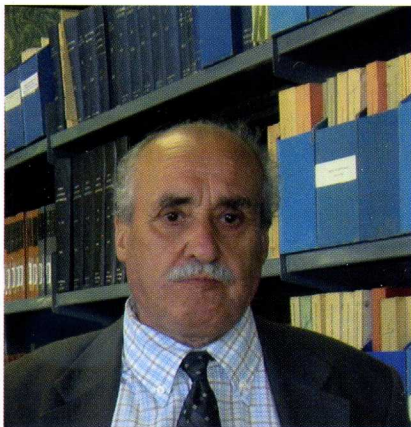


NANOTECNOLOGIA, NANOCIENCIA Y NANOMEDICINA

Prof. Dr. Hugo Díaz Oyarzún



1. INTRODUCCION

Prolegómenos

La primera etapa de la introducción debe partir por explicar por qué el prefijo “Nano”. Para ello es necesario recordar que “Nano” corresponde a un prefijo griego que significa mil millones. Por lo tanto, una mil millonésima parte de un metro, es la unidad que se usa en la Nanotecnología y exponencialmente se escribe como 10^{-9} m. Ahora, para corresponder al término de Nanotecnología los trabajos deben realizarse como máximo a 100 nanómetros, puesto que desde tal medida aparecen nuevas propiedades de la materia. La Nanotecnología trabaja al nivel de moléculas y átomos.

Se usa también para referirse a una millonésima de milímetro, es decir, 10^{-6} mm., pero este uso aunque cómodo y accesible olvida el prefijo “Nano”. Pero no hay duda que permite comprender mejor el verdadero tenor de los nanómetros.

Todos estos conocimientos y

definiciones han permitido que una inmensa mayoría de científicos cataloguen a la Nanotecnología como la Ciencia del Siglo XXI. Y también para muchos se trata de la Tercera Revolución Industrial de la Humanidad.

Definiciones

Se titula en plural porque aún no hay unidad de criterio para aceptar una sola definición.

He aquí algunas:

1.2.1. Nanotecnología es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nivel de nanoescala; como así mismo la explotación y propiedades a nivel nanométrico.

1.2.2. El desarrollo y la aplicación práctica de estructuras y sistemas a nivel nanométrico, especialmente entre 1 e 100 nanómetros.

1.2.3. Se entiende por Nanotecnología la disciplina que se preocupa de la fabricación de máquinas muy pequeñas capaces de replicarse a sí mismas y a través de órdenes muy precisas, replicar otros materiales.

Tendencias en el uso de los términos Nanotecnología, Nanociencia y Nanomedicina

En el quehacer científico de hoy, y expresado de manera muy general, se entiende por Ciencia la búsqueda de conocimientos por intermedio de la investigación científica en

todas sus expresiones.

Por tecnología la búsqueda de caminos para alcanzar la aplicación práctica de los conocimientos obtenidos por la Ciencia.

Por Técnica el uso de métodos para aplicar en la práctica diaria los avances de la tecnología.

Hoy existe, me atrevería a decir, una clara tendencia para adecuar estos conceptos al campo de la Nanotecnología. En ese sentido por lo menos podríamos distinguir dos grandes campos: Nanotecnología y Nanociencia.

Su desarrollo lo veremos en el capítulo correspondiente.

2. HISTORIA

Sin duda el padre de la Nanotecnología es el científico estadounidense Richard Feynman, Premio Nobel de Física, que en una conferencia científica expresó: “A mi modo de ver, los principios de la Física no se pronuncian en contra de la posibilidad de maniobrar las cosas átomo por átomo”. Y también agregó, “A nivel de lo atómico, muchas cosas nuevas pueden suceder. Si nos decidimos a comenzar a jugar con los átomos, estaremos sometidos a leyes diferentes, y podremos hacer cosas diferentes”.

En el campo de la tecnología teórica, es decir, en la aplicación de estas ideas figura el Doctor Eric Drexler, quien cree que las fábricas moleculares son capaces

de producir cualquier material en base al trabajo nanotecnológico, y además pueden ser controlados con precisión.

Drexler en su primer libro escrito para ayudar en estas tesis dice, "Carbón y diamantes, arenas y procesadores de computación, cáncer y tejido sano, a través de la historia de las variaciones en el orden de los átomos, han diferenciado **lo barato de lo caro y lo sano de lo enfermo**. Cuando están ordenados de una manera los átomos forman el suelo, el aire y el agua; si los colocamos de otra manera obtendremos una fresa madura".

Pero quien introduce el término de Nanotecnología es el investigador japonés Norio Taniguchi en el año 1974.

En el año 1981, hace su presencia en el campo de la investigación científica el microscopio del túnel barrido, llamado también de Fuerza Atómica que permite la manipulación de átomos individuales.

Cuando Drexler presenta sus primeras teorías sobre la Nanotecnología, en Estados Unidos, las ideas despiertan poco interés y muchos dijeron "Debiéramos pensarlas en 25 años más".

Hoy día, me atrevo a decir que todos debiéramos estar siempre atentos para entrar en la cadena de la Ciencia del Siglo XXI y que es considerada una nueva Revolución Industrial en la Historia de la Humanidad.

3. HITOS BASICOS RELEVANTES DE LA NANOTECNOLOGIA

3.1.1. Fullerenos

Hasta 1985, el año en que se descubren los fullerenos, se cono-

cían sólo dos formas estables de carbono, el diamante y el grafito, ahora el fullereno aparece como la tercera forma estable de carbono. Tales compuestos muestran formas elipsoides y cilíndricas, estos últimos son los llamados nanotubos.

Nanotubos

Se entiende por nanotubos una sustancia integrada por fullerenos polimerizados, en la cual los átomos de carbono a partir de un determinado punto se enlazan.

Los nanotubos están formados de una o varias láminas de grafito u otro material enrollado sobre si mismo. Existen nanotubos de una o de múltiples nanocapas.

3.2.1. Nanotubos de carbono y nanohilos de carbono

Los nanohilos de carbono son muy resistentes, más que el acero, y pueden transmitir electricidad con mayor eficiencia y rapidez que el cobre.

Se han observado nanohilos de carbono con una cadena unidimensional de átomos dispuestos helicoidalmente a través de un nanotubo de carbono.

Los nanohilos de carbono tendrían propiedades mecánicas muy interesantes; por ejemplo pueden ser usados como fibras ultra fuertes en los lanzaderos espaciales, o como cojinetes rotatorios libres de rozamiento.

El estudio de los nanotubos y los hilos de nanotubos de carbono están aún en una etapa inicial.

4. USOS DE LA NANOTECNOLOGIA

Aquí sólo se va a enumerar los temas que principalmente

mencionan diferentes investigadores para mostrar el gran futuro que la Nanotecnología tiene para la investigación y el bienestar del mundo:

- Producción, conversión y almacenamiento de energía
- Mejoramiento de la producción agrícola
- Tratamiento del agua
- Diagnóstico de enfermedades
- Sistema para la administración de medicamentos
- Polución y descontaminación del aire
- Construcciones
- Control de la salud
- Detención y control de pestes
- Procesamiento y almacenamiento de elementos
- Nueva generación de ordenadores
- Miniaturización de los dispositivos quirúrgicos
- Reemplazo del acero y el cobre
- Ensayar la posibilidad de contaminación 0 (cero), manipulando la materia átomo por átomo.

5. NANOMEDICINA

Nanomedicina es la ciencia que usa nanopartículas u otros elementos, pero siempre a escala nanométrica. Ello permitirá prevenir, diagnosticar y curar enfermedades. En este campo la Nanomedicina aparece muy ayudada por los avances de la Biología Molecular.

En 1986, Eric Drexler decía: "El enfermo, el anciano y el herido sufren una desorganización de sus átomos provocada por un virus, el paso del tiempo o un accidente cualquiera". Y agregaba, "En el futuro habrá aparatos capaces de reorganizar los átomos y colocarlos en su lugar". Se puede decir que hoy, después de 11 años,

la Nanomedicina es una realidad que avanza a pasos agigantados en el diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades.

Se enumerarán algunos aspectos:

5.1. Lucha contra el cáncer.

En Estados Unidos se ha puesto en marcha la "Alianza para la Nanotecnología en el Cáncer". Su tarea principal es detectar precozmente la enfermedad, especialmente con la creación de instrumentos a nivel nanométrico. Identificar y atacar en forma específica las células cancerígenas (Fig. 1).

5.2. Nuevas técnicas para administración de medicamentos.

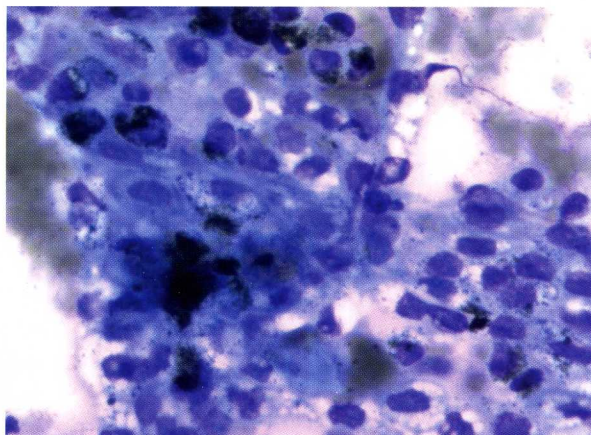
Tales técnicas ya se usan, se tratan de nanosistemas para la liberación de fármacos que actúan como transportadores de drogas a través del organismo, permitiendo una mayor estabilidad frente a la degradación, facilitando su difusión frente a las barreras biológicas, por lo tanto con un acceso más exacto a las células afectadas. Además reducen la acumulación de fármacos en las células sanas, disminuyendo los efectos tóxicos de las drogas antitumorales.

5.3. Lucha contra las enfermedades infecciosas

En este campo la Nanomedicina le está dando mayor importancia a la prevención por vacunas.

La doctora M. J. Alonso de la Universidad de Santiago de Compostela ha desarrollado vacunas con nanopartículas que se aplican como **gotas nasales** (Fig. 2). Se usan con efecto demostrativo la antitetánica y la antidiftérica.

Cerca de su obtención se encuentra una para luchar



(Fig. 1 Células melanoma).

contra la Hepatitis B. También se avanza en una vacuna contra el Ántrax.

5.4. Otras enfermedades

Desde Boston, la doctora Tejal Desai ha creado un dispositivo que puede ser inyectado en el torrente sanguíneo y actuar como **páncreas artificial**, liberando insulina. En el fondo, la técnica reside en encapsular en contenedores con nanoporos, células que producen insulina y que por su tamaño sólo pueden ser atravesadas por moléculas como el oxígeno, la glucosa y la insulina. Con este sistema se impide que las células productoras de insulina sean reconocidas como extrañas por los anticuerpos, por lo tanto, los poros permiten la liberación de insulina y la entrada de nutrientes.



Fig. 2 Nanopartículas que se aplican como gotas nasales

Por estos caminos se lucha con optimismo para ganar la batalla contra el Parkinson y el Alzheimer.

5.5. Nanomedicina y diagnósticos

Aquí se trata de llegar al diagnóstico molecular en forma precisa y hacer posible diagnosticar enfermedades genéticas, infecciosas, orgánicas e incluso alteraciones mínimas de las proteínas en forma muy precoz.

La creación de biochips que permiten la obtención de grandes cantidades de información gracias, a biochips a nanoescala. Ello permite medir:

- Abundante información genética, tanto del individuo como del agente patógeno.
- Permitirá elaborar vacunas.
- Medir la resistencia de cepas de la tuberculosis resistente a los antibióticos.
- Identificar mutaciones de genes causantes de enfermedades.
- Los nanohilos permiten detectar infecciones virales en sus primeros estados, cuando un sistema inmunológico es incapaz de actuar.
- Charles M. Leiber de la Universidad de Harvard dice que: "Todos estos avances podrían

introducirnos en una nueva era en materia de diagnósticos, seguridad biológica y respuestas a los brotes víricos".

Por otra parte, es necesario referirse a los nanorobots, aunque ellos están aún más lejanos, y que se tratan de máquinas moleculares para reparaciones que viajarán por el torrente sanguíneo con capacidad para actuar en el ADN (en busca de enfermedades genéticas), modificar proteínas e

incluso destruir células completas, en el caso de los tumores.

Con todo eso ese mañana no es tan mañana. Robert Freitas, en California, ha creado una especie de glóbulo rojo artificial bautizado como RESPIROCITO, este robot tiene una micra de diámetro e imita la acción de la hemoglobina natural, pero libera hasta 236 veces más oxígeno por unidad de volumen, si se le compara con el glóbulo rojo normal. Se pretende incorporar a estos respirocitos accesorios que permitan recibir señales acústicas ordenadas por el médico, quien utilizará un aparato transmisor de ultrasonidos para darles órdenes con el fin que modifique su comportamiento mientras está en el interior del paciente.

Freitas ha diseñado fagocitos mecánicos concebidos para destruir cualquier microbio en el torrente sanguíneo, podrían ser mil veces más rápidos que las defensas naturales.

6. ALGUNOS OTROS SUEÑOS CERCA DE LA REALIDAD

6.1. Nanotijeras

Investigadores de Japón han desarrollado tijeras a escala molecular que se abren y cierran en respuesta a la luz, es el primer manipulador mecánico molecular empleando la luz. Tiene sólo tres nanómetros de largo, por tanto puede administrar fármacos en las células, manipular genes y otras moléculas biológicas. Su autor es el doctor Tocuzo Aidá.

6.2. Dendrímeros

Son macromoléculas tridimensionales de construcción arborescente. También se les conoce como árboles moleculares. La primera síntesis de estos compuestos se obtuvo a mediados de los años 80. Estas partículas artificiales al

disponer de estructuras tridimensionales ramificadas se pueden diseñar a escala nanométrica con extraordinaria precisión. Cuentan con varios extremos libres lo que permite acoplar y transportar moléculas de diferente naturaleza, desde agentes terapéuticos hasta moléculas fluorescentes.

El investigador James Baker expresa que existen experiencias alentadoras para su uso.

6.3. Diagnóstico y tratamiento de tumores cerebrales infantiles

Nanoestructuras especiales muestran un potencial para diagnosticar y tratar el cáncer infantil que ocupa el tercer lugar de cáncer en los niños. Las informaciones han sido entregadas por el doctor Karen L. Wooley.

6.4. Nanoesporas para detectar secuencias de ADN

En el Birck Nanotechnology Center de la Universidad de Purdue se ha demostrado como con "canales de nanoesporas" se pueden detectar rápidamente y con precisión secuencias específicas de ADN, abriendo otro camino para su aplicación en el campo de la Medicina, el control Medioambiental y la Seguridad Nacional.

6.5 Métodos quirúrgicos modernos

Científicos de Estados Unidos y Japón, de las Universidades de Nueva York y Tokio, han demostrado cómo se podría entrar y llegar al cerebro por intermedio de una RED DE NANOCABLES de polímeros, inyectados en los vasos sanguíneos del cuello. Se ha conseguido la instalación en el cerebro de electrodos que pueden restaurar la vista y el oído. Los adelantos en este campo avanzan mucho y las informaciones sólo se conocen cuando los instrumentos y su funcionamiento están experimentados con controles que permiten aceptar su uso.

7. NANOTECNOLOGIA Y CIENCIA FICCION

Los divulgadores científicos indican que la Nanotecnología y sus expertos estaban hasta hace muy poco tiempo sólo en los libros de Ciencia Ficción, por eso se dice que por primera vez en el desarrollo de la Ciencia han estado a un nivel tangencial la Ciencia Ficción y la Ciencia. Ello sería otra gracia de la Nanotecnología sobretodo porque está abarcando todos los campos del conocimiento. Ello hace más necesaria y **hasta imperiosa una divulgación científica** amplia pero cuidadosamente manejada.

La Ciencia Ficción y también muchos científicos se inclinan a decir que mañana será simplemente NANO.

La empresa Zyvex, fundada en 1997 en Texas busca producir máquinas precursoras de ensamblajes y sus caminos son:

- Creación de dispositivos que puedan fabricar versiones muy pequeñas y ellas, a su vez, crearían más pequeñas aún.
- Creación de piezas que se puedan manipular y luego montar en tres dimensiones.
- Desacelerar una capa de átomos de una superficie, luego ponerlos en orden y después montar encima de ellos otra capa de átomos.

8. NO TODO ES COLOR DE ROSA

En el Centro de Bioética de la Universidad de Toronto publicaron en la Revista Nanotecnología, un artículo que advierte que aunque pequeño, existe un sector que lleva el camino para convertir en un campo de batalla la relación entre la industria y la opinión pública con referencia a la Nanociencia y la Nanotecnología. Dicen "Ética y Ciencia están rumbo a la colisión así como se va pasando de la Ciencia

Ficción a la Realidad, empieza a aparecer un enfrentamiento similar al que se ha producido con los organismos genéticamente modificados". Agregar que para evitar estas situaciones es urgente una discusión pública sobre los beneficios y riesgos de la Nanotecnología.

Sin embargo, los problemas de la Moral Ética y Bioética con relación a la Ciencia y a los científicos son algo más complejos que la declaración de Bioética de la Universidad de Toronto.

Desde luego tenemos el ejemplo de Alfred Nobel que como consecuencia de la fabricación de la dinamita fundó una sociedad para distribuir los premios que llevan su nombre a diferentes especialistas que ayuden a la Paz, la Fraternidad y la Concordia. Lo que él fabricó para la Ciencia y la Técnica, el Hombre lo ocupó para la muerte y el exterminio.

Otro tanto acontece con Albert Einstein que después de sus estudios, vivió preocupado por el resto de su vida porque observaba que el Hombre podría aplicar la proyección del resultado de sus estudios en la guerra y la destrucción. Ahí están Hiroshima y Nagasaki.

En el caso de la Nanotecnología existe también preocupación por el posible uso inmoral e irresponsable

de algunos de sus productos, muy especialmente de aquellos capaces de replicarse, es decir, copiarse a sí mismos, y de este ángulo muchos científicos ven estas tecnologías dañinas y peligrosas. Sin embargo, ello depende del uso que le de el Hombre, si se utilizan para el desarrollo, el bienestar, la salud y la felicidad del Hombre sólo puede traer ventajas.

Por tanto, hay que tener presente que la responsabilidad de científicos y profesionales es simplemente mayúscula en el Mundo de hoy. Para ello creo que por lo menos tenemos las siguientes tareas:

- Absoluta independencia para entregar nuestra opinión sobre tales temas.

- Asegurar plena transparencia en relación a los fenómenos científicos, sin compromiso de ningún tipo, ni con los gobiernos, ni con las empresas.

- Hacer uso, con profundo respeto, de los principios éticos y bioéticos, sin embrollo de ninguna naturaleza. Y desde luego, sin consideraciones económicas, sociales, políticas ni religiosas. SOLO LA VERDAD CIENTÍFICA.

- Si el fenómeno o la verdad científica aún no son claros, ante la duda, abstente.

Cuando el doctor Fausto explicaba a Dios porqué había vendido su

alma a Mefistófeles dijo, entre otras cosas, lo hice porque constaté que ese órgano que les diste y ellos llaman cerebro, les ha servido para ser más animal que los animales.

Luchemos para evitar que nuestros cerebros sigan el camino de la animalidad y el crimen.

Tomemos con cariño y profundo respeto el quehacer de la Bioética. Sabemos que ella obliga a ser pragmáticos, pero ese pragmatismo debe caminar del lado de la Verdad Científica y estar siempre mucho más cerca de la naturaleza y la vida que del dinero y los negocios. Lindas las palabras del francés Jean Diderot cuando expresa que la axiología bioética tiene cuatro grandes enemigos: LA IGNORANCIA, EL DOGMA, LA MAGIA Y EL LUCRO. Defendámonos de ellas. Caminemos buscando el bienestar, la alegría y la felicidad del Hombre.

La Ciencia está abriendo puertas y ventanas muy grandes para buscar el bienestar, la felicidad y la alegría del Hombre. Defendamos a la Ciencia para que cumpla estos objetivos. Que el crimen, el terrorismo y la guerra no usen para sus fines los avances y los conocimientos de la Nanociencia y la Nanotecnología. Defendámosla con la valentía que exige la verdad. Defendámosla con la valentía que exige la ética.