

Nanomedicina

Dr. Constantino Cuetos Martínez^{1,2}

Dr. Fred Mórigan Ortiz^{2,3}

¹Profesor-Investigador Titular TC, ¹Coordinación de Investigación-Facultad de Medicina UAS

²Coordinación Universitaria Hospital Civil de Culiacán (CUHC), ³Director de la CUHC

Actualmente se considera una de las vertientes más prometedoras dentro de los nuevos avances tecnológicos; ya se puede aventurar una definición de la nanomedicina como una herramienta que podrá prevenir ó curar enfermedades al interior de la economía a nivel celular con fármacos, dispositivos e inclusive instrumentos moleculares y atómicos.

Para ubicarnos en este nuevo mundo que se abre a la mente, la nanotecnología es el acervo multidisciplinario del conocimiento humano que hace posible estudiar, diseñar, sintetizar y fabricar materiales, aparatos y sistemas funcionales a escala nanométrica (nm), o sea la millonésima parte de un milímetro; es decir que se puede manipular en forma individual átomos y moléculas para construir “máquinas” de tamaño molecular. Así como la información de las computadoras se procesa en su forma más básica como 1 y 0, la nanotecnología utiliza la materia en sus formas elementales: átomos y moléculas.⁽¹⁾

RESEÑA HISTÓRICA DE LA NANO-TECNOLOGÍA⁽²⁾

1856

Charles Babbage matemático Inglés inventó la máquina analítica para compilar tablas matemáticas, astronómicas y actuariales, mediante la concepción de programas almacenados mecánicamente, precursor de las bases teóricas de la computación actual, por lo que se le conoce como el “padre de la computación”.

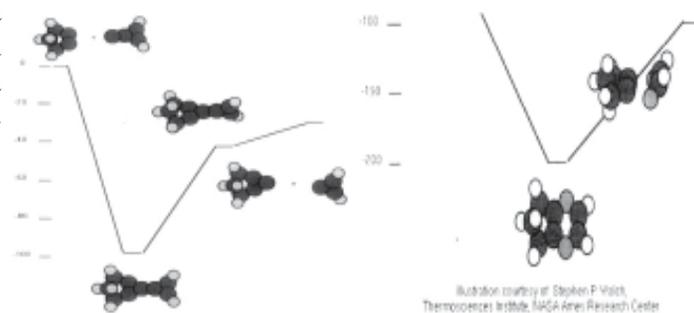
1940s

János von Neumann matemático y químico húngaro cuyas aportaciones científicas son parte

importante de las bases matemáticas de la actual mecánica cuántica, operadores lineales, diseño lógico-algebraico y la teoría ergódica y autómatas en la que correlaciona la unidad de medición de la computación (bit) con la forma elemental de la materia (átomo) [fragmento del teorema mínimax] y plantea la posibilidad de diseñar y construir micro-sistemas autoreplicantes con arquitectura kinemática.

1959

Richard P. Feynman físico estadounidense Premio Nóbel de Física establece las bases en su Teoría Analítica para la utilización de la materia átomo por átomo, siguiendo las leyes Físicas y Químicas.⁽³⁾



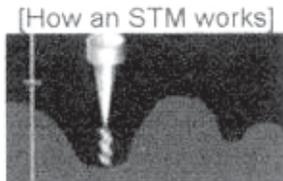
1969

Leo Esaki físico japonés Premio Nóbel de Física descubre la forma de construir moléculas semiconductoras a nivel nanoscópico conocidas como superlattices con las que actualmente es posible la fabricación de nanoestructuras.

1981

Gerd Karl Binning y Heinrich Rohrer Premios Nóbel de Física investigadores de IBM Zurich

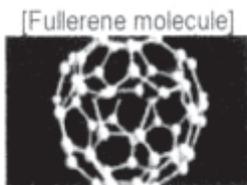
inventan el microscopio de túnel de barrido (STM) y 5 años después el de fuerza atómica (AFM) los que permiten visualizar y movilizar átomos individualmente.



Eric Drexler introduce el término “nanotecnología” y funda el Instituto Foresight (USA) para el desarrollo de esta tecnología en el que se comienza a trabajar en nanosistemas y nanomáquinas robóticas.⁽⁴⁾

1985

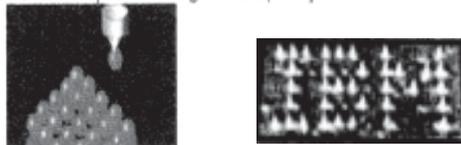
Los Profesores Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley de las Universidades de Heidelberg (ALEMANIA) y Rice (USA) obtienen el Premio Nóbel de Química por el descubrimiento de los Buckminsterfullerenes, también conocidos como buckyballs o fullerenes que son estructuras de 60 átomos de carbono en forma esférica, siendo éste el primer nanomaterial obtenido artificialmente.



1989

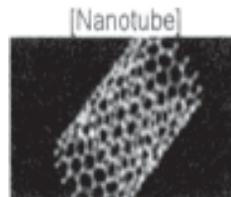
Don Eigler físico de IBM-Zurich mediante el empleo del microscopio STM logra escribir el logotipo de IBM reordenando 35 átomos de xenón.⁽⁵⁾

[An example of molecular manipulation using an STM probe]



1991

El Profesor Sumio Iijima de la Universidad Meiji e investigador de la corporación NEC en Japón, obtiene nanotubos de carbón, el cual es el segundo nanomaterial y junto con los buckyballs son de los elementos más utilizados hasta hoy en los diseños nanotecnológicos.



1997

Investigadores australianos consiguen construir el primer nanobiosensor cuyo componente principal es un canal iónico de 150 nanómetros.

1999

Chad Mirkin y Emma Morrison del centro de nanotecnología de la Universidad de Northwestern (USA) construyen el nanobolígrafo y el nanoplotter capaces de dibujar múltiples líneas de átomos de 15 nanómetros y 30 moléculas de diámetro con una precisión de 5 nanómetros; (el cabello humano tiene 10,000 nanómetros de grosor)

Investigadores de la Universidad de Cornell (USA) fabricaron Los primeros “nanocópteros” que son estructuras de 1000 nanómetros a los que se les han fusionado moléculas biológicas capaces de transformar el ATP en energía para mover las nanopropelas (8 rotaciones por segundo) actualmente sólo se han probado “in vitro”, el siguiente paso será introducirlos en células vivas y demostrar que pueden funcionar

El Gobierno de los Estados Unidos de América establece la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI) en la que se promueve el trabajo en equipo, entre los sectores del gobierno, la iniciativa privada y la comunidad académica; por la parte gubernamental participan: NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio), NIH (Institutos Nacionales de Salud), DOD y DOE (Departamentos de Defensa y Energía), NSF (Fundación Nacional para la Ciencia) y NIST (Institutos Nacionales de Tecnología); por la iniciativa privada participan 65 empresas dedicadas a la nanotecnología y por la comunidad académica 29 Universidades e Institutos; inició con un presupuesto de 497 millones de dólares y está considerada como área estratégica de investigación.

2002

El Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Japón, creó el Centro de Redes de Investigación en Nanotecnología con un presupuesto inicial de 3000 millones de yenes.

2003

Los Institutos Canadienses de Investigación en Salud (CIHR), El Consejo Nacional de Investigación de Canadá (NRC) y El Consejo para la Investigación en Tecnología y Ciencias Naturales de Canadá (NSERC) realizaron el Foro Internacional en Nanociencia para la actualización de los conocimientos y perspectivas de aplicación en la medicina de ésta nueva área del saber humano.

2004

Se llevaron a cabo 4 congresos internacionales en la Unión Europea (París, Roma y Londres) sobre nanotecnología de punta, sus aplicaciones en la medicina y la industria y las perspectivas de los grupos europeos.

2005

Del 22 al 27 de octubre se realizó en San Francisco (USA) las conferencias Foresight para la actualización de ésta tecnología de punta, así como de los beneficios, aplicación inmediata y mediata, su comercialización y riesgos potenciales para la humanidad; con la participación de más de 90 expositores, ante la asistencia de políticos, académicos y empresarios de todo el mundo.

En octubre (17 a 19) se llevó a cabo en Washington D.C. la 4ª. Reunión Nacional de Investigación para la Biodefensa Federal, cuyo objetivo principal fue la aplicación de la nanotecnología en el diagnóstico, detección, terapéutica, potencial inmunológico y genético y acciones anti-bioterroristas; con la participación de todas las agencias gubernamentales, 88 Universidades y más de 69 empresas biotecnológicas privadas.

Se realizaron 6 congresos y foros internacionales en la Unión Europea (España, Irlanda, Países Bajos y Escocia) sobre los avances nanotecnológicos de los grupos europeos, su comercialización y su impacto en el mejoramiento de la salud de la ciudadanía europea para el año 2010

2006

Los presupuestos gubernamentales previstos para la investigación y el desarrollo en nanotecnología son: Estados Unidos 2500 millones de dólares, Unión Europea 6000 millones de euros, Japón 11000 millones de Yenes.

Al leer la reseña antes mencionada, nos percatamos de que la nanotecnología (por increíble

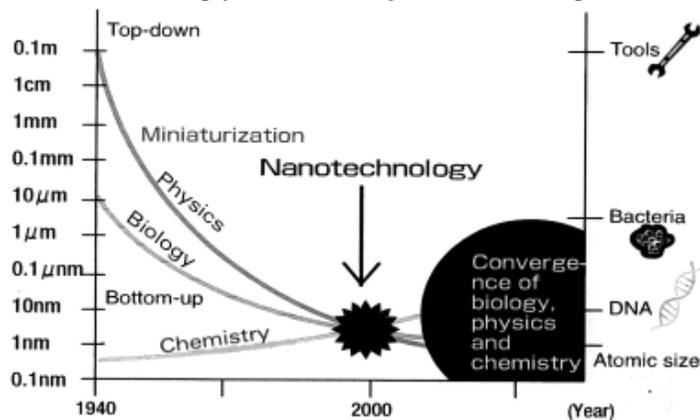
que parezca) tiene bases físicas, químicas y biológicas sólidas, de otra forma no se invertirían las cuantiosas sumas que se destinan a su desarrollo.

Estas nuevas tecnologías, tiene entre otras características, la posibilidad de ayudar a solucionar los problemas de salud que están surgiendo en la actualidad como consecuencia del deterioro ambiental, las enfermedades emergentes, la sobrepoblación focalizada y el envejecimiento de los humanos a nivel mundial, lo que implica saturación y altos costos en la medicación y los cuidados hospitalarios.

Para tener una idea del nivel de complejidad de la materia y de las dimensiones que se utilizan en el mundo nanoscópico (Tabla 1), se muestran los siguientes ejemplos:

- Linfocito*: 15 a 60 micras = 15,000 a 60,000 nanómetros (nm)
- Eritrocito*: 7 micras = 7,000 nm
- Bacteria*: 1 a 10 micras = 1,000 a 10,000 nm
- Moléculas internalizadas por las células*: hasta 100 nm
- Virus*: 75-100 nm
- Proteína*: 5 a 70 nm
- Grosor de 1 banda de ADN*: 2 nm
- Átomo*: 0.1 nm
- Materiales empleados en nanotecnología:
 - Nanopartículas*: 1 a 100 nm
 - Dendrimeros (polímeros) y nanotubos*: 10 nm
 - “Gotas cuánticas” (átomos diferencialmente energizados)*: 8 nm
 - Buckyballs o Fullerenes (60 átomos de carbono)*: 1 nm

Tabla 1. Complejidad de la Materia y Dimensión Nanoscópica



Como se puede apreciar, las dimensiones de los nanomateriales son similares a las de los componentes y estructuras biológicas, por ejemplo: las “gotas cuánticas” pueden ser del mismo tamaño de las proteínas pequeñas; las nanoestructuras capaces de transportar fármacos de la magnitud de los virus.

Debido a la similitud dimensional y a las propiedades funcionales que se obtienen de la materia a escala atómica como son: mayor fuerza, ligereza, conductividad eléctrica y superparamagnética, emisiones ópticas, porosidad, aislamiento térmico y menor corrosión; hacen de estos nanomateriales la progresión “natural” en ciertas áreas de la investigación biomédica como el diseño y elaboración de nanodispositivos sintéticos y/o híbridos como biosensores y terapéuticos moleculares.⁽⁶⁾

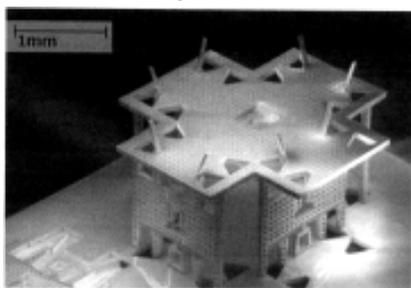
Una forma de caracterizar a la nanotecnología es dividiéndola en “herramientas”, “materiales”, “dispositivos” y “moléculas-máquinas inteligentes”.

Entre las herramientas más utilizadas en la actualidad, figuran los microscopios de túnel de barrido y el de fuerza atómica, el “lápiz” de punta de un sólo átomo de carbono, manipuladores, chips y programas computacionales para trabajar a escala nanométrica.

En cuanto a materiales se refiere, se trabaja con partículas, estructuras cristalinas, superlátices, dendrímeros, gotas cuánticas, nanotubos y fullerenes.

Los dispositivos experimentales están enfocados hoy en día a la puesta a punto de biosensores, transportadores de fármacos y moléculas que intervienen en el metabolismo y en la información genética.^(7,8)

En el fascinante y controversial campo de las “moléculas y máquinas inteligentes”, se están construyendo sistemas nanoelectromecánicos, nanoidentificadores y nanotranslocadores de secuencias génicas; así como nanorobots o nanobots que contienen biosensores capaces de identificar antígenos virales y bacterianos, sustancias contaminantes y nanochips con capacidad de transmitir señales convertibles en imágenes, transportadores de moléculas farmacológicas pre y bioactivas con selectividad programada para determinadas estirpes celulares e intercambiadores de metabolitos. De igual forma, se está trabajando en el diseño de nanoinstrumental quirúrgico y miniaturización de la cirugía robótica.^(9,10,11) (ver zyvex.com)



4-connector NanoLock™ structure created using Zyvex's MechTile™ assembly process (patent-pending alignment technology).

A continuación se hace referencia de los productos y aplicaciones que actualmente se comienzan a utilizar en la industria, como se muestra en las siguientes figuras:



Figure 3 Chart shows some current and potential applications for Zyvex NanoSolve™ Additives.

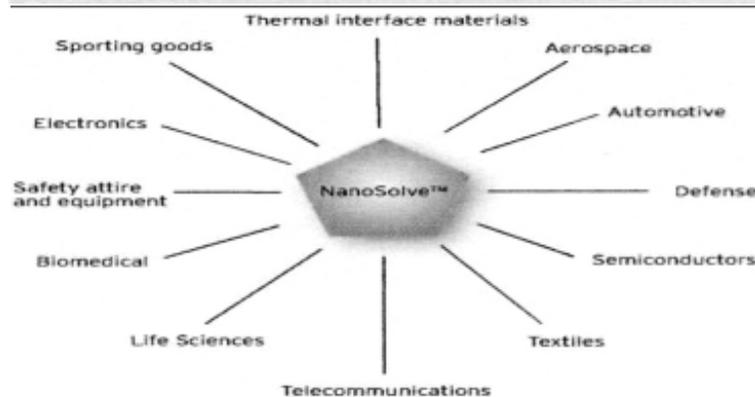


Figure 4 Chart shows some current and potential markets for Zyvex NanoSolve™ Additives.

Una de las grandes ventajas, es que se pueden adquirir nanomateriales en polvo o en dispersiones líquidas y combinarse con otros elementos para mejorar la funcionalidad de los ya existentes.

Entre las líneas de Investigación Biomédica más promisorias y que en la actualidad están siendo fuertemente apoyadas por los 3 niveles (gubernamental, empresas privadas y universidades) se encuentran:

Nanomedicine Taxonomy

Biopharmaceutics

- Drug Delivery
 - Drug Encapsulation
 - Functional Drug Carriers
- Drug Discovery

Implantable Materials

- Tissue Repair and Replacement
 - Implant Coatings
 - Tissue Regeneration Scaffolds
- Structural Implant Materials
- Bone Repair
- Bioreabsorbable Materials
- Smart Materials

Implantable Devices

- Assessment and Treatment Devices
 - Implantable Sensors
 - Implantable Medical Devices

Sensory Aids

- Retina Implants
- Cochlear Implants

Surgical Aids

- Operating Tools
 - Smart Instruments
 - Surgical Robots

Diagnostic Tools

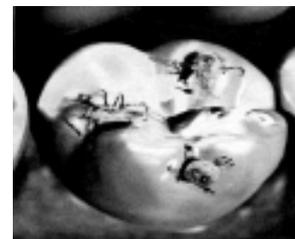
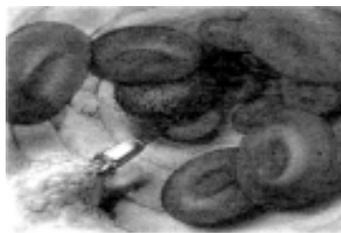
- Genetic Testing
 - Ultra-sensitive Labeling and Detection Technologies
 - High Throughput Arrays and Multiple Analyses

Imaging

- Nanoparticle Labels
- Imaging Devices

Understanding Basic Life Processes

Debido a la fortísima competencia entre las empresas, las agencias gubernamentales y las universidades por razones obvias (patentes), las características técnicas y de elaboración no están disponibles al público; por lo que solamente se hará referencia a las que se ha podido tener acceso (*ver direcciones electrónicas*).



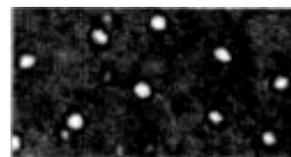
IMPLANTES Y REPARACIÓN ÓSEA

La nanocerámica, pasta moldeable compuesta por apatita de calcio y fosfato (CPA) e hidroxiapatita (HAP) y polimetilmetacrilato (PMMA) forma una estructura nanocristalina de 50 nm que se amolda e interdigita con el hueso. Actualmente, ha sido 100% biocompatible en animales experimentales.

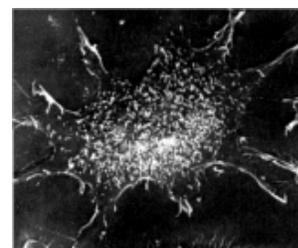
En otro orden de ideas, se han recubierto fullerenes con átomos de oro, introducido en cultivos de células cancerosas, y una vez en el interior de las células neoplásicas sometidos a microcampos magnéticos alternantes los cuales elevan la temperatura de los átomos de oro y estallan las células, sin dañar a las células vecinas.⁽¹²⁾

BIOSENSORES

Hasta el momento se han diseñado dendrómeros con nanochips y biomoléculas integradas para la detección de diversos agentes físicos y químicos contaminantes, así como para la detección de antígenos virales y bacterianos. Biosensores más elaborados incluyen dispositivos de polietilenglicol con moléculas fluorescentes que se administran de manera intradérmica para el monitoreo de la glucosa, una vez en el líquido intersticial, al detectar niveles altos de glucosa, ésta desplaza las moléculas fluorescentes y provoca la emisión de señales que son captadas desde el exterior del cuerpo.



gold clusters



Otros dispositivos en experimentación incluyen detectores de muerte celular por la ausencia de flujo de iones de sodio, potasio y calcio; monitorización de la actividad cardiaca con nanoprocesadores eléctricos incluidos y detección de radiaciones ionizantes con sensores señalizados por barrido láser.

De forma conjunta; la NASA, el MIT y las Universidades de Pensilvania y Minesota están trabajando en el diseño y elaboración de “células artificiales” con nanopolímeros o polimerosomas similares a membranas celulares; un polímero es una cadena de moléculas que se han entrelazado formando estructuras con propiedades diferentes a las de sus moléculas individuales, la celulosa en los vegetales y la lana en las ovejas son ejemplos de polímeros naturales.



Image #137
Sensor Closeup

CIRUGÍA ROBÓTICA

Así mismo, los nanoprocesadores de información contenidos en microcápsulas que son introducidas en los organismos experimentales con capacidad de enviar imágenes y los microsensores de actividad microbiana.

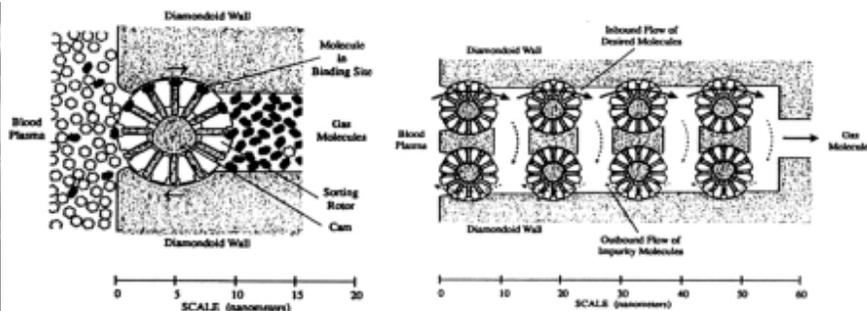
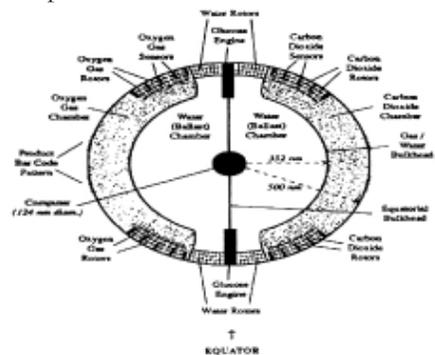
En la actualidad se han desarrollado sistemas quirúrgicos robóticos para proporcionar control de movimientos con precisión micrométrica y cirugía invasiva mínima: mediante programas computarizados, 2 brazos robóticos operantes y un tercer brazo equipado con una microcámara que proyecta imágenes 3D amplificadas; se están realizando ensayos clínicos en cirugía de vejiga, próstata, colon y procedimientos de bypass esofágico, gástrico y coronario, así como cirugía microvascular cerebral con los sistemas da Vinci y Zeus.



Tres de los proyectos nanotecnológicos más impactantes hoy día, además de los mencionados, por su posible aplicación comercial en poco tiempo y por la trascendencia que implica; son los “eritrocitos artificiales” o respirocitos, la utilización de partículas atómicas para la modificación del genoma y la crónica.

La Organización Mundial de la Salud y las Instituciones de Salud Pública gubernamentales en el ámbito internacional están de acuerdo, de manera unánime, en la situación precaria que existe en cuanto al abasto de donación de sangre, actualmente se estima que para cubrir las necesidades diarias de la humanidad se ocupan alrededor de 880 millones de unidades de sangre para satisfacer las demandas quirúrgicas y las de aproximadamente 140 millones de pacientes anémicos y con padecimientos crónicos, sin contar las producidas por desastres naturales y conflictos armados.

Con este panorama, y desde hace 8 décadas se ha trabajado en diferentes formulaciones sustituyentes; en éste sentido la nanotecnología propone una nanoestructura de nanomaterial diamantoido o de nanozafiro esférica (buckyballs) con nanosensores y nanoprogramas integrados inmunológicamente inertes de 1 micra de diámetro cuyas características esenciales son la capacidad de intercambiar CO² por O² y utilizar ATP del organismo para su funcionamiento monitorizados desde el exterior del organismo. Actualmente está en fase experimental.



El segundo proyecto se refiere a la posibilidad de manipular y modificar el genoma a escala atómica, tomando como base la idea de que en los seres vivos las macromoléculas, sistemas metabólicos-energéticos y de información genética contenida en las células, se autoensamblan, autorregulan y autorepican; del mismo modo se podrían sustituir secuencias génicas alteradas que producen genes defectuosos, sin la necesidad de cambiar el gen completo; en este orden de ideas, se han producido estructuras de ADN muy diferentes a las naturales, hasta el momento permanecen como biopolímeros estables y han sido capaces de unirlas de manera complementaria a las moléculas de ADN normales mediante enzimas nucleares como ADN ligasas y endonucleasas de restricción.⁽¹³⁾ El siguiente paso es demostrar su funcionalidad en las células vivas.



Figure 7. A DNA Molecule with the Connectivity of a Cube

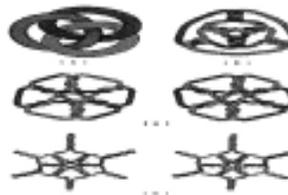


Figure 8. The Design and Construction of Borromean Rings from DNA

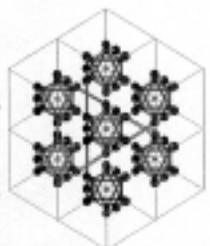


Figure 9. Microscopic view of a Three-Dimensional genetic structure assembled from multiple DNA scaffolds.

El tercer proyecto consiste en la aplicación de la nanotecnología para hacer posible la “conservación” de la “vida” de los organismos (incluido el ser humano) mediante procedimientos

moleculares conocidos como Cryónica, esta nueva tecnología considera la posibilidad de preservar la vida de una persona que actualmente padece una enfermedad incurable y terminal, mediante tecnologías de vitrificación (ultracongelación sin formación de hielo) sustituyendo molecularmente el H₂O por crioprotectores como el glicerol tratado por nanotecnología antes de que las funciones fisiológicas cesen de forma irreversible, para su posterior descongelamiento cuando se haya encontrado la cura de su enfermedad. Los experimentos realizados en células, tejidos y órganos han demostrado su factibilidad, en la actualidad se llevan a cabo protocolos en animales para revertir los procesos y desde 1985 se han ultracongelado por este sistema más de 100 personas. (ver alcor.org)



A bank of heart-lung machine roller pumps (below) circulate cryoprotectant solution into the patient in gradually increasing concentration. A computer system (above) monitors and collects temperature, pressure, and cryoprotectant concentration data during this four hour procedure

*LA PREGUNTA NO ES HASTA DONDE
PODEMOS LLEGAR, SINO HASTA DONDE
DEBEMOS LLEGAR*

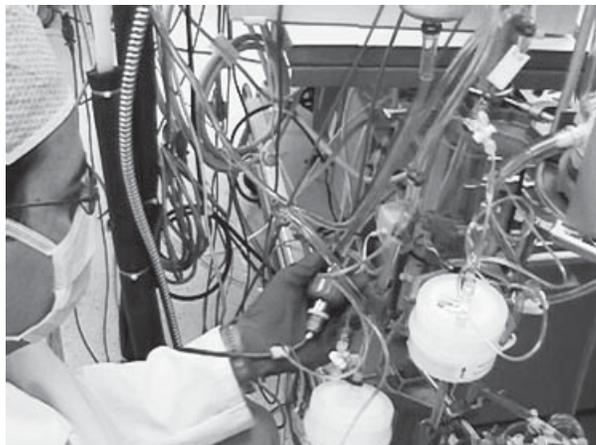
*HASTA DONDE LLEGARÁ LA CIENCIA
QUE LA MUERTE NO LA PUEDA
ALCANZAR*



The operating room at Alcor's Scottsdale, Arizona, facility.



The patient is now transferred from the operating room to the cooldown facility, where cooling to -130°C takes place under computer control. The result of this process is "vitrification" (solidification without freezing).



A technician prepares the cryoprotectant solution perfusion circuit. The wires behind the plastic tubing are used for electronic monitoring and data collection



Containers are finally immersed in liquid nitrogen at a temperature of -196°C for long-term care.

- 1.-Freitas Jr.RA. What is nanomedicine?. *Nanomed* march 2005;1,iss1:2-9
- 2.-Understanding nanotechnology. 2002 *Sci.Am*.eds. Dec.
- 3.-Feynman,RP. There's plenty of room at the bottom, *Caltech Engineering and Science*, feb1960; 22-36
- 4.-Drexler EK. Molecular engineering: An approach to the development of general capabilities for molecular manipulation. *Proc Natl Acad Sci USA*1981;78,9:5275-8
- 5.-Eigler DM and Schweiser EK. Positioning single atoms with a scanning tunnelling microscope. *Nature*. 1990; 344: 524-6
- 6.-Gordon,N and Sagman,U Canadian Institutes of Health Research & Canadian NanoBusiness Alliance; feb2003: 1-28
- 7.-Hughes GA. Nanostructure-mediated drug delivery. *Nanomed* march 2005;1,iss1:22-30
- 8.-Xie Y, Xu B, Gao Y. Controlled transdermal delivery of model drug compounds by MEMS microneedle array. *Nanomed* june 2005; 1,iss2: 184-90
- 9.-Klafter,RD. Chmielewski, TA and Negin M. Robotic engineering: an integrated approach, 1999; Prentice Hall ed.
- 10.-Fitzgerald,JM and Lewis, FL. Evaluating the stewart platform 1998 *Robotics today* 6:1-3
- 11.-Li G. Xi N. Wang DH. In situ sensing and manipulation of molecules in biological samples using a nanorobotic system. *Nanomed* march 2005; 1,iss1:31-40
- 12.-Kawasaki ES, Player A. Nanotechnology, nanomedicine, and the development of new, effective therapies for cancer. *Nanomed* june 2005; 1,iss2: 101-9
- 13.-Yeh,HC. Ho YP. Wang TH. Quantum dot-mediated biosensing assays for specific nucleic acid detection. *Nanomed* june 2005; 1,iss2: 115-21

Direcciones electrónicas:

Adam Arkin	UC Berkeley	http://genomics.lbl.gov
Dan Branton	Harvard	http://mcb.harvard.edu
Julio Fernández	Mayo Clinic	http://www.mayo.edu
Elias Greenbaum	Oak Ridge Natl Lab	http://www.bio.ornl.gov
Angela Belcher	MIT	http://dmse.mit.edu
Deepak Srivastava	NASA Ames	http://people.nas.nasa.gov
Erik Winfree	Cal Inst Tech	http://dna.caltech.edu
Eugene Cooper	Elan	http://www.elan.com
Mehmet Toner	Mass Gen Hosp	http://www.shrinershq.org
Harold Craighead	Cornell	http://www.cornell.edu
Michael Heller	Nanogen	http://www.nanogen.com
Bala S. Manian	Quantum Dots	http://www.qdots.com
David Rakestraw	Eksigent	http://www.scvacs.org
John Sninsky	Roche Mol Sys	http://www.roche.com
Robert Freitas	Zyvex	http://zyvex.com
Ralph C. Merkle	Alcor	http://www.alcor.org

<http://nih.gov/nanomedicine>

Microcápsula Médica

CATARATAS. LOS BETACAROTENOS SÓLO SIRVEN EN FUMADORES

Los suplementos de betacarotenos parecen disminuir el riesgo de cataratas en pacientes fumadores, mientras no sirven para proteger, ni perjudican al resto de los pacientes, según se demuestra en un estudio realizado entre médicos americanos y publicado en la revista 'Archives of Ophthalmology'.

Se considera que los procesos oxidativos contribuyen al desarrollo de las cataratas que aparecen con la edad, por lo que es interesante conocer si el consumo de antioxidantes puede servir para reducir el riesgo de esta patología. Los estudios en los laboratorios apoyan esta hipótesis puesto que se ha demostrado un retraso en la aparición de cataratas cuando se usan betacarotenos en animales.

Este estudio incluyó a 20.968 médicos varones de entre 40 y 84 años, que no presentaban cataratas en el momento del inicio del estudio y que fueron divididos entre un tratamiento con betacarotenos (50 mg en días alternos) o placebo durante 12 años. Al inicio de este estudio los pacientes también habían sido asignados a recibir aspirina o placebo, pero la parte del estudio relacionada con la antiagregación fue suspendida cuando se demostró que la prevención primaria con aspirina reducía significativamente el riesgo de evento coronario.

Los pacientes continuaron tomando betacarotenos o placebo una vez suspendida esta parte del estudio. Uno de los objetivos del estudio era valorar la aparición de cataratas relacionadas con la edad y definidas como la opacidad de la lente que condicionaba una reducción de la visión del 20/30 o mayor.

No se demostraron diferencias en la incidencia de cataratas en los pacientes que tomaban betacarotenos y en los que tomaban pastillas inocuas (placebo) o en los que necesitaban intervención quirúrgica por cataratas. En los análisis de subgrupos se demostró que entre los fumadores el consumo de betacarotenos sí reducía el riesgo de cataratas en relación con los pacientes que tomaban placebo, mientras que en los no fumadores no había diferencias. Esta reducción también se demostró en la tasa de extracción de cataratas, que fue menor en los fumadores que tomaban antioxidantes, comparados con los fumadores que no tomaban.

Parece que el efecto protector de los betacarotenos en el desarrollo de cataratas se limita a los pacientes fumadores, sujetos que tienen un riesgo superior a la población normal de desarrollar cataratas con la edad, pudiendo contrarrestar este exceso de riesgo el consumo de sustancias antioxidantes. Para el resto de la población el consumo de estas sustancias ni beneficia ni perjudica en relación con el desarrollo de cataratas

fuelle: www.mundosalud.com