



» Nanotecnología, un nuevo escenario para la estrategia

La tecnología interviene en la vida de los hombres afectando diferentes dimensiones, algunos de los eventos tecnológicos se pueden considerar verdaderas revoluciones y una de ellas sin lugar a dudas será el advenimiento de la Nanotecnología y con ella las mareas de argumentos e investigaciones a favor y en contra de su desarrollo.

**Doctor
IVÁN EDUARDO GALVIS
CASTAÑEDA**

Psicólogo forense, master en Seguridad y Defensa Nacional, asesor en Estrategia, Seguridad y Defensa Corporativa.



Aquel que no aplicare nuevos remedios debe esperar nuevos perjuicios, porque el tiempo es el más grande innovador.

Francis Bacon
(En Drexler 1993)

Los avances en ciencia y tecnología han modificado la forma de vivir de los habitantes del planeta en diferentes momentos y de manera drástica, el utilitarismo de este tipo de conocimientos ha llegado a cada persona en distintos momentos con diferentes niveles y calidades de acceso. Las ventajas de la tecnología a lo largo de la historia, las ha obtenido quien piensa de forma alternativa y con prospectiva de la realidad, quien invierte esfuerzos en investigación y desarrolla opciones de relación con el mundo, el poseedor del conocimiento y su materialización aumenta exponencialmente su poder y a su vez, éste aumenta su conocimiento, situación ventajosa sobre quienes por otra parte, no poseen el conocimiento y se limitan a esperar con qué magnitud se les permitirá acceder al mismo. Así quien posee el conocimiento y la capacidad de materializarlo en tecnología, tiene una ventaja estratégica.

La historia muestra varios ejemplos en que los desarrollos tecnológicos aplicados a la estrategia y la guerra, han representado ventajas decisivas para la victoria; la invención de la ballesta, la pólvora, las armas de fuego, los cañones, los vehículos blindados y las armas atómicas, son solo algunos modelos de aplicación tecnológica a la estrategia que permitió la hegemonía de algunos pueblos.

La historia muestra varios ejemplos en que los desarrollos tecnológicos aplicados a la estrategia y la guerra, han representado ventajas decisivas para la victoria; la invención de la ballesta, la pólvora, las armas de fuego, los cañones, los vehículos blindados y las armas atómicas, son solo algunos modelos de aplicación tecnológica a la estrategia que permitió la hegemonía de algunos pueblos.

El siglo XX ha sido escenario de grandes desarrollos tecnológicos con su obvia aplicación al arte de la estrategia y de la guerra y es precisamente en los años ochenta cuando inician las bases de lo que se ha denominado nanotecnología. Esta herramienta tecnológica se presenta como un nuevo espacio para la aplicación del conocimiento y el ejercicio del poder, estableciendo múltiples alternativas de mejoramiento en la manera de vivir y de relacionarnos con el mundo.

La nanotecnología, puede ser definida como la ciencia y el conocimiento de objetos a escala atómica, cuya unidad de medida está expresada en nanómetros; un nanómetro equivale a 0.000000001 metro o la millonésima parte de un milímetro. El paradigma básico sugiere manipular la materia desde su estructura atómica de manera controlada para construir moléculas a voluntad.

Este concepto fue expuesto por primera vez en 1959 por el físico Richard Feynman (premio Nóbel en 1965) durante el encuentro anual de la American Physical Society y el California Institute of Technology (Caltech), durante la exposición de su conferencia titulada *There's Plenty of Room at the Bottom : An Invitation to Enter a New Field of Physics* .

En teoría el universo atómico cumple con las leyes generales de la física y nada contradice la posibilidad de intervención directa, controlada e intencionada. Los principios de la física cuántica y la teoría del caos muestran aplicabilidad en nanoestructuras como los nanotubos de carbono, que fueron las primeras formas cilíndricas a nanoescala descubiertas por Sumio Iijima en 1991, los nanotubos presentan múltiples propiedades especialmente la conductividad de energía (Mason y Liboff, 2003)

Desde los años 80 Eric Drexler (1993) autor clásico del tema, presenta un panorama del infinito mundo de opciones y aplicaciones de la nanotecnología, tanto para usos constructivos como destructivos. Según Drexler, en este escenario es posible concebir la fabricación de aire; luego agua y después un metal, a partir del mismo grupo de moléculas, las que se reconfiguran mediante procesos de mecano-síntesis.

Aunque inicialmente se presentaron problemas en cuanto a la disponibilidad de medios para la visualización y manipulación a nivel molecular, ya se dispone de herramientas básicas como el microscopio de barrido de túnel diseñado en 1982 por los físicos Binning y Röhrer, por el cual se hicieron merecedores del premio Nóbel de física en 1996 y los nanotubos de carbono que facilitan la intervención selectiva en cadenas moleculares sustrayendo o adicionando átomos. (Jaramillo, 2002).

Ahora bien, ¿Qué obtendría quien logre el control sobre la materia? y ¿Cómo se aplicaría este poder para la estrategia?, básicamente se obtendría un poder limitado solo por la imaginación sobre todo por el compuesto de átomos, esta condición garantizaría mayor éxito y refinamiento en la implementación de la estrategia.

Por lo menos esto pudo ser considerado por países como los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y Japón entre otras potencias y en el caso regional por México, Argentina y Cuba. (Grupo ETC, 2003; Maza, 2002; Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología, 2002).

Las inversiones de recursos para el desarrollo de nanotecnología se muestran con diferencias cualitativas y cuantitativas importantes de país a país, aun así, aventajan a los que aun no han sido motivados por el tema.

Solo en el caso de los Estados Unidos se reportan inversiones del orden de billones de dólares; como lo manifiesta la aprobación del acto legislativo S. 189 de 2003 en el que se autoriza una inversión inicial de 3.7 billones y un billón de dólares al año, en adelante, para el desarrollo de nanotecnología, apoyando la constitución de entidades de carácter

Quienes desarrollen habilidades para controlar la materia desde sus estructuras moleculares básicas por medio de la nanotecnología dispondrán de poder casi ilimitado, garantizando su hegemonía durante el presente siglo.

público y privado, conformando grupos de expertos integrados por científicos, políticos, militares, académicos, entre otros para el análisis, desarrollo y aplicaciones de la nanotecnología, se estima que el crecimiento de empresas y entidades dedicadas a los desarrollos nanotecnológicos crece a razón de un 300 por ciento al año desde el año 2000. (Abelson, 2000; Freemantle, 2000; Grupo ETC, 2003; Maza, 2002; Mervis, 2000; Lawler, 2000)

Inversiones de este tamaño y varios miles de patentes registradas que ya sobrepasan las 7000 solo para Estados Unidos, indican el interés de diversos países en el desarrollo y aplicación de la nanotecnología. Quienes desarrollen habilidades para controlar la materia desde sus estructuras moleculares básicas por medio de la nanotecnología dispondrán de poder casi ilimitado, garantizando su hegemonía durante el presente siglo. (Abelson, 2000; Duncan, 2000; Grupo ETC, 2003; Maza, 2002; Schulz, 2000; Von-Her, 2000)

La nanotecnología presenta aplicaciones actuales en el área de la salud y la biología, con el surgimiento de la nanomedicina, partiendo de la premisa que el deterioro de la salud física inicia desde la estructura atómica, se plantea el control e incluso eliminación de enfermedades como el cáncer o el sida, así como cirugías no invasivas con nanosistemas o nanodispositivos programados para localizar el daño y corregirlo sin comprometer tejido sano, los niveles de intervención esperados incluyen la reparación de genes y terapias con nanodosis de medicamentos, detención de proceso de envejecimiento anulando casi el daño colateral de las intervenciones (Jaramillo 2002; Service, 1999; Voss, 1998). La vida podrá ser prolongada hasta nuevos límites.

En el teatro de operaciones de un conflicto bélico, el número de hombres necesarios puede ser limitado, ni siquiera tendrían un rol directo en el combate si no es necesario, las máquinas de guerra no tendrían que ser tripuladas sino teledirigidas. Los ataques con nanodispositivos serán limpios, sin daños colaterales indeseables, y la ventaja más importante será la minimización de la incertidumbre de la acción, incluso, su eliminación.



Con la nanotecnología, la producción de alimentos dejaría de ser problema porque incluso los desechos orgánicos constituirían una fuente inagotable de comida, así, cualquier elemento del medio podría ser comestible, de la misma manera la conservación y el almacenamiento de alimento será más fácil y funcional. El agua de mar será apta para el consumo humano mediante la desalinización inmediata, será reutilizable e incluso podrá fabricarse a partir de sus compuestos básicos, una inmensa oportunidad para países con problemas de hambrunas o escasez en fuentes de agua. En cuanto a la industria, el desarrollo se verá en la fabricación de nuevos materiales, más resistentes, livianos, producidos a bajo costo, (Herrin, 1999; Service, 1999; Von-Her, 2000).

La miniaturización de las memorias en los sistemas de cómputo hará más fácil su transporte, al tiempo que aumentarán sus beneficios en cuanto a potencia, capacidad, eficiencia y rapidez. La industria computacional revolucionará en su totalidad como en el caso de IBM, que ya patentó sus nanounidades de memoria con capacidades de varios gigabytes (Vettiger y Binning 2003), se calcula que un gigabyte equivaldría a la capacidad de almacenamiento de un cerebro humano.

En cuanto a las telecomunicaciones, los nanosistemas establecerán contactos en tiempo real con mayor calidad en emisión y recepción de señales, los sistemas ingresarán al mundo de la computación cuántica en la que incluso existirán computadoras químicas y sistemas de hardware y software integrados y alimentados por un organismo huésped.

Lo anterior solo por mencionar algunas de las posibilidades de aplicación, ahora, en cuanto al uso en la guerra, la nanotecnología ofrece en principio reducción de la incertidumbre, la guerra será más limpia y refinada.

Como instrumentos de destrucción y armas de combate, los nanoproductos se muestran con poder avasallador, las nanomáquinas alcanzarán niveles de inteligencia artificial equiparables a la inteligencia humana, poseerán habilidades como el aprendizaje o el análisis, podrán comunicarse con otras nanomáquinas, organizarse, tomar decisiones, tendrán la

opción de fabricar réplicas de sí mismos formando verdaderos ejércitos invisibles.

Por otra parte se han desarrollado prototipos de uniformes nanotecnológicos "inteligentes" que monitorean las condiciones del combatiente, enviando información sobre sus signos vitales, indicadores de ansiedad y estrés y que reciben información relevante sobre su posición, desarrollo de la misión, posición de los demás miembros del equipo, entre otros datos relevantes.

La limitación y casi anulación de la incertidumbre también impediría el daño innecesario del enemigo y su infraestructura, la contundencia en el uso de la fuerza estará caracterizada por la finura, la limpieza y la justa proporción en el uso de las armas.

Estos trajes de combate están en la capacidad de brindar primeros auxilios al usuario, podrán repeler de manera selectiva materiales letales, pueden regular la temperatura sin importar la temperatura ambiente e incluso los nanodispositivos pueden configurarse como un exoesqueleto más resistente que el acero y tan liviano como la seda al mismo tiempo.

Para los escépticos este tema parece ciencia ficción e irreal, pero para investigadores adscritos a universidades como Harvard, Berkeley o Princeton, es una realidad a mediano plazo, los primeros prototipos de trajes nanotecnológicos fueron probados en la guerra del Golfo y actualmente grupos elite como los SEAL de la armada norteamericana cuentan con los súper uniformes que pueden superar el costo de los varios millones de dólares.

Japón por su parte ha logrado desarrollar materiales de camuflaje que prácticamente son "invisibles" al desviar las ondas de luz e integrar el objeto camuflajeado al entorno.

Consideremos ahora los efectos de estas condiciones para el desarrollo de la estrategia en el teatro de operaciones de un conflicto bélico. En primera instancia, el número de hombres necesarios puede ser limitado, ni siquiera tendrían un rol directo en el combate si no es necesario, las máquinas de guerra no tendrían que ser tripuladas si no teledirigidas.

Los ataques con nanodispositivos serán limpios, sin daños colaterales indeseables como los presentados tras los bombardeos en las batallas actuales, un nanodispositivo buscará a su objetivo y actuará según previa programación, ni más ni menos daño que el determinado por el programador.

Actuarán de manera coordinada con otros millones de nanodispositivos para la búsqueda y el ataque a un objetivo, que puede ser material o humano, auto neutralizándose una vez cumplida la misión.

Se podría seguir presentando otro sin fin de ventajas particulares en el uso de la nanotecnología en la guerra, sin embargo, la más fantástica e importante de ellas será la minimización de la incertidumbre de la acción, incluso, su eliminación, ya que el control que ofrece la nanotecnología se muestra absoluto.

De momento es claro que la aplicación de una innovación científica en la estrategia de la guerra, tiene un marcado inicio más no así, su final; sin embargo, las herramientas nanotecnológicas sí permitirán conocer y controlar el antes, el durante y el después de una acción bélica.

La limitación y casi anulación de la incertidumbre también impediría el daño innecesario del enemigo y su infraestructura, la contundencia en el uso de la fuerza estará caracterizada por la finura, la limpieza y la justa proporción en el uso de las armas; las guerras podrían ganarse sin una sola baja humana o solo con el mínimo daño necesario para el logro de objetivos.

La certidumbre resultante de este tipo de medios evitará que los fines de la política que motivaron

la estrategia muten durante su desarrollo; la acción será directa, selectiva, rápida, eficaz y económica. Considerando que la incertidumbre, es la variable más onerosa y la que representa mayor riesgo en el éxito de la estrategia, la pertinencia de este control nanotecnológico se hace indudable.

Los instrumentos de la política apoyados por la nanotecnología en lo estratégico y lo táctico, multiplicarán sus efectos con mayor éxito y en poco tiempo, la brecha entre la idoneidad de los medios en relación con los fines tenderá a desaparecer.

El uso de la nanotecnología será una tecnología útil para tomar el control de otros Estados, facilitan-



Cada beneficio definido de la nanotecnología tiene su contraparte negativa, en consecuencia, es de capital importancia para los Estados, tener una participación activa en el diseño e implementación de los compromisos regulatorios de la misma para garantizar acceso a los beneficios y limitación de los perjuicios.

do la ocupación de su territorio e inclusive su gobernabilidad, el miedo a lo invisible y desconocido experimentado por el enemigo será la clave para su control, en este punto la nanotecnología muestra efectos inversamente proporcionales en cuanto a la incontrolabilidad e incertidumbre a mayor control y menor incertidumbre de un Estado beligerante menor control y mayor incertidumbre tendrá su enemigo, la paradoja de la seguridad también se aplica en el nanoescenario.

Para el interesado en conocer sobre nanoproductos para la acción militar es relativamente fácil encontrar información de primera mano en las páginas electrónicas de la Armada, la Fuerza Aérea o el Ejército de los Estados Unidos, al igual que en la de la Casa Blanca y el Pentágono. Así mismo, en sitios Web de industria privada y de varias universidades donde se comentan los avances recientes, las investigaciones de laboratorio en curso, las patentes aprobadas, aplicaciones, perspectivas, foros de discusión, pero solamente de los desarrollos que no son considerados secretos militares. Aunque la red tiene espacio para todo, el lector sabrá orientar su interés desde la perspectiva científica a la meramente discursiva y especulativa.

En esta carrera, otro punto ineludible, respecto a la nanotecnología, es el de la normatividad internacional, su desarrollo, las aplicaciones enmarcadas en la ética y la definición de los potenciales peligros para la humanidad y su entorno. Es lógico considerar que cada beneficio definido de la nanotecnología tiene su contraparte negativa, en consecuencia, es de capital importancia para los Estados, tener una participación activa en el diseño e implementación de los compromisos regulatorios de la nanotecnología para garantizar acceso a los beneficios y limitación de los perjuicios.

Frente a este tema no solo la supresión de oportunidades de investigación y desarrollo limitaría un uso perverso del conocimiento en nanotecnología, aun más, el momento perfecto para la supresión sin efecto adverso ya se perdió cuando el nanoescenario pasó de la ficción y la teoría a la realidad científica.

Entre las consideraciones sobre las consecuencias negativas de la llamada plaga gris, se encuentran los desequilibrios económicos por la proliferación de productos baratos y de alta calidad, uso generalizado por parte de delincuentes y organizaciones terroristas, producción incontrolable de armas y la explotación en el mercado negro de tecnología molecular.

A modo de conclusión la nanotecnología ofrece un escenario en el que la estrategia alcanzará niveles de refinación cercanos a la perfección, toda la acción

estará matizada por la pulcritud y la limitación de la incertidumbre.

El principal inversor y beneficiario será el Estado y el matiz benévolo, ético, con sentido de suficiencia lo dará el carácter de la guerra que se vaya a emprender.

La carrera en el nanoescenario ya empezó, qué posición querrá ocupar cada Estado es una cuestión por definir.

"Tampoco dudo de que el más formidable de los ejércitos sobre la tierra sea de soldados que por su pequeñez no resultan visibles."
Sir William Perry. (1640) acerca de los microbios. En Drexler 1993.

Referencias

- Abelson, P. (2000) Funding the nanotech frontier Science v 288 no5464 Apr p. 269
- Drexler, E (1993) La Nanotecnología: Surgimiento de las máquinas de creación. Edi. Gedisa, S.A. Barcelona.
- Duncan, W. (2002) The chemistry of the 21st century manufacturing. Tooling and Production v 66 no1 Apr p. 66-75
- ETC Group (2003) The Big Down disponible en: <http://www.etcgroup.org/documents/TheBigDown.pdf>.
- Feynman, R (1959) There's Plenty of Room at the Bottom An Invitation to Enter a New Field of Physics disponible en: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>
- Freemantle, M. (2000) Nanoscience scales up in Germany. Chemical and Engineering News v 78 no8 Feb. p. 27-30
- Herrin, G. (1999). Manufacturing In The New Millennium. Modern Machine Shop v 72 no7 Dec p. 162
- Mervis, J.(2000) How NSF came up with the biggest boost in its history. Science v 287 no5454 Feb p. 778-9
- Lawler, A. (2000) Plans for Mars unite cancer, space agencies. Science v 288 no5465 April p. 415-16
- Schulz, W (2000) Nanotechnology: the next big thing. Chemical and Engineering News v 78 no18 May p. 41-7
- Service, R (1999) Building the small world of the future: Materials Research Society meeting, Boston, Mass., Nov. 29-Dec. 3, 1999. Science v 286 no5449 Dec. p. 2442-4
- Vettiger, P y Binnig G (2003) Nanounidades de Memoria.

Investigación y Ciencia. No 318 Marzo p 26-33

Von-Ehr, J. (2000) The promise of nanotechnology. Tooling and Production v 66 no1 Apr 2000 p. 74-5

Voss, D(2000) Nanomedicine nears the clinic. Technology Review (Cambridge, Mass: 1998) v 103 no1 Jan/Feb 2000 p. 60

Otras referencias electrónicas:

- <http://www.novaciencia.com/category/nanotecnologia/> última consulta noviembre de 2006.
- <http://www.solociencia.com/informatica/05041502.htm> consulta junio de 2006
- <http://projects.start.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc.html> Sobre camuflaje, consulta junio de 2006
- <http://www.euroresidentes.com/Blogs/nanotecnologia/avances.htm>
- http://www.francispisani.net/2004/02/la_nanotecnolog.html
- <http://www.fisicaysociedad.es/view/default.asp?cat=763&id=1493> La nanotecnología se acerca a la industria.
- <http://www.nano.com/>
- <http://www.smalltimes.com/home.cfm>
- <http://www.nantero.com/>
- <http://www.nanoopto.com/>
- <http://www.nanodynamics.com/>
- <http://www.cnanotech.com/>