron plasmadas las políticas y las visiones estratégicas que nuestro país adoptará en este área del quehacer nacional; con el fin de transparentar su realidad a otros actores internacionales, principalmente los regionales.

Al respecto, la Ex Ministra de Defensa, el día 09 de septiembre de 2010 señaló "que será una señal inequívoca de las capacidades e intenciones con las que nuestro país se integra en la región y en el mundo".

Un aspecto importante señalado en este libro es el compromiso de nuestra nación a respetar el Derecho Internacional Humanitario (DIH), del cual Argentina ha firmado y ratificado toda la normativa y reglamentación existente.

Dentro del Ministerio de Defensa (MINIDEF) se creó La Comisión de Aplicación del Derecho Internacional Humanitario (CADIH), por decreto presidencial N° 933/1994. La secretaría de esta comisión está a cargo de la Dirección Nacional de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario.

Dicha comisión tiene como objeto efectuar estudios, controlar y proponer las medidas que considere conveniente para:

- La aplicación y puesta en **práctica** del DIH a través de normas de orden legislativo o reglamentario y medidas que garanticen la vigencia de los referidos tratados.
- La enseñanza y la difusión de las normas de DIH vigentes en la República Argentina y principalmente dentro de sus Fuerzas Armadas (FFAA).

El DIH es un conjunto de normas que, en tiempo de guerra (con anterioridad y/o a posterioridad de la misma), protege a las personas que no participan en las hostilidades o que han dejado de hacerlo. Su principal objetivo es limitar y evitar el sufrimiento humano en tiempo de conflicto armado (mediante una acción preventiva y reactiva ante los hechos, la tecnología y las nuevas ideas/doctrinas que se dan/utilizan en los conflictos). Las normas estipuladas en los tratados de DIH han de ser respetadas no sólo por los Gobiernos y sus fuerzas armadas (especial mención a la investigación científica para la defensa), sino también por grupos armados de oposición y por cualquier otra parte en un conflicto.

Actualmente el nanoarmamento se encuentra en una gran etapa de conceptualización, de descubrimiento y de desarrollo. Por tanto es mucho lo que se imagina, es menos lo que se conceptualiza, y menos aún lo que se llegará a desarrollar y fabricar.

El libro blanco de la Defensa, con su apego irrestricto a las normas del DIH como política de defensa nacional, constituyen un marco político y legal dentro del cual la Argentina deberá pensar y desarrollar su nanotecnología aplicada a la defensa.

Además para lograr resultados eficientes es necesario aplicar el principio de sinergia, interactuando y coordinando con dos instituciones nacionales muy importantes, a saber:

- La Primera es el CITEDEF dependiente del Ministerio de Defensa, y que en el área de investigación y desarrollo se encuentra realizando estudios sobre nanoestructuras (Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, 2011).
- La segunda es la FAN dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Tiene como objetivo sentar las bases necesarias para el fomento y promoción del desarrollo de la infraestructura humana y técnica del país en el campo de la nanotecnología y la microtecnología. Su responsabilidad principal es fomentar la generación del valor agregado de la producción nacional, para el consumo del mercado interno y para la inserción de la industria local en los mercados internacionales. (Fundación Argentina de Nanotecnología, 2011)

La Nación ARGENTINA, a través del Ministerio de Defensa, ha desarrollado un método o herramienta con la cual dimensionar su instrumento militar. Es de interés para este trabajo lo referido a los planes de desarrollo de capacidades militares de mediano y largo plazo, sobre todo estos últimos.

El primer ciclo de planificación de capacidades militares finalizó y en él no se encuentran contemplados requerimientos de capacidades militares devenidas del desarrollo de la nanotecnología; la recurrencia del método permite que la misma sea contemplada a futuro y es parte de lo que se pretende con este trabajo.

### **Nanoarmas y Relaciones Internacionales:**

A la par del desarrollo y el avance de la ciencia los estados se encontraron en verdaderas carreras armamentistas, que cuando producen desequilibrios importantes o se

prevee que así sea, provocan situaciones de conflicto, que en muchos casos han terminado en guerras.

Por ello se han buscado incesantemente mecanismo que permitan distender estas tensiones entre los mismos; un ejemplo de ello son las conferencias sobre la seguridad y la cooperación de HELSINKI en 1975, donde se crearon las primeras medidas de fomento de la confianza.

A esta conferencia le siguió al año siguiente la conferencia de MADRID, donde fueron incluidas medidas de carácter militar, con lo cual el término fue ampliado a “Medidas de fomento de la confianza y de la seguridad”; y estas consisten en:

- Medidas de información y comunicación.
- Medidas de observación e inspección.
- Restricciones militares, creación de zonas desmilitarizadas, informar movimientos de tropas etc.

En 1980 surgieron las primeras medidas a nivel global; por resolución de la Asamblea General de la ONU 35/142B, que introdujo el instrumento estandarizado para el reporte de gastos militares, y recomendó a los estados miembros informar anualmente, sobre gastos, al Secretario General.

Todos estos esfuerzos, son realizados a fin de tender a pacificar y armonizar la convivencia entre naciones que, de otra forma, se verían amenazados por el desarrollo de parte de alguna de las mismas, de un arma o armamento desequilibrante.

Sin duda el desarrollo de la nanotecnología en si por su flexibilidad y más aún del nanoarmamento, no contribuirá en este sentido. Por el contrario habrá que hacer ingentes esfuerzos para mantener los niveles de confianza necesarios para sostener una convivencia pacífica entre estados poseedores de esta tecnología.

## **CAPÍTULO II**

### **“Nanotecnología y nivel operacional”**

La solución de un problema militar a nivel operacional gira en torno a las muchas combinaciones entre dos de las variables fundamentales<sup>1</sup> que son:

- Directivas y Restricciones políticas.
- Medios disponibles.

Es decir el comandante de un teatro de operaciones verá condicionada su solución por estas dos variables, que en el caso de la primera actúa incluso antes del inicio del conflicto; en cuanto como hemos indicado en el capítulo anterior condiciona los medios que tendrá disponible a la hora del conflicto.

De este modo la variable “medios disponibles” se torna aun más restrictiva, y casi invariable durante el conflicto; por lo difícil de adquirir, y aún mas de desarrollar, nuevos medios para lograr los objetivos de la misión.

Lo expuesto indica la necesidad de realizar un estudio profundo de las nuevas tecnologías a la hora de dimensionar el instrumento militar del futuro, ya que condicionará de forma relevante los modos de acción que un comandante de teatro diseñe para dar solución al problema militar que le encomendaron resolver.

La nanotecnología aplicada a la Defensa es el ejemplo actual de lo anteriormente señalado. Como se ha expuesto promete un cambio radical en la realidad que nos rodea, y esto afectará sin dudas al instrumento militar. La carencia de nanotecnología como parte de los medios, o de nanoarmamento como medios en si mismo, condicionará catastróficamente cualquier intento de resolución de conflictos contra actores que si hagan uso de esta tecnología.

---

<sup>1</sup> Existen algunas pocas más que no serán motivo de análisis en este trabajo.



## **Diseño del nanoarmamento:**

Es muy difícil hoy en día determinar en forma fehaciente en que estado se encuentra y hacia donde se encamina la investigación nanotecnológica aplicada a la defensa. Es muy difícil encontrar fuentes fiables que aporten luz al tema, ya que es casi nula la documentación disponible en soporte papel, y la que existe es poco precisa por el carácter secreto que ha adquirido, justificadamente. Dejando así como principal fuente a la Internet donde el material es más abundante, aunque es más difícil de depurar para evitar errores o falsos conceptos.

La nanotecnología se encuentra transitando un proceso muy dinámico, mucho más dinámico de lo común. Que en cierta forma tiene un poco de ficción, de futurología; pero con una posibilidad cierta de concreción. Hoy día muy poca gente se aventura a afirmar que algo no será posible nunca.

Pero la información disponible alcanza para dilucidar cuales son las tendencias que prevalecen en la investigación y desarrollo futuro de nanoarmas, a saber:

- Nanoarmas de uso ofensivo: en esta categoría se encuentran aquellas armas concebidas para afectar en distintos grados los objetivos asignados. Actualmente existen desarrollos tendientes a la creación de armas capaces de distinguir o re direccionar sus trayectorias para lograr los efectos sobre los blancos asignados. Otros proyectos están encaminados a lograr dotar de mayor precisión al armamento de no precisión existente mediante la inserción de nanoestructuras a las mismas. Por último ya existen en soporte papel armas con capacidad dual (masiva/selectiva), que dependen de la posibilidad cierta de desarrollo de las nanoensambladoras autorreplicantes.
- Nanoarmas de uso defensivo: en esta categoría se encuadran a aquellas nanoestructuras que tienen por finalidad aumentar la supervivencia de los medios propios, atenuar y/o anular los efectos de las armas enemigas; y poner en sobre aviso a las propias fuerzas de las actividades del enemigo. Encontramos desarrollos de nanoestructuras, como los nanotubos de carbono (“Aplicaciones

actuales y futuras de los nanotubos de carbono” Maria Rivas Martinez, 2007), que mejoran las actuaciones de los blindajes tanto en maquinas como para individuos(DARPA Testing New Advanced Nanotech a.k.a. “Nano-Enhanced” Hybrid Armor (Body Armor and Vehicle Armor): Armor Nanotechnology Takes Another Step Forward, 2010). Telas especiales con capacidad para rechazar agentes químicos, o con capacidad de adoptar los colores del entorno para brindar un camuflaje efectivo mediante nanocristales. Desarrollo de pinturas con nanoarcillas que mejoran la resistencia a los impactos<sup>2</sup>, o con nanoestructuras ferrosas magnetizadas capaces de absorber radiaciones electromagnéticas.

- Nanosensores: nanoestructuras y nanomaquinas destinadas a recoger información, ya sea mejorando la capacidad de recolección, la fiabilidad, la capacidad de almacenaje o comunicación; como así también innovando en la operación y su furtividad. Esto impactará directamente sobre la calidad y rapidez de la obtención y distribución de la información y de la inteligencia; contribuyendo a aumentar la conciencia situacional desde el comandante y hasta del último subordinado, aumentando así exponencialmente la posibilidad de éxito. Ya se trabaja sobre nuevos equipos de comunicaciones miniaturizados, cascos con visores incorporados con representación de información esencial del campo de batalla; y también con sensores dentro del mismo con capacidad en distintos anchos de banda.

La descripción anterior no pretender ser más que una simple muestra de las múltiples y variables direcciones de investigación y desarrollo que con la nanotecnología se están incursionando; con el fin de dotar al instrumento militar de mejores medios técnicos para lograr su misión.

## **El uso de la nanotecnología en el campo de batalla:**

---

<sup>2</sup> La industria automotriz brasilera incorporó estas arcillas en la construcción de las partes plásticas de los automóviles, mejorando su dureza, protección contra rayos ultravioletas y aligerando su peso.

La historia de los conflictos recientes, incluso de aquellos que aun están en desarrollo nos muestra que, la dificultad de utilización de las innovaciones tecnológicas aplicadas al campo de batalla, es directamente proporcional al calibre de dicha innovación.

Así las operaciones en la ex YUGOSLAVIA, donde se utilizó abundantemente las armas inteligentes, el GPS y las comunicaciones satelitales; demostró ciertas falencias solo superables con:

- Mayor y mejor gestión de la información.
- Nuevas doctrinas de empleo.
- Mejora en los procedimientos de coordinación.
- Interoperabilidad.

La primera guerra del Golfo Pérsico, trató de incorporar estas mejoras para explotar aún más las bondades de estos sistemas que incluso habían sido perfeccionados y dotados de todavía más capacidades. Pero respecto a estas innovaciones, se agravaron los problemas de interoperabilidad entre distintos elementos, de distintos países de la coalición.

Además empieza a surgir el que sería el mayor problema de la segunda guerra del Golfo, el ancho de banda. Era tal el volumen de información y comunicaciones que no daban abasto las frecuencias y sistemas de comunicación y transmisión de datos disponibles, para darles curso.

Desde ya que estos no fueron los únicos problemas y quizás tampoco los más importantes, pero indican la necesidad de conformar equipos especiales capaces de orientar y clarificar las intenciones y posibilidades de uso, de las nuevas tecnologías al Comandante.

Y es que el nivel de tecnicidad y las particularidades necesarias de ser tenidas en cuenta, a la hora de intentar utilizar la tecnología, normalmente escapa al Comandante

y a su Estado Mayor. O lo que es peor se desconocen las virtudes y facilidades, ventajas que su utilización acarrearía para las operaciones.

Sin dudas la aplicación de la nanotecnología/nanoarmamento, requerirá la conformación de un Estado Mayor Especial, que debe trabajar estrechamente con el Comandante y también con el C3 (operaciones) y C5 (planes). Y que deberá estar integrado no solo por personal técnicamente calificado en la materia, sino también por entendidos en la problemática legal y de relacionamiento internacional, que el uso de esta tecnología requiere.

### **Nanotecnología, daño colateral y medio ambiente:**

Sin dudas uno de las mayores preocupaciones para un Comandante de teatro en la actualidad, es la necesidad imperiosa de minimizar y/o evitar la ocurrencia de daños colaterales producto de las operaciones militares. Daños colaterales que engloban los daños a terceros (no combatientes), al medio ambiente y al patrimonio cultural.

Al respecto la nanotecnología y el nanoarmamento, representan una solución a esa problemática, esta viene dada por el aumento de la precisión y de la posibilidad de acotar sus efectos según sea la necesidad.

Es necesario recordar que esto, en mucho depende de su concepción; y en los casos que corresponda según su diseño, depende de la programación que los haga funcionar.

## **CONCLUSIONES**

Como se ha expresado a lo largo del presente trabajo, la nanotecnología promete un cambio profundo en la realidad que vivimos; y llegó para quedarse entre nosotros. A esta realidad no escapa el instrumento militar; sabemos que el cambio llegó y sabemos de que se trata, no debemos perder tiempo y brindar el máximo apoyo para no perder este tren o quedar en el vagón de cola.

Este desarrollo se deberá implementar respetando los lineamientos políticos oportunamente informados, y desarrollados en este trabajo; fieles a nuestra actitud estratégica operacional defensiva y tratando de no restar, a futuro, capacidades necesarias para el logro de las misiones a asignar.

Para ello es necesario el trabajo coordinado de los distintos organismos especialistas en la materia, tanto nacionales como privados, conjuntamente con las tres Fuerzas Armadas y el Estado Mayor Conjunto, a fin de determinar los requerimientos de investigación, desarrollo y producción de nanotecnología aplicada a la defensa.

La orientación política y el marco legal adoptado por la Nación Argentina, circunscriben al área de las nanoarmas de uso defensivo, las líneas de investigación desarrollo y producción posibles a futuro (contexto actual) de este armamento o tecnología aplicada. Aunque de carácter defensivas deben contemplar y ser diseñadas a partir del requerimiento de tener la habilidad de inutilizar las nanoarmas de uso ofensivo; pero además con la dualidad latente que posibilite su reconversión en ofensiva. Al respecto es necesario comenzar con la mayor premura posible a fin de no quedar obsoletos o muy rezagados.

En este sentido se debe entender que estos requerimientos se transformarán en los medios disponibles para el Comandante y su Estado Mayor; a ser utilizados para la concepción y determinación de los modos de acción necesarios para dar solución al problema militar impuesto para resolver.

Sin duda debe ser inaceptable concebir un instrumento militar carente de estos medios o herramientas en el mediano plazo, ya que de ser así estará condenado al fracaso, por la ventaja insalvable que significará para un posible enemigo futuro, que él si cuente con esta tecnología.

La complejidad técnica que supone la nanotecnología, el carácter dual de algunos de sus desarrollos, el potencial devastador que pudieran alcanzar los mismos, la abundancia de información que implicarían entre otras características; imponen la existencia de un Estado Mayor especial para la planificación y ejecución del proceso de obtención de la información, la gestión de la inteligencia y la información; y el asesoramiento en la concepción y ejecución de los modos de acción (como puntos sobresalientes).

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros:**

-ARZUBI, C. C. (Noviembre de 2004). *“La producción para la defensa en la república argentina”*. Buenos Aire: Centro de Estudios Estratégicos.

-FERNÁNDEZ CAYUELA, J. G. (1991). • *Guerra, industria y tecnología en la edad contemporánea - “War, industry and technology in the Contemporary Age”*. Departamento de Historia, Facultad de Letras, Universidad de Castilla-La Mancha.

### **Sitios web:**

"Nanomedicina" José Manuel González, M. L. (2006). *www.madrimasd.org*. Recuperado el 18 de 09 de 2011, de [http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt5\\_nanomedicina.pdf](http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt5_nanomedicina.pdf)

-"Nueva generacion de nanorobots conocidos como chembots", O. R. (22 de julio de 2008). *www.nanotecnologica.com*. Recuperado el 13 de 09 de 2011, de <http://www.nanotecnologica.com/nueva-generacion-de-nanorobots-conocidos-como-chembots/>

-“Aplicaciones actuales y futuras de los nanotubos de carbono” Maria Rivas Martinez, J. G. (2007). *www.madrimasd.org*. Recuperado el 16 de 09 de 2011, de [http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt11\\_nanotubos.pdf](http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt11_nanotubos.pdf)

-DARPA Testing New Advanced Nanotech a.k.a. “Nano-Enhanced” Hybrid Armor (Body Armor and Vehicle Armor): Armor Nanotechnology Takes Another Step Forward, D. C. (19 de agosto de 2010). *www.defensereview.com*. Recuperado el 15 de 09 de 2011, de <http://www.defensereview.com/darpa-testing-new-advanced-nanotech-a-k-a-nano-enhanced-hybrid-armor-body-armor-and-vehicle-armor-armor-nanotechnology-takes-another-step-forward/>

-Fundacion Argentina de Nanotecnología. (02 de 10 de 2011). *www.fan.org.ar*. Recuperado el 02 de 10 de 2011, de <http://www.fan.org.ar/acerca.htm>

-Instituto de Investigaciones Cientificas y Tecnicas para la Defensa. (02 de 10 de 2011). *www.citedef.gob.ar*. Recuperado el 02 de 10 de 2011, de [http://www.citedef.gob.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=104&Itemid=149](http://www.citedef.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=149)

### **MARCO NORMATIVO**

1. Ley de Defensa Nacional Nro. 23554. 988. Bs As.
2. Ley de Reestructuración de las Fuerzas Armadas Nro. 24948. 1998. Bs As.
3. PC 00-02 “Glosario de términos de empleo militar para la acción militar conjunta” – Público – Proyecto - Edición 2010, en carácter de “PROYECTO”. Bs As.