

# Internet Electronic Journal Nanociencia et Moletrónica

Diciembre 2003, Vol. 1; N°2, págs. 86-92

## EL CREPÚSCULO DE LA NANOBIOLOGÍA

**Alfred F.K. Zehe**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Electrónicas  
Apdo. Postal 1505, 72000 Puebla, México  
e-mail: [azehe@siu.buap.mx](mailto:azehe@siu.buap.mx)

recibido: Septiembre 20, 2003

revisado: Octubre 23, 2003

publicado: Diciembre 16, 2003

Citation of the article:

A. Zehe, "El Crepúsculo de la Nanobiología", Internet Electrón. J. Nanocs. Moletrón. 2003, 1(2), 86-92:  
<http://www.revista-nanociencia.ece.buap.mx>

---

Copyright © 2003 BUAP

# EL CREPÚSCULO DE LA NANOBIOLOGÍA

**Alfred F.K. Zehe**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Electrónicas  
Apdo. Postal 1505, 72000 Puebla, México  
e-mail: azehe@siu.buap.mx

recibido: Septiembre 20, 2003

revisado: Octubre 23, 2003

publicado: Diciembre 16, 2003

---

Internet Electron. J. Nanocs. Moletrón. 2003, 1(2), pags. 86-92

## **Resumen:**

La emergente nanotecnología tendrá efectos profundos sobre muchas áreas de la vida cotidiana. Tiene carácter de una revolución científico-tecnológica, que al combinarse con la biotecnología adquiere el potencial para la creación de una nueva forma de vida, la vida artificial de sistemas robóticas dotadas con una inteligencia, que superará la de los seres humanos. Prerrequisito fundamental de este proceso constituyen los avances de una nueva microelectrónica en base a sistemas moleculares.

## **1. Introducción**

La nueva revolución tecnológica, presenciada por los anticipados efectos de la nanotecnología, es el tema dirigente de nuestro presente, en que la ciencia, la economía, y también la política están involucrados con creciente intensidad. El proceso de cambios sociales debido al uso de la computadora en casi todos los segmentos de la existencia humana tiene características revolucionarias: es rápido, radical, y total en su extensión. La revolución industrial del siglo 18 tenía en la máquina de vapor y el telar su disparador, que resultó con profundos efectos en la sociedad industrial. Pero mientras aquella revolución se fundamentó en energía, la actual revolución tiene sus bases sobre tecnologías de informática en todo el alcance del concepto (incluyendo la tecnología genética con la codificación de la molécula de la vida, ADN). Resultado ha sido la nueva estructura social, la sociedad de información.

## 2. La física cuántica y la tecnología planar

Información está convirtiéndose en la materia prima, que afecta y hasta domina procesos y organizaciones sociales. No hubiera sido posible sin que dos acontecimientos científico-tecnológicos brillantes ocurrieran: La extensión de la física clásica Newtoniana por los conceptos fundamentales de la mecánica cuántica a un lado, y avances tecnológicos aparentemente simples pero indispensables de ocurrir para el nacimiento de los circuitos integrados microelectrónicos, alma de toda computadora moderna.

Todos los desarrollos tecnológicos durante la evolución de la humanidad han producido del ser humano una especie siempre mas innovadora, más inteligente y más consiente.

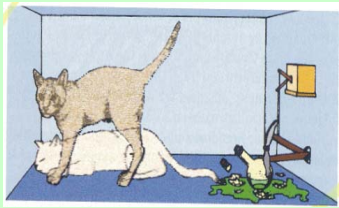
La nanobiotecnología, que envuelve con creciente ímpetu las actividades de muchos investigadores en el mundo, es una rama muy novedosa con oportunidades científicas y tecnológicas sin igual. Nace de la fusión de la nanotecnología, es decir, la fabricación a escala atómica, molecular, nanométrica, y los descubrimientos sobre los biosistemas. El ser humano actual está desarrollando el conocimiento y las herramientas para su uso, que parten el camino a una nueva forma de vida, la vida artificial.

**14. 12. 1900 MAX PLANCK**  
Reunión de la Deutsche Physikalische Gesellschaft

**$h = 6.6256 \cdot 10^{-34} \text{ W s}^2$**

**Nace la Mecánica Cuántica**

$H\psi = E\psi$	Ecuación de Schrödinger
$ \psi\rangle = a \psi_1\rangle + b \psi_2\rangle$	Superposición
$\Delta p \cdot \Delta q > h$	Relación de Incertidumbre
$P =  \psi\psi^* $	Densidad de Probabilidad



**El Gato de Schrödinger**

Fig. 1: Revoluciones en las ciencias había varios a lo largo de la evolución científica. La revolución cuántica catapultó la física clásica a la física moderna.

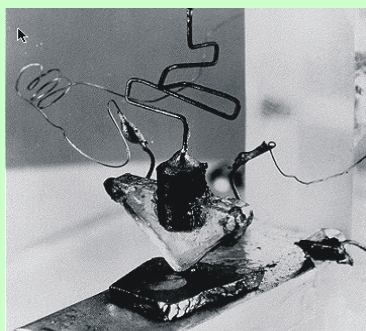
La fuerza móvil de esta actividad, aparentemente destructiva surge, a un lado de una inquietud natural del ser humano, pero en particular, de las obligaciones y presiones actuales de mantener el ritmo de progreso, que la microelectrónica ha introducido durante los últimos 40 años a la informática, el procesamiento de siempre mas grandes cantidades de datos, la comunicación y la inteligencia artificial.

1926 - Lilienfeld registra la Patente del Transistor Efecto de Campo (FET) en el Deutsches Patentamt ; 1936 -Karad Zuse construye en Alemania la primera computadora (Z1); 1948 - Bardeen , Brattain and Schockley realizan el primer transistor bipolar

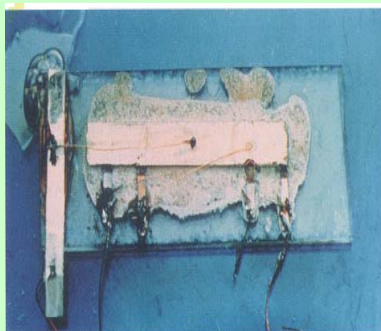
**1958 J.S. KILBY; R. NOYCE**

registran patentes de la Tecnología planar que abre la puerta para la alta integración microelectrónica

El primer transistor



El primer circuito integrado



Alta integración de circuitos

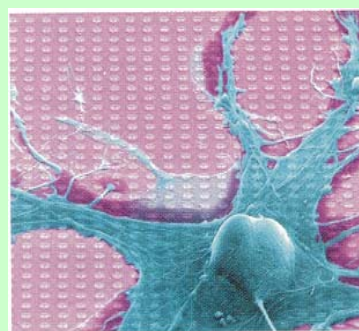


Fig. 2: La revolución microelectrónica catapultó la humanidad a una nueva Sociedad de información.

### 3. La nanoelectrónica a escala molecular

La microelectrónica en su estado de desarrollo actual se está confrontando a límites naturales, que exigen nuevos caminos. Una electrónica a escala nanométrica, que será indispensable para el desarrollo sostenido, empieza a hacer uso de estructuras atómicas y moleculares. La construcción de sistemas electrónicos por sus componentes moleculares lleva el nombre de nanoelectrónica a escala molecular - o más corto moletrónica.

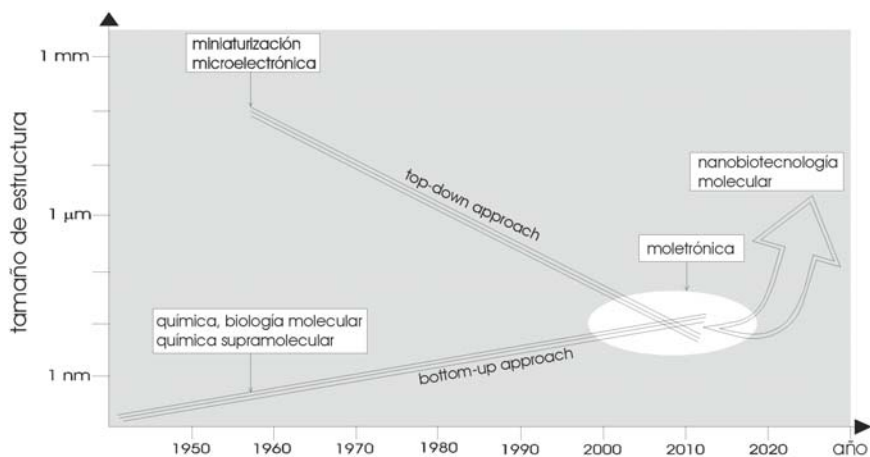


Fig. 3: La tecnología de microelectrónica en base a Silicio ha sido una tecnología ‘top down’. La nanotecnología a nivel molecular, y la picotecnología a nivel atómico representan tecnologías ‘bottom up’. La tecnología ‘bottom up’ en la electrónica lleva el nombre MOLETRÓNICA ([www.moletronica.buap.mx](http://www.moletronica.buap.mx))

La combinación de nanoestructuras sólidas con biomoléculas da resultado a una gran variedad de biosistemas electrónicos. Uno de ellos, y probablemente ahora con el impacto mayor, constituye el biochip de ADN. La investigación en la rama de la nanobiotecnología busca la comprensión de los procesos a escala molecular que controlan los sistemas vivos. Autoensamble, autoorganización, autoreparación y redundancia hacia defectos son características de la materia biológica e indispensables de ser incluidas en futuros desarrollos tecnológicos. Los pasos de investigación y los enormes estímulos económicos por múltiples empresas e industrias son firmes, y casi a escala semanal entran nuevos productos de la nanotecnología y de la nanobiotecnología al mercado.

Pero no será la suma de estos nuevos productos que hace finalmente tan fascinante el desarrollo nanobiotecnológico.

#### **4. El hombre máquina: Genética-nanotecnología-robótica**

Maquinas nanomoleculares y nanofábricas prometen el dominio de toda la escala de habilidades humanas. Esto incluye, que la inteligencia y sensibilidad y toda forma de aptitud y talento puede ser producido por nanobiotecnología, es decir, de conjuntos de moléculas que forman subestructuras del cerebro. En el horizonte aparece el *homo nano sapiens*, el ser humano fabricado biotecnológicamente.

La evolución del *homo sapiens* se basa esencialmente en un don de saber hacer invenciones. Gracias a ellas se está desarrollando la biotecnología, la tecnología informática, la nanotecnología y finalmente la nanobiotecnología. Sin duda alguna son estas las ciencias en todo detalle para la creación de vida artificial.

¿Es entonces el fin del *homo sapiens* una consecuencia inevitable del progreso nanobiotecnológico? ¿Puede transformarse el ser humano en una forma de vida, que se autorreproduce por medios artificiales? Es una visión conmovedor al futuro, pero que tan lejos nos quedará su crepúsculo?

Tomamos el estado actual del desarrollo tecnológico para concluir sobre los próximos 50 años. Las computadoras personales han tenido durante las últimas décadas mas o menos el mismo precio. No hay razón de suponer que haya un cambio durante los siguientes años. No obstante, la PC del año 2040 contendrá chips nanobiotecnológicos con capacidad de memoria en el rango de Terabits por centímetro cuadrado de superficie, que concuerda con la capacidad de un cerebro humano. La diferencia y por supuesto la ventaja especial será la posibilidad del 'down load', de bajar la información en segundos, que el cerebro humano no tiene. No es posible de transferir a corto plazo el conocimiento adquirido y almacenado en las neuronas de un cerebro a otro cerebro. El PC a su vez lo hace con facilidad y transfiere su conocimiento a miles de millones de otras computadoras. Tales computadoras dominan entonces, aparte de su conocimiento propio, la facultad de pensar, de tener inteligencia propia.

Computadoras inteligentes abren los caminos a nuevos sistemas neurobiónicos y la fusión de órganos humanos con unidades técnicas. Ya existen casos de implantes neuronales en cerebros humanos. ¿Qué tan difícil será para una computadora con razonamiento darse la forma del ser humano, aun que sea nada mas en pantalla? ¿Quién podría ver, si tal interlocutor en pantalla es real o simplemente la imagen de una computadora inteligente con cara humana?

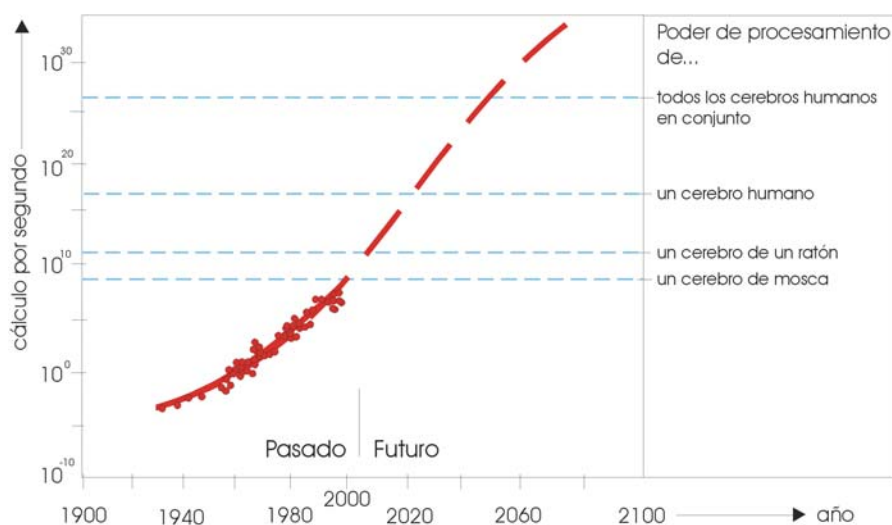


Fig. 4: Avance exponencial en velocidad de cálculos, que una computadora personal (PC) tendrá en los años venideros.

Aunque existen tales visiones ya por mucho tiempo, los avances y progresos de la bionanotecnología actual la hace siempre más real y cercana. No pasaran mas de 50 años hasta quien quiere se compra, al precio de hoy, una computadora con el potencial de todos los cerebros humanos existentes de este mundo. Una comunicación con las células nerviosas será una forma sencilla y natural, y la simulación de sentimientos una de las comunes consecuencias.

Dentro de 25 años se espera terminar el descubrimiento y así un mapa completo del cerebro humano. Cerebros artificiales, que entonces serán una opción real de la nanobiotecnología, podrán atender un número grande de cuerpos (no necesariamente humanos). Muchos de ellos serán creados artificialmente, por clonación, e incluso que existen solamente en forma virtual en las redes de datos globales. Por la inmensa cantidad de información accesible tendrán, o al menos fingirán, una conciencia humana.

## 5. Conclusiones

Si percibimos a este desarrollo como un proceso evolutivo normal, inevitable y de acuerdo con toda nuestra experiencia, entonces en algún tiempo del futuro no tan distante el *homo nano sapiens* desplazará al *homo sapiens*, será capaz de autorreplicarse y autodestruirse por medio de la nanobiotecnología, y gracias a su enorme y creciente inteligencia más aún hábil de generar continuamente mejores versiones de tal criatura. En términos físicos será un sistema caótico, en donde una red muy compleja de ellos interactúa, y nosotros dependemos de sus decisiones.

Será posible de frenar o parar este desarrollo? La respuesta es una clara negación. Todas las experiencias en la historia de la humanidad han mostrado, que un progreso científico, sea positivo o negativo en sus resultados, no ha podido ser detenido. En el futuro esto no será diferente.

Tomar la conciencia, que nos encontramos, - los seres humanos de hoy -, en el borde de una nueva forma de vida, la vida artificial, es apropiada. Seremos unos seres diferentes. La probabilidad de su ocurrencia es plausible, razonable, y por lo tanto alejada de ser ficción.

**Lectura adicional**

[www.moletronica.buap.mx](http://www.moletronica.buap.mx)

[www.campusvirtual.ece.buap.mx](http://www.campusvirtual.ece.buap.mx)

[www.revista-nanociencia.ece.buap.mx](http://www.revista-nanociencia.ece.buap.mx)

[www.jovenescreativos.buap.mx](http://www.jovenescreativos.buap.mx)