

# El arte de lo invisible. Logros, beneficios sociales y desafíos de la nanotecnología

---

## Introducción

Conforme avanzan los días es claro para la sociedad que la nanotecnología tiene y tendrá un papel determinante en el avance de nuestra sociedad y será punta del desarrollo tecnológico y científico, con múltiples aplicaciones en diferentes áreas.

La nanotecnología quizá un día llegue a ser parte central de la educación en sus niveles básicos y empieza a abarcar espacios de difusión en los que la sociedad tenga pleno conocimiento de su uso y ventajas. Los países que se den cuenta de las ventajas de usar nanotecnología en sus procesos productivos y educativos e inviertan en ellos, serán quienes lideren el desarrollo mundial.

Como sociedad estamos dando un giro de lo grande a lo pequeño, las grandes estructuras, edificios, vías de comunicación, teníamos ese concepto de que mientras más grande, mejor. Hoy debido al aumento de las tecnologías de información que exigen una gran cantidad de almacenamiento nos empujan a lo pequeño, a lo micro y a lo nano, con esta perspectiva se presenta este artículo.

## El concepto de nanotecnología

La nanotecnología es el estudio y la manipulación de la materia en escala muy pequeña, un rango entre 1 y 100 nanómetros. Mil millones de nanómetros hacen un metro. (Meridian Institute, 2005)

La nanotecnología –termino antepuesto por el sufijo nano, que proviene del griego y significa diminuto– consiste en manipular materiales a niveles atómicos y moleculares para crear nuevas estructuras moleculares conocidas como “nano materiales”, las cuales poseen características únicas y nuevas diferentes a las de los materiales originales de los que se derivan. Estos materiales pertenecen a varias clases que varían entre si en numerosas características básicas como la persistencia, reactividad y comportamiento en los sistemas biológicos, a tal punto que se hace imposible formular generalizaciones sobre sus propiedades. (Molins, 2008)

La nanotecnología es un nuevo planteamiento centrado en la comprensión y el dominio de las propiedades de la materia a escala nanométrica: un nanómetro (la mil millonésima parte de un metro) viene a ser la longitud de una pequeña molécula. A esta escala, la materia ofrece propiedades diferentes y, muchas veces, sorprendentes, de tal manera que las fronteras entre las disciplinas científicas y técnicas establecidas a menudo se difuminan. (Tecnologías Industriales, 2004)

El termino nanotecnología lo empleo por primera vez, en el año 1974, el Ingeniero japonés Norio Taniguchi para definir la tecnología de producción a la escala del nanómetro.

Si bien fue la primera vez que se utilizó el término, no se generalizó su uso hasta que fuera consagrado por Eric Drexler, otro de los personajes claves en la historia nano, casi veinte años después en su libro titulado “Maquinas de reacción”.

Nano Del lat. *nanus* 'enano'.

1. elem:

compos. Significa 'una milmillonésima ( $10^{-9}$ ) parte'. Con nombres de unidades de medida, forma el submúltiplo correspondiente. (Símb. n) (Word Reference, 2016)

Se conoce a la tecnología como un producto de la ciencia y la ingeniería que envuelve un conjunto de instrumentos, métodos, y técnicas que se encargan de la resolución del conflicto. (Significados, 2016)

Como se observa en las definiciones la nanotecnología no es se refiere a un campo en específico, sino que al ser algo siempre referido a lo tecnológico implica varias disciplinas que pueden ir de lo biológico, lo médico, las telecomunicaciones y muchas áreas en las que las implicaciones de lo nano se abren paso.

## Escala nanométrica

(luratia.com, 2016)

SCALE OF NUMBERS LARGE AND SMALL			
Prefix	Numerical Expression	Name	$10^n$
yotta	1000000000000000000000000	septillion	$10^{24}$
zetta	100000000000000000000000	sextillion	$10^{21}$
exa	100000000000000000000000	quintillion	$10^{18}$
peta	10000000000000000000000	quadrillion	$10^{15}$
tera	1000000000000000000000	trillion	$10^{12}$
giga	1000000000	billion	$10^9$
mega	1000000	million	$10^6$
kilo	1000	thousand	$10^3$
hecto	100	hundred	$10^2$
deca	10	ten	$10^1$
	1	one	$10^0$
deci	0.1	tenth	$10^{-1}$
centi	0.01	hundredth	$10^{-2}$
milli	0.001	thousandth	$10^{-3}$
micro	0.000001	millionth	$10^{-6}$
<b>nano</b>	<b>0.000000001</b>	<b>billionth</b>	<b><math>10^{-9}</math></b>
pico	0.0000000000001	trillionth	$10^{-12}$
femto	0.0000000000000001	quadrillionth	$10^{-15}$
atto	0.0000000000000000001	quintillionth	$10^{-18}$
zepto	0.0000000000000000000001	sextillionth	$10^{-21}$
yocto	0.000000000000000000000001	septillionth	$10^{-24}$

En la escala anterior se puede observar que lo “nano” es una mil millonésima parte de un metro. Medida que se utiliza en el concepto nanotecnología mismo que implica la manipulación de objetos en ese tamaño..

## Cronología de la Nanotecnología

(Euroresidentes, 2015)

### Historia cronológica de la Nanotecnología -

Fecha	Acontecimiento
1936	<b>Erwin Müller</b> , en Siemens, inventó el microscopio de emisión de campo, que hizo posible la consecución de <b>imágenes</b> cercanas a <b>resolución atómica</b> de los materiales.
Los años 40	<b>Von Neuman</b> estudia la posibilidad de crear <b>sistemas que se auto-reproducen</b> como una forma de reducir costes.
1956	Arthur von Hippel en el MIT acuña, entre otros conceptos, el término- " <b>ingeniería molecular</b> ".
1958	<b>Jack Kilby</b> de Texas Instruments diseña y construye el <b>primer circuito integrado</b> , por el que posteriormente recibiría el Premio Nobel en 2000.
1959	<b>Richard Feynmann</b> habla por primera vez en una conferencia sobre el futuro de la investigación científica: "A mi modo de ver, los principios de la Física no se pronuncian en contra de la posibilidad de <b>maniobrar las cosas átomo por átomo</b> ".
1966	Se realiza la película "Viaje alucinante" que cuenta la travesía de unos científicos a través del cuerpo humano. Los científicos reducen su tamaño al de una partícula y se introducen en el interior del cuerpo de un investigador para destruir el tumor que le está matando. Por primera vez en la historia, se considera esto como una verdadera posibilidad científica. La película es un gran éxito.
1974	<b>Norio Taniguchi</b> de la Universidad de Ciencias de Tokio <b>acuña el término nanotecnología</b> en el marco dimensional a escala atómica
1985	Se descubren los buckminsterfullerenes

<b>1989</b>	Se realiza la película "Cariño he encogido a los niños", una película que cuenta la historia de un científico que inventa una máquina que puede reducir el tamaño de las cosas utilizando láser.
<b>1996</b>	Sir <b>Harry Kroto</b> gana el Premio Nobel por haber descubierto <b>fullerenes</b>
<b>1997</b>	Se fabrica la guitarra más pequeña del mundo. Tiene el tamaño aproximadamente de una célula roja de sangre.
<b>1998</b>	Se logra convertir a un <a href="#">nanotubo de carbón</a> en un nanolapiz que se puede utilizar para escribir
<b>1999-2000</b>	Los <b>productos de consumo que hacen uso de la nanotecnología comienzan a aparecer en el mercado</b> : parachoques para automóviles que se resisten a las abolladuras y rallados, pelotas de golf que vuelan rectas, raquetas de tenis que son más rígidas, bates de béisbol con una mejor flexibilidad y "golpe", calcetines antibacterianos de nano-plata, protectores solares transparentes, ropa sin arrugas y resistente a las manchas, cosméticos terapéuticos de penetración profunda, revestimientos de vidrio resistente a los arañazos, baterías de más rápida recarga para herramientas eléctricas inalámbricas, y mejoras en las pantallas para televisores, teléfonos celulares y cámaras digitales
<b>2001</b>	James Gimzewski entra en el libro de récords Guinness por haber inventado la calculadora más pequeña del mundo.

#### Principales avances de investigación en nanotecnología y nanociencia en los últimos años

<b>2003</b>	Naomi Halas, Jennifer West, Rebeca Drezek, y Renata Pasqualin en la Universidad Rice desarrollan unas nanocápsulas de oro, que cuando son "sintonizadas" de tamaño para absorber la luz infrarroja cercana, sirven de plataforma para el descubrimiento integrado, diagnóstico y tratamiento del cáncer de mama sin biopsias invasivas, cirugía o radiación sistémica destructiva o quimioterapia.
<b>2006</b>	James Tour y sus colegas de la Universidad de Rice construyen un "coche" a nanoescala hecho de oligo (etinileno fenileno) con ejes alquínico y cuatro ruedas esféricas de fullereno C60 (buckyball). En respuesta a los aumentos en la temperatura, el nanocoche se movía sobre una superficie de oro como resultado de las ruedas - buckyball, como se mueve un coche convencional. A temperaturas superiores a 300 ° C se movía demasiado rápido para los químicos pudieran realizar un seguimiento del movimiento-
<b>2007</b>	Angela Belcher y sus colegas en el MIT construyen una batería de iones de litio con un tipo común de virus que no son dañinos para el ser humano, usando un procedimiento de bajo costo y benigno para el medio ambiente. Las baterías tienen la misma capacidad de energía y el rendimiento de energía como las baterías recargables con tecnología de última generación (coches

	híbridos, dispositivos electrónicos personales. etc.)
<b>2009</b>	Nadrian Seeman y varios colegas de la Universidad de Nueva York crean varios dispositivos a nanoescala con un montaje robótico de ADN. Se trata de un proceso de creación de estructuras de ADN 3D utilizando secuencias sintéticas de cristales de ADN que pueden ser programados para auto-ensamblarse utilizando "extremos pegajosos" y la colocación en un orden y orientación conjunto. Es un avance con potenciales aplicaciones en la Nanoelectrónica. Otra creación de Seeman (con colegas de la Universidad de Nanjing de China) es una "línea de montaje de ADN." Por este trabajo, Seeman compartió el Premio Kavli de Nanociencia en 2010.
<b>2010</b>	IBM utiliza una punta de silicio que mide sólo unos pocos nanómetros en su ápice (similar a las puntas utilizadas en microscopios de fuerza atómica) para cincelar el material de un sustrato y crear un mapa completo a nanoescala 3D del mundo -de un tamaño de una-milésima parte de un grano de sal y lo hizo en 2 minutos y 23 segundos. Esta actividad demuestra una metodología patrón poderosa para generar patrones y estructuras a nanoescala tan pequeñas como de un tamaño de 15 nanómetros con una gran reducción de costos. abriendo nuevas perspectivas para campos como la electrónica, la optoelectrónica y la medicina.
<b>2013</b>	Investigadores de la Universidad de Stanford desarrollan el primer equipo de nanotubos de carbono.

## Erik Drexler

“El padre fundador de la nanotecnología”

Es un ingeniero estadounidense conocido por predecir los potenciales de la nanotecnología durante las décadas de 1970 y 1980. Estableció los principios fundamentales de la ingeniería molecular y las posibilidades de desarrollo de las nanotecnologías avanzadas.

Predijo que la nanotecnología podría usarse para solucionar muchos de los

problemas de la humanidad, pero también podría generar armas poderosísimas. Sus investigaciones en el campo de la nanotecnología molecular han sido el origen de cuantiosos artículos de revistas científicas en los que se tratan temas referidos a: Maquinaria Molecular, Fabricación, y Computación. En sus publicaciones y conferencias, el Dr. Drexler describe la implementación y aplicaciones de las nanotecnologías y muestra como pueden ser utilizadas para resolver problemas a gran escala, como por ejemplo el calentamiento global. Es por ello que ha trabajado, en colaboración con el Fondo Mundial para la Naturaleza, en la búsqueda de soluciones basadas en la nanotecnología a los problemas globales como la energía y el cambio climático. Drexler es, actualmente, académico visitante en la Universidad de Oxford y fue galardonado con un doctorado en Nanotecnología Molecular del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el primero en su tipo.

Cuando a principios de los años 80 tuvo que preparar su tesis doctoral para el MIT, la visión de Richard Feynmann, respecto de la miniaturización a escala molecular, estuvo muy presente en su obra, y logro plasmar las ideas del Físico de forma tan clara y convincente que sus escritos se transformaron en el libro “Motores de la creación: la próxima era de la nanotecnología” Hoy convertido en un clásico de la nano ciencia.



## **Antecedentes de la nanotecnología en la medicina.**

El oro coloidal, a lo largo de la historia, fue considerado un aliado para la medicina. Los primeros indicios se remontan al 2500 a c en China, donde lo utilizaban como elixir para alargar la vida. En la Europa medieval, los alquimistas preparaban una bebida mezclada con oro que utilizaban para “hacer comfortable los dolores de miembros” una de las primeras referencias a la artritis. En el siglo XVI el oro se utilizaba para tratar la epilepsia y a principios del siglo XIX era el fármaco de elección para el tratamiento de la sífilis. Por supuesto que quienes producían las medicinas ignoraban la importancia del tamaño de las partículas; recién a partir de las publicaciones de Faraday comenzaron a comprender con rigor científico que el oro metálico, cuando es dividido en “finas partículas”, puede ser suspendido en agua. A partir del auge de la nanotecnología, la investigación médica moderna ha confirmado que la eficacia de estas medicinas se encuentra en las nano partículas de oro.

Basándose en los conceptos vertidos por Faraday, en 1890, el bacteriólogo alemán Robert Koch descubrió que los compuestos elaborados con oro articulado en tamaño nanométrico, específicamente el cianuro de oro, inhibía el crecimiento del bacilo de la tuberculosis. Este hecho marco el comienzo de su uso en medicina moderna siendo introducido en la terapia de la tuberculosis en 1920. Por este y otros aportes a la medicina Koch gano el premio Nobel en 1905. (Munuce, 2014)

## Beneficios de la nanotecnología.

(Faldori, 2006)

Como se ha mencionado la capacidad de aplicaciones de la nanotecnología es multidisciplinario por tantos sus beneficios pueden ir en un abanico que pasa por la biología, la medicina, lo físico, industrial, computacional

Clusters de átomos		
<i>Quantum wells</i>	Capas ultrafinas de material semiconductor con nuevas propiedades	Láser para CDs, telecomunicaciones, óptica, memorias, monitores
Nano granos		
Nanocápsulas	Destino en tamaño nano de múltiples contenidos	Lubricantes para ingeniería, industria farmacéutica y cosmética (entrega de drogas a células afectadas, lápices de labios, pasta dentífrica, filtros solares, cremas)
Catalíticos	Mejoran la reacción química y pueden ser reutilizados	Materiales, energía, producción de alimentos, salud, agricultura, pinturas, tratamientos de agua, filtros, limpieza de superficies, descontaminación del aire
Nano fibras		
Nanotubos de carbono	50 a 100 veces más fuertes que el acero y 1/6 de su peso	Industria aeroespacial, automotriz, construcción
Materiales nanoestructurados		
Nanocompuestos	Compuestos de metales, polímeros y materia biológica que permiten comportamiento multifuncional	Aplicados donde pureza y conductividad eléctrica importan, como microelectrónica, llantas de automóviles, equipos deportivos, ropa, textiles, antisépticos

## Riesgos de la nanotecnología.

(Faldori, 2006)

Receptores o afectados	Causa	Consecuencias posibles
La salud de seres vivos y tal vez de humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalación, contacto directo, inyección, ingestión de nanopartículas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daño y modificación al ADN.<sup>1</sup></li> <li>Absorción por las células e ingreso a la cadena alimentaria; toxicidad en pulmones y cerebro; paso de nanopartículas de madre a feto, y envenenamiento.<sup>2</sup></li> </ul>
El medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liberación de nanopartículas al medio</li> <li>Alta reactividad de la superficie de las nanopartículas utilizadas para descontaminar o diluir contaminantes</li> <li>Reproducción descontrolada de seres vivos creados para determinados fines</li> <li>Reproducción descontrolada de nanorrobots autorreproducibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viaje a través de las cadenas tróficas.<sup>3</sup></li> <li>Alteración de procesos ecosistémicos, y efecto en seres vivos.<sup>1</sup></li> <li>Plaga verde. Contaminación del ambiente por bacterias u otro tipo de seres vivos creados para cumplir funciones determinadas.<sup>4</sup></li> <li>Plaga gris. Contaminación del ambiente por nanorrobots autorreproducibles.<sup>5</sup></li> </ul>
Guerra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armas autoejecutables</li> <li>Dispositivos genéticamente dirigidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ataques realizados por decisión independiente de armas inteligentes.<sup>7</sup></li> <li>Ataques dirigidos a grupos étnicos, de edad, sexo, etcétera, con control biológico.<sup>6</sup></li> <li>Control de la población por medio de archivos médicos, sensores públicos, etcétera, con usos múltiples.<sup>8</sup></li> </ul>
Libertad individual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medios complejos de acceso a información confidencial y control de movimientos, etcétera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciación basada en desigualdades físicas o en falta de prótesis e implantes.<sup>9</sup></li> <li>Diferenciación por poder adquisitivo para servicios biomédicos.<sup>10</sup></li> </ul>
Diferenciación social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Imposición de criterios médico-técnicos en el concepto de normalidad</li> <li>Desigualdad en el acceso a servicios médicos basados en nanotecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciación basada en desigualdades físicas o en falta de prótesis e implantes.<sup>9</sup></li> <li>Diferenciación por poder adquisitivo para servicios biomédicos.<sup>10</sup></li> </ul>
Orientación de la ciencia y la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fondos públicos para desarrollo de la nanotecnología sin ningún tipo de control público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posibles efectos imprevistos y decisiones erradas.<sup>11</sup></li> </ul>
Relaciones comerciales y de consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de una reglamentación específica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venta y consumo de productos con nanopartículas que no responden a controles toxicológicos adecuados.<sup>12</sup></li> </ul>
Dependencia de los pacientes respecto de empresas farmacéuticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción de nanopartículas en el organismo de los pacientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dependencia de los laboratorios y empresas farmacéuticas para combatir, corregir o reponer nanopartículas que cumplan con irregularidad su función.<sup>13</sup></li> <li>Dependencia para realizar actividades que el cuerpo realizaba de manera normal.<sup>14</sup></li> </ul>

## Conclusiones

Las múltiples aplicaciones de la nanotecnología han permitido esta última revolución científica que tendrá impactos sociales y culturales, nos pone frente a un reto como civilización para los próximos años porque remueve y estamos manipulando materiales y compuestos biológicos que antes no imaginábamos.

El cambio de pensamiento nos llevará a una madurez como seres humanos y alcanzaremos una mejor calidad de vida, siempre y cuando seamos capaces de prevenir los riesgos o minimizar su impacto en la sociedad.

## ***Bibliografía***

- Euroresidentes. (2015). *Euroresidentes*. Obtenido de [http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/historia\\_nanotecnologia.htm](http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/historia_nanotecnologia.htm)
- Faldori, G. (2006). La nanotecnología: una solución en busca de problemas. *Comercio Exterior*.
- luratia.com. (2016). *Luratia.com*. Obtenido de [https://mx.images.search.yahoo.com/images/view;\\_ylt=A2KLdCg4mM1WfW8A7EEWy4lQ;\\_ylu=X3oDMTlyZ29pMG9mBHNIYwNzcgRzbGsDaW1nBG9pZAMxZjZiM2FiMjBIODg2ZGYyYmQwYjE5MTY1ZDg0Mzc0NgRncG9zAzQEaXQDYmluZw--?origin=&back=https%3A%2F%2Fmx.images.search.yahoo.com%2Fyhs%2Fs](https://mx.images.search.yahoo.com/images/view;_ylt=A2KLdCg4mM1WfW8A7EEWy4lQ;_ylu=X3oDMTlyZ29pMG9mBHNIYwNzcgRzbGsDaW1nBG9pZAMxZjZiM2FiMjBIODg2ZGYyYmQwYjE5MTY1ZDg0Mzc0NgRncG9zAzQEaXQDYmluZw--?origin=&back=https%3A%2F%2Fmx.images.search.yahoo.com%2Fyhs%2Fs)
- Meridian Institute. (2005). Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks.
- Molins, R. (2008). Oportunidades y amenazas de. *Innovación y Tecnología*, 3-10.
- Munuce, A. C. (2014). Nanotecnología Hoy: El desafío de conocer y enseñar. *Escritura en Ciencias*(15), 41-61. Obtenido de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Dar-Arg-15-Nanotecnologia.pdf>
- Significados. (2016). *Significados.com*. Obtenido de <http://www.significados.com/>
- Tecnologías Industriales. (2004). La nanotecnología Innovaciones para el mundo del mañana. *Investigación Europea*.
- Word Reference. (2016). *Word Reference*. Obtenido de [wordreference.com: http://www.wordreference.com/es/en/frames.aspx?es=nano-](http://www.wordreference.com/es/en/frames.aspx?es=nano-)

30

## El arte de lo invisible. Logros, beneficios sociales y desafíos de la nanotecnología

ANTOLIN TORRES CUAHUA

# El arte de lo invisible. Logros, beneficios sociales y desafíos de la nanotecnología

---

Introducción.....	3
El concepto de nanotecnología .....	4
Escala nanométrica.....	6
Cronología de la Nanotecnología.....	7
Erik Drexler.....	9
Antecedentes de la nanotecnología en la medicina. ....	11
Beneficios de la nanotecnología.....	12
Riesgos de la nanotecnología. ....	13
Conclusiones.....	14
<i>Bibliografía</i> .....	15