

# NANOROBÓTICA

Vladimir Edwin Alaro Coarite  
 Universidad Mayor de San Andrés  
 Carrera de Informática  
 tresed\_vladi666@hotmail.com

## RESUMEN

En este artículo nos enfocaremos en el campo de la nanorobótica, describiendo quienes introdujeron este concepto por primera vez haciendo un pequeño recuento de dichos actos, las aplicaciones posibles que se tiene en este campo, y una pequeña propuesta de fabricación de un nanorobot.

## Palabras Clave

Nanorobot, Nanomateriales, Nanomateriales, Polimerizar

## 1. INTRODUCCIÓN

La nanotecnología fue definida como una serie de actividades en el nivel de atómico y molecular que tienen aplicaciones en el mundo real. Se sabe que para lograr una eficacia en este campo, será necesario automatizar la fabricación molecular.

Los nanorobots fueron mencionados por Richard Feynman quien predijo que un día sería posible construir máquinas tan diminutas que estarían formadas de sólo unos pocos miles de átomos. Posteriormente en la novela de 1987, "Engines of Creation", Eric Drexler describe nanorobots capaces de destruir células cancerígenas, recoger radicales libres o reparar el daño sufrido en los tejidos celulares.

En la obra de ciencia ficción "Presa", Michael Crichton plantea la posibilidad de coordinar grandes cantidades de nanorobots para obtener un determinado fin. En dicha obra, la nanotecnología se mezcla notablemente con la inteligencia artificial.

En un capítulo de la serie de "Las Chicas Superpoderosas" se da un ejemplo de nanobots, los cuales según vienen dentro de las gotas de lluvia pertenecientes a una civilización superior a la de la Tierra; tienen un cerebro y 4 patas que se alimentan de Carbono para reproducirse rápidamente y se muestra también como es que se pueden unir para formar un "monobot único", de aspecto robótico con 2 brazos 2 patas y su respectivo cerebro.

De ahí en más, la literatura y el cine ha incluido estos pequeños robots a destajo para hacer fantasear a los hombres de cómo será el futuro conviviendo con ellos. Pero, ¿realmente existe esta tecnología? ¿Realmente podemos soñar en un futuro cercano, rodeado de estas máquinas invisibles?

Esto promete ser el próximo paso en la evolución de la técnica humana. Una revolución que simplemente no va a pasar desapercibida. Utilidades son miles, que van desde curación de enfermedades antes fuera del alcance médico hasta reemplazo de los actuales fármacos, como pequeños guardianes de nuestro metabolismo (ver figura 1).



Figura 1: simulación de un nanorobot manipulando espermatozoides

### 1.1. Algunos Conceptos

Antes de Profundizar más en este tema necesitamos de algunos conceptos previos principalmente 2 que son:

**ATP: (trifosfato de adenosina)** es el combustible de cualquier ser vivo; desde las bacterias que parasitan nuestro ATP hasta el organismo vivo más complejo como es el hombre... Las células (para generalizar todas) generan por medio de procesos químicos, energía para poder funcionar. Pero esta energía no puede andar suelta por la vida. Necesita ser almacenadas en moléculas estables y disponibles para su posterior extracción.

**Aminoácidos:** Los aminoácidos (aa) son los pequeños eslabones de la gran cadena que significa una proteína. Una proteína esta compuesta por diversas combinaciones de aa, lo que permite muchos millones de combinaciones para distintas funciones. Los aminoácidos circulan por el torrente sanguíneo y son captados principalmente por las células que tienen la función de crear proteínas. Estas células "arman" la proteína que necesitan y luego la usan o la liberan.

## 2. AVANZANDO HACIA LO MICROSCÓPICO

No es tan fácil caminar por el camino de la miniaturización, y eso lo sabemos más que bien. No es un proceso sencillo de fabricación de chips para computadores.

El primer paso hacia esta tecnología fue la creación de una molécula artificial. En el año 1985, Smalley y colaboradores, de la Universidad de Rice, observaron que condensando Carbono vaporizado en un medio inerte, este formaba estructuras perfectamente esféricas de 60 átomos. Estas moléculas fueron bautizadas como “Buckyballs” y constituye el descubrimiento que sentó las bases de la nanotecnología. Esto era un inicio muy rudimentario en la técnica de fabricación de nanomateriales, y digo rudimentaria hasta casi azarosa, ya que fue una reacción planificada pero espontánea y no controlada (ver figura 2).



Figura 2: molécula de 60 átomos

La nanorobótica con componentes completamente artificiales aun no han sido realizados, por que se requiere de esfuerzos colaborativos entre físicos, químicos, biólogos, científicos en computación, ingenieros y otros especialistas que trabajen en este objetivo común.

## 3. ¿CÓMO FABRICAR TU PROPIO NANOBOT?

Teniendo un grupo de técnicos que se dispone a crear un nanorobot define cuales son los pasos a seguir y cuales son los elementos (materiales) que se necesitan.

Primeramente necesitamos definir cuál será su ámbito de aplicación y que fines tendrá. Aunque en los últimos años se ha avanzado enormemente en muchos que mencionamos pero esencialmente en la genética, la bioquímica, la física y la ingeniería que son los pilares para la creación y el desarrollo de la nanotecnología.

En cuanto a los Nanomateriales, han posibilitado la construcción de nuevas combinaciones sintéticas que son necesarias para dar vida a estos “robots”.

A pesar de que el desarrollo de los Nanorobots no es un camino lineal, las primeras piedras en el camino fueron:

- ¿Con que materiales los fabricamos?
- ¿Como los hacemos funcionar?
- ¿Como los movemos?

Preguntas a las cuales trataremos de responder de aquí en adelante.

### 3.1. ¿Con que materiales los fabricamos?

Ahora es importante entender que necesitamos fabricar un dispositivo que mide micrómetros y que debe contar con ciertas propiedades mínimas para funcionar adecuadamente. Si no ponemos a pensar, ¿qué material conocemos muy bien y que tenga la capacidad de ser un semiconductor?, rápidamente se aparece ante nuestros ojos el muy popular y nunca bien ponderado Silicio.

Presente en cada componente electrónico, es un material bien estudiado gracias a sus propiedades. Pero cuando compite con materiales orgánicos se queda muy atrás.

El enlace que se establece entre dos átomos de Carbono es mucho más potente que el que se establece entre dos átomos de Silicio, por lo que cualquier material construido en base a Silicio sería muy inestable y no nos serviría para nuestro proyecto.

Fue así como se encontró una nueva combinación: Silicio y Oxígeno. Sus principales ventajas son:

- Su fuerte enlace bidireccional covalente.
- La facilidad con que se puede polimerizar para formar estructuras 3D (Tecosilicatos).
- Su alta resistencia y estabilidad térmica.
- Su estabilidad en condiciones oxidantes.
- Ambos son de los elementos más abundantes en el planeta.

### 3.2. ¿Cómo los hacemos funcionar?

Ya tenemos nuestros materiales. Podemos tomar nuestro soldador, nuestro destornillador y martillo y ponernos manos a la obra. El resultado un hermoso y flamante Nanobot. Pero la pregunta lógica es: ¿qué tipo de pilas usa esta cosa?

Como explicamos en los conceptos previos el ATP es la energía de nuestro cuerpo y se encuentra por doquier. Entonces a

nuestros científicos se les ocurrió la brillante idea de tomar prestado nuestra propia energía para movilizar estos aparatos.

Imaginemos la proteína de ATP como un globo. Al interior se encuentra el preciado combustible que nos permitirá suplir de energía al robot. Para extraer esta energía es necesaria una enzima capaz de romper o “pinchar” este globo para que deje escapar la energía (ver figura 3).

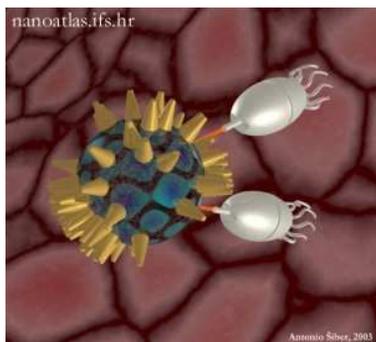


Figura 3: nanorobot

así como se ideó inicialmente una molécula de dos polos. Un polo sintético como motor o hélice y un polo biológico sería una enzima capaz de extraer la energía.

Esto fue lo que logró Carlo Montemagno y sus colegas de la Cornell University de Nueva York en el año 2000. El helicóptero “biomolecular” realizado en Cornell mediante el armado de las partes mecánicas súperminiaturizadas y moléculas orgánicas, tiene una hélice de un largo de 150 nanómetros que dan ocho vueltas por segundo. A pesar de lograr una tasa de éxito muy baja, fue una brillante primera aproximación a resolver el problema.

### 3.3. ¿Cómo hacemos que se muevan?

El movimiento en nuestro pequeño robot es una parte muy importante para poder cumplir con las misiones que luego le encomendaremos. Así que el siguiente objetivo es hacer que nuestro micro Frankenstein se mueva.

Como el ingenio humano no tiene límites, cada grupo de científicos ha intentado resolver el problema a su manera. Desde la rudimentaria hélice que ya describimos, pasando por simular el movimiento de las bacterias por medio de “brazos” o cilios que sirven para nadar hasta uno de los más prometedores basado en ADN. Por lo novedoso de su construcción y por ser el más avanzado técnicamente voy a describir un poco en qué consiste estas “piernas de ADN”.

7.1 Imaginemos un robot al que le colocamos dos piernas hechas de una cadena de ADN cada una. En su extremo distal, una proteína adhesiva para poder avanzar por las superficies por

las que se desplace. En el otro extremo próximo al cuerpo tenemos la hebra de ADN que codifica una proteína que actúa como switch ON. Al actuar esta proteína sobre la “pierna” ésta se mueve hacia adelante, la pierna avanza y la proteína “zapatilla” se adhiere al suelo. Pero mientras el segmento inferior se mueve hacia adelante, el superior rota hacia atrás y nuevo ADN codifica una nueva proteína que funciona como switch OFF y resetea la posición de la “pierna” para volver a su posición original y comenzar el ciclo de movimiento una vez más. Este movimiento se va alternando entre ambas “extremidades” lo que permite la vertiginosa velocidad de 30 nm por paso (simulación en figura 4)

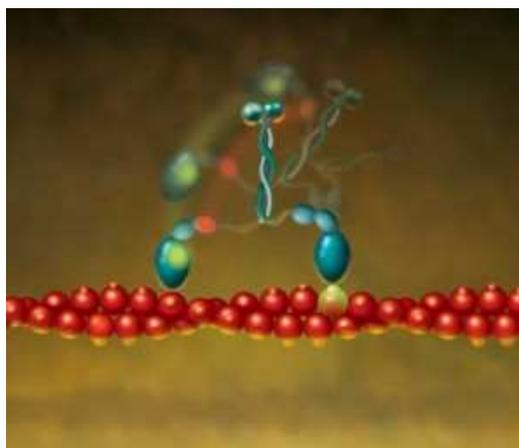


Figura 4: simulación del nanorobot descrito en el párrafo anterior

## 4. ALGUNOS USO POSIBLES DE LOS NANOBOTS

Ahora que hemos visto como se puede crear nanorobots, nos queda claro que esta tecnología es el futuro de los materiales para uso cotidiano y específico. De lo curioso a lo sofisticado las aplicaciones son ilimitadas, desde papel higiénico más suave y que hace masaje simultáneamente mientras te limpias... la nariz hasta materiales ultra resistentes para nuevas naves espaciales.

### 4.1. Nanorobots y la NASA

La NASA es la institución más interesada en este tipo de tecnología. Como muchos de los avances en materiales y medicina, han sido impulsados por la NASA para mejorar la tecnología en sus viajes espaciales uno se pregunta qué interés ven ellos en la Nanotecnología? Simplemente. Entre sus metas esta un viaje tripulado a Marte. Pero con la tecnología actual sería imposible, porque el ser humano no puede vivir en condiciones de baja gravedad. Los músculos y los huesos son los primeros en sufrir estas consecuencias. Según estudios realizados por la NASA, aproximadamente entre 1% a 2 % mensualmente se pierde la densidad ósea y de igual manera le pasa a los músculos que no realizan ningún tipo de esfuerzo para

realizar movimientos. También está el tema de la radiación solar a la que los astronautas están sometidos, sin la protección de nuestra atmósfera. Se dice que en el año 2020, la Tierra se alineará con Marte y en ese momento se dará las condiciones necesarias para el viaje, ya que la distancia a recorrer será la mínima. La solución que pretenden tener los activos de la NASA es desarrollar nano-doctores que puedan ser capaces de mantener el cuerpo de los astronautas en perfecto estado mientras realizan este tipo de misiones.

#### 4.2. Nanobots en La Medicina

En un par de años más aparecerá la primera generación de nanosensores. Éstos serán capaces de transmitir información desde la parte interior del cuerpo humano hacia receptores externos. Información valiosa para el control de enfermedades crónicas o para combatir infecciones. La posibilidad de crear nanosensores que puedan detectar virus, bacterias, toxinas e incluso células específicas, será un gran avance en el diagnóstico médico e incluso el tratamiento dirigido del cáncer. Se logrará unir nanosensores específicos para células tumorales que las sensibilizarán para que fármacos o terapias de radiación las maten sin alterar las células sanas circundantes (ver figura 5 - 6).

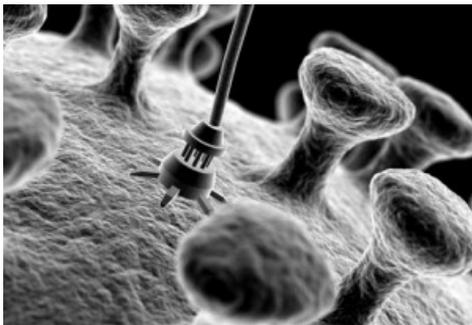


Figura 5: nanosensor

El último avance de esta generación serán unos dispositivos que podrán crear moléculas desde el interior del cuerpo. Tomarán los aminoácidos circulantes y gracias a patrones preestablecidos serán capaces de sintetizar moléculas, enzimas, hormonas, etc. Estos dispositivos, todavía no nanométricos, ayudarán a transformar el cuerpo humano en una máquina más eficiente.

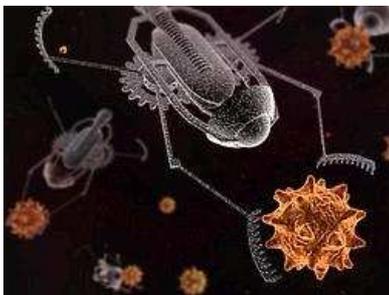


Figura 6: nanosensor

Comenzara la implantación de nanobots sobre fracturas o sobre órganos dañados y serán capaces de reclutar más células reparadoras y pongan más material a disposición de éstas para que hagan su trabajo. Será la nueva terapia para ayudar a parar hemorragias y recuperar heridas (ver figura 7)

Finalmente los nanobots contarán con sensores que permitirán monitorear algo específico, informar al médico y gracias a este informe de los nanobots tomará una decisión. Probablemente a esta altura muchas de los tratamientos de este tipo se realizaran a través de telemedicina. Incluso es lógico pensar que los celulares de este tiempo serán capaces de captar toda la información transmitida por los robots y enviársela a los médicos.



Figura 7: nanosensor

#### 4.3. Nanobot con Inteligencia Artificial

Entre los últimos avances de la nanotecnología será el desarrollo de la autoreplicación y la inclusión de IA.

La autoreplicación es primordial para tratamientos masivos para lograr mantener las funciones vitales de un cuerpo, es necesario un ejército de robots que viajen a través de nuestros vasos sanguíneos, entren en los tejidos blancos y realicen sus acciones. Además es necesario que tengan la capacidad de mantener un número constante ante eventuales pérdidas o malfuncionamiento.

El otro elemento indispensable para la evolución es la Inteligencia Artificial. Ya no necesitarán un dispositivo externo que decida por ellos. Cada uno será capaz de detectar una alteración y ejecutar la acción para la que están programados. En el caso de una infección serán capaces de sintetizar anticuerpos específicos para el patógeno o sensibilizar células inmunes para que ataquen un blanco que normalmente no detectarían.

El cuerpo humano cuenta con un sistema de autodestrucción de células tumorales muy eficiente, pero este sistema se desgasta y sería ideal contar con un sistema de respaldo ante eventuales fallas de nuestro sistema protector.

Está claro que no requieren una IA muy avanzada, son solo patrones de acción-reacción por lo que los paranoicos que

piensan en que los robots van a tomar control de su cuerpo pueden dormir tranquilos.



**Figura 8:** nanorobot con inteligencia artificial

## 5. Conclusiones

Increíble pero cierto los nanorobots parecen ser la solución a muchos de los problemas que se tenemos, la calidad de vida mejorara ciertamente pero cabe recalcar que este tipo de tecnología no existe ahora ni en fase de pruebas.

Pero este sueño será la misma realidad que todos viviremos a lo cual tenemos que mencionar que este tipo de tecnología conlleva sus riesgos, por estar en una escala nanométrica puede atravesar la piel o las paredes sanguíneas, al parecer tendremos que pagar este precio forzosamente no creo que sea posible detener ha este huracán que se aproxima

## 6. Referencias

- [1] <http://www.sciencedaily.com/articles/n/nanorobotics.htm>
- [2] <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Nanorobotics>
- [3] <http://www-lmr.usc.edu/~lmr/publications/nanorobotics/>
- [4] *1 Department of Mechanical and Industrial Engineering, Northeastern University, 360, Massachusetts 02115, USA*