

¿Qué es un nanotatuaje y por qué te gustaría tener uno?

EDICIÓN 8 • 2010 [www.nanooze.org](http://www.nanooze.org)

# NANOOZE

¿Por qué los **PUNTOS CUÁNTICOS** brillan?  
¿Para qué se usan?

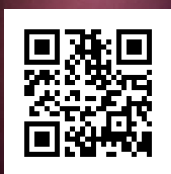
## La edición de nanomedicina

**OBSERVANDO DENTRO DEL CUERPO**

**ENTREVISTA CON UNA NANOCIENTÍFICA**

**HERRAMIENTAS MUY PEQUEÑITAS**

**SECUENCIANDO EL ADN**



## ¡Bienvenidos a Nanooze!

Estarás preguntándote, ¿qué es Nanooze? (suena como nanús). Nanooze no es una cosa. Nanooze es un lugar donde podrás informarte de lo más reciente en el campo de la ciencia y la tecnología. ¿De qué cosas te enterarás? Mayormente conocerás sobre los descubrimientos de un mundo demasiado pequeño que no se puede ver a simple vista. Además, aprenderás

sobre la nanotecnología y la fabricación de cosas muy pequeñas como el chip de la computadora. También, conocerás de lo más reciente en el campo de la moda y cosas importantes como lo son las bicicletas o una raqueta de tenis. Nanooze fue creado para niños y jóvenes. Aquí encontrarás artículos sobre qué es la nanotecnología y su importancia en el futuro. Nanooze está en Internet en la dirección electrónica [www.nanooze.org](http://www.nanooze.org), o lo puedes buscar

en Google "Nanooze". En la página encontrarás entrevistas con científicos, las noticias científicas más recientes, juegos educativos y mucho más.

## ¿CÓMO CONSIGO NANOoze PARA MI SALÓN DE CLASES?

Las copias de Nanooze son gratuitas para los maestros. Visita la página [www.nanooze.org](http://www.nanooze.org) para más información, o envía una solicitud de copias a [info@nanooze.org](mailto:info@nanooze.org).

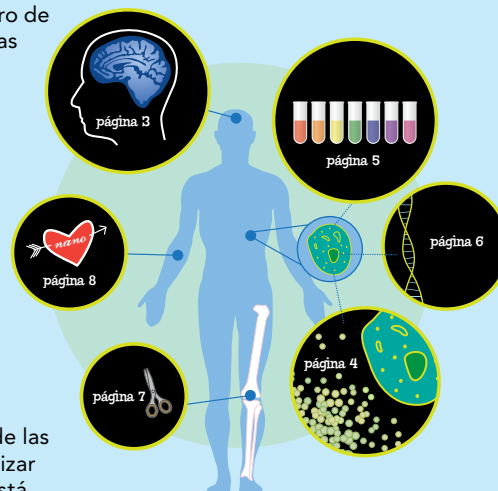
Edición en inglés © 2010: Centro de Tecnología y Ciencia a la Nanoescala de Cornell. Diseñado por Emily Maletz Graphic Design. Un proyecto de la Red Nacional de Infraestructura a la Nanoescala (NNIN), financiado por la Fundación Nacional de Ciencias (NSF). Versión en español © 2013: Equipo de traducción: Edwin A. Vázquez Alicea, Darinelys Figueroa Cosme, Yamaira Sierra-Sastre y Dra. Yajaira Sierra-Sastre.

## Medicina ultra pequeña: nanomedicina

Tu cuerpo es algo complejo compuesto de alrededor de 50 billones de células. Cincuenta billones es un número gigante —¡alrededor de 10,000 veces el número de personas en el planeta! La mayoría de las células de tu cuerpo es de aproximadamente 5,000 nanómetros de ancho, lo cual es alrededor de 1/20 el ancho de una hebra de cabello.

Tu cerebro y todas las partes de tu cuerpo, como los músculos y la piel, están hechos células. Las células trabajan juntas para mantener tu cuerpo funcionando. Tu cuerpo es como una gran máquina que funciona con un montón de pequeñas máquinas. Las instrucciones sobre lo que todas esas pequeñas máquinas necesitan hacer están codificadas en tu ADN.

La nanotecnología se utiliza para hacer cosas increíblemente pequeñas, cosas del tamaño de las células o incluso más pequeñas. Se puede utilizar para ayudar a comprender y corregir lo que está pasando dentro de ti.



A veces, cuando estás enfermo necesitas tomar medicina. La medicina puede ser muy poderosa, y con algunas enfermedades, es mejor suministrarla solamente en el lugar del cuerpo que lo necesita.

La nanotecnología puede ser usada para hacer sistemas inteligentes de suministro de medicamentos que no sólo encontrarán el lugar adecuado, sino que también liberarán la medicina en el momento preciso. Esto protege al resto del cuerpo de la medicina que no necesita o que podría dañar las células sanas.

Esta edición de Nanooze tiene que ver con la nanomedicina, las formas en que la nanotecnología se puede usar para hacer mejores medicamentos y cómo éstos nos pueden ayudar a estar saludables. Hay mucha ciencia ficción por ahí, cosas extremas que no son posibles hoy en día. ¿Serán posibles algún día? ¡Claro! Nunca se sabe lo que podemos inventar en el futuro. Pero por ahora, vamos a aprender los hechos.

Aprender sobre lo "nano" es divertido pero puede ser un poco complicado, por eso es bueno tener en mente estos cuatro datos:

### 1. Todas las cosas están hechas de átomos.

¡Es cierto! Tú, tu perro, tu cepillo dental, tu computadora, todo está completamente hecho de átomos. Cosas como la luz, el sonido y la electricidad no están hechas de átomos pero el Sol, la Tierra y la Luna sí están hechos de átomos. ¡Esos son muchos átomos! Y los átomos son extremadamente pequeños. Por cierto, podrías poner un millón de átomos en la punta de un alfiler.

### 2. En la escala de nanómetros, los átomos están en continuo movimiento.

Aún cuando el agua se congela y se convierte en hielo, las moléculas de agua están moviéndose. ¿Por qué no las vemos moverse? Es imposible

imaginar que cada átomo vibra, son tan pequeños que no se pueden ver con nuestros ojos.

### 3. Las moléculas tienen su propio tamaño y forma.

Los átomos se combinan para crear moléculas de distintas formas y tamaños. Por ejemplo, el agua es una molécula pequeña que está compuesta de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno y se llama H<sub>2</sub>O. Todas las moléculas de agua tienen la misma forma debido al ángulo que se forma entre los enlaces de los átomos de hidrógeno con el átomo de oxígeno.

Algunas moléculas pueden estar compuestas de miles y miles de átomos. La insulina es una molécula en nuestros cuerpos que ayuda a controlar la cantidad de azúcar en la sangre.

¡La insulina está hecha de más de mil átomos! Los científicos pueden dibujar la forma de las moléculas, e inclusive construir muchas moléculas en el laboratorio.

### 4. Los materiales a escala nanométrica poseen propiedades inesperadas.

Las propiedades de la materia a escala nanométrica son distintas a las propiedades que exhiben los materiales que observamos a nuestro alrededor. Por ejemplo, la gravedad no cuenta a nivel molecular ya que existen otras fuerzas que son más poderosas que ésta. La estática y la tensión superficial se vuelven muy importantes. Lo más impresionante de la nanotecnología es que podemos hacer que las cosas se comporten de manera inesperada. **¡Las cosas son muy diferentes en el mundo nanométrico!**



# ENTREVISTA

con la nanocientífica Heather Clark

*Cuéntenos un poco sobre su historia. ¿Cómo llegó al trabajo que tiene hoy día?*

Hice mis estudios de bachillerato en química y de escuela graduada en la Universidad de Michigan. Durante mi estudios graduados, tuve la excelente oportunidad de desarrollar un tipo de sensor—un nanosensor—para estudiar los procesos que ocurren dentro de las células. A pesar de haber trabajado con células por varios años, decidí que necesitaba estudiar más biología para ser más efectiva en el desarrollo de herramientas para el estudio del mundo biológico. Trabajé por cinco años como postdoctoral asociado en el Centro de Salud de la Universidad de Connecticut, en un laboratorio que estaba más enfocado en la biología que en la química y eso fue una verdadera experiencia de aprendizaje para mí.

Ahora que dirigo mis propios proyectos de investigación, estoy muy agradecida por estas dos oportunidades. No solamente trato de incorporar en mi investigación lo que he aprendido, sino que siento que me han hecho una mejor colaboradora. Esto abre las puertas a diferentes campos de la investigación, lo cual no sería posible si estuviera trabajando por mi cuenta en el laboratorio en una sola cosa.

*Cuando era pequeña, ¿hacía experimentos científicos?* Para nada, mi sueño era ser artista. Las ciencias no eran una posibilidad hasta que tomé mi primera clase de química en la escuela superior. Recuerdo estar sentada en la clase pensando que había un mundo completo de ciencia que yo tenía que conocer. Para mí, la ciencia fue una extensión natural de mi lado artístico; una oportunidad

de explorar mi creatividad mientras exploraba una nueva frontera.

*¿En que trabaja actualmente?* Desarrollo nanosensores para medir cosas biológicas. Estamos tan interesados en desarrollar un sensor como en resolver un problema biológico. Una de las cosas que estamos estudiando ahora es cómo el sodio fluye hacia la célula durante el latido del corazón y cómo al bloquear el flujo se puede producir un fallo cardíaco.

*Escuchamos sobre su trabajo con los nanotatuajes para medir glucosa en la sangre. ¿De qué se trata todo eso?* Los tatuajes están hechos de pequeñas nano- y micropartículas que son insertadas en la piel con una aguja de tatuajes. Ya que nosotros hacemos nanopartículas para medir cosas, resultó una extensión natural de nuestro trabajo ponerlas en la piel como un tatuaje para medir glucosa. De esa manera, la gente diabética tendría una forma más conveniente de monitorear los niveles de azúcar en la sangre. Sin embargo, existe una diferencia mayor entre los dos tipos de tatuajes. Los nanotatuajes NO son permanentes, ya que el propósito es inyectarlos en una capa de piel más cercana a la superficie que la capa de piel donde se inyectan los tatuajes regulares. Esta capa, la epidermis, se desprende luego de una semana. La otra ventaja que tienen los nanotatuajes es que no dolería tanto como un tatuaje regular ya que no se inyecta tan profundamente en la piel.

*¿Tiene un tatuaje?* No, para nada. Mis amigos me dicen que los tatuajes regulares duelen mucho. (Para conocer más sobre los nanotatuajes, visita la página 8).

*Si no fuera científica, ¿qué cree que estaría haciendo hoy día?* Es difícil imaginar, ya que me gusta ser científica desde hace mucho tiempo. De vez en cuando, me pregunto si es muy tarde para unirme a la Asociación Profesional de Golf para Mujeres (LPGA, por sus siglas en inglés). A juzgar por mis puntuaciones en el golf, creo que me debo quedar trabajando en la ciencia.



# ESCANEAO DEL CUERPO

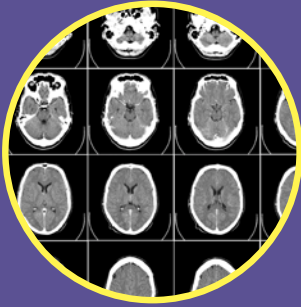


## RAYOS X

Radiación X

*Inventado en 1895*

Utiliza un haz de radiación electromagnética (rayos-X) para crear una imagen.

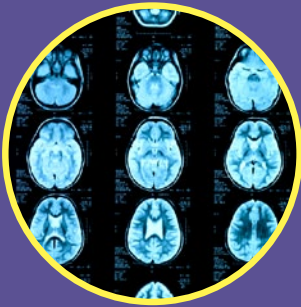


## CT

Tomografía Computadorizada

*Inventada en los años '60*

Usa rayos-X para crear una serie de imágenes de secciones transversales mucho más detalladas que una simple imagen de rayos-X.



## MRI

Imagen por Resonancia Magnética

*Inventada en los años '70*

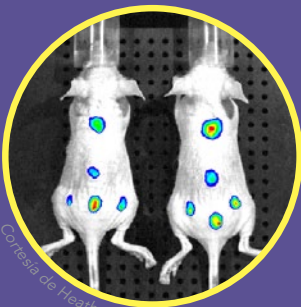
Usa campos magnéticos poderosos y ondas de radio para crear una serie de imágenes transversales muy detalladas.



## ULTRASONIDO

*Inventado en los años '50*

Utiliza ondas de sonido para producir una imagen en movimiento en tiempo real.



*Cortesía de Heather Clark*

¿Qué otras formas de crear imágenes del cuerpo traerá la nanotecnología en el futuro? Las nanopartículas fluorescentes están siendo actualmente investigadas y podrían proveer nuevas formas de crear imágenes del cuerpo.

No te sientes bien, así que visitas al doctor. Para diagnosticar qué es lo que te hace sentir mal, el doctor puede hacer pruebas externas mirando dentro de tus orejas y tu garganta. Pero en ocasiones eso no es suficiente ya que existe un límite de lo que un médico puede ver desde afuera, y abrir el cuerpo para observarlo es muy doloroso.

## OBSERVANDO EL INTERIOR DEL CUERPO

La técnica de rayos X es una de las maneras que se utiliza para ver el interior del cuerpo. Esta herramienta de diagnóstico fue inventada en 1895 y a pesar de que funciona estupendamente para mostrar partes densas como los huesos, no es muy buena mostrando tejidos blandos como el cerebro. Para ello, existen las máquinas de MRI ("magnetic resonance imaging" o imagen por resonancia magnética) y CT ("computed tomography" o tomografía computarizada), las cuales proveen imágenes que muestran las diferencias entre el tejido saludable y el tejido enfermo que el doctor pretende analizar.

Mientras que algunos tipos de cáncer son fáciles de detectar con resultados de MRI o CT, otros son demasiado pequeños para aparecer en las imágenes. Lo que los doctores necesitan es algo que haga que las células cancerosas se distingan del resto de las células. Los científicos están usando la nanotecnología para crear diferentes tipos de nanomateriales que ayudarán a los médicos a observar el interior del cuerpo con más detalle.

## ¿CÓMO LAS NANOPARTÍCULAS PUEDEN AYUDAR?

Tu cuerpo fue diseñado para mantener las cosas externas fuera y la mayoría de las cosas internas dentro. Los tipos de células que componen tu piel, el revestimiento del tracto intestinal y otros lugares en tu cuerpo forman una barrera protectora hermética. Para atravesar estas barreras, los artefactos



# Lo ves, lo arreglas

utilizados deben ser muy pequeños. Las nanopartículas son muy pequeñas – miden alrededor de 100 nanómetros de ancho, o 1/1000 el ancho de una hebra de cabello aproximadamente. Así que éstas harían el trabajo ya que podrían hacerse camino dentro y alrededor de las células.

Los científicos hoy en día están creando diferentes tipos de nanopartículas. El trabajo más reciente está centralizado en las partículas teranósticas, las cuales pueden utilizarse tanto para diagnosticar como para tratar la enfermedad, de ahí el nombre teranóstica=terapia + diagnóstico. Estas partículas teranósticas son diseñadas para ser inteligentes de manera que puedan ser dirigidas hacia una enfermedad específica.

Para combatir el cáncer, las teranósticas podrían cargar anticuerpos que se pegarían a las células cancerosas. Una vez pegadas, las nanopartículas descargarían una cantidad letal de medicina justo en el lugar donde se encuentra la enfermedad.

Algunas nanopartículas teranósticas son sensibles a las ondas microondas. Este tipo de onda podría utilizarse para calentar las partículas y hacer que éstas expulsen su dosis medicinal. Algunas partículas son activadas por la luz. Las nanopartículas pueden ser hechas de metales como el hierro, el cual puede observarse mediante el MRI.

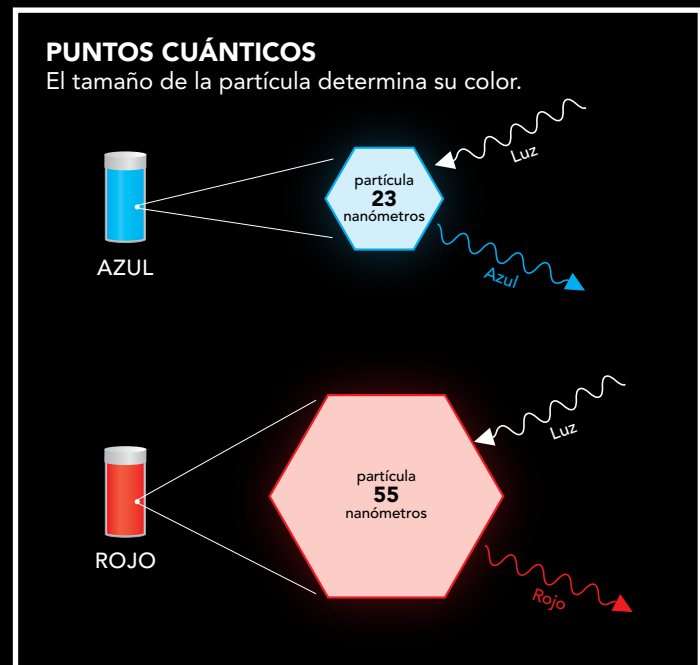
A través del uso de la nanotecnología, los doctores algún día podrán tener un nuevo conjunto de herramientas para tratar la enfermedad de forma más efectiva y de maneras que sólo podemos imaginar.

## PUNTOS CUÁNTICOS

Otro nanomaterial muy prometedor es el punto cuántico. Los puntos cuánticos son llamados en ocasiones átomos artificiales y son hechos de elementos como cadmio y selenio. Estas pequeñas partículas miden sólo unos cuantos nanómetros. Son tan pequeños que contienen sólo mil átomos aproximadamente. Los puntos cuánticos son fluoróforos, lo cual significa que ellos pueden absorber la luz en una longitud de onda y emitir luz en otra longitud de onda. Algunos puntos cuánticos absorben la luz y emiten luz con longitudes de ondas largas en el espectro infrarrojo.

Lo que hace que los puntos cuánticos sean potencialmente útiles para formar imágenes del cuerpo es que la luz infrarroja puede penetrar más hacia el interior del cuerpo que la luz visible. Si los puntos cuánticos pudieran ser dirigidos hacia las células de cáncer, los médicos podrían crear imágenes de tumores dentro del cuerpo.

Para hacer esto, los científicos podrían colocar anticuerpos en la superficie de los puntos cuánticos para pegarlos solamente a las células de cáncer. Los anticuerpos son un tipo especial de molécula que se utilizaría para localizar las células cancerosas. De esta manera, los puntos cuánticos podrían ser rastreados por su fluorescencia, proveyendo una imagen más detallada del cuerpo de lo cual tenemos disponible hoy en día.



Un doctor utiliza un otoscopio para revisar tus oídos y tu garganta. Para ver más adentro del cuerpo, otras herramientas de diagnóstico son necesarias.



Cortesía de Xiaohu Gao

Los puntos cuánticos son fluoróforos y brillan de diferentes colores dependiendo del tamaño de la partícula. Mientras más grande el punto, más rojo será el brillo.

Secuenciando ADN:

# MIENTRAS MÁS RÁPIDO, MEJOR

¿Qué es lo que hace que tú...seas tú? Pues, tu ADN desde luego. Ácido desoxirribonucleico es un trabalenguas de seguro, pero es el fundamento de todas las ciencias biológicas. Todo desde el color de tus ojos hasta cuán rápido un guepardo puede correr está programado en el ADN.

En los últimos 20 años, científicos e ingenieros han creado máquinas para secuenciar el ADN, lo cual les permite leerlo así como tú leerías un libro, excepto que es muy difícil leer tu ADN de principio a fin de una sola sentada. Así que el ADN es cortado para que los trozos puedan ser leídos individualmente, luego todo se une al final. Esto es difícil de hacer porque existen 3 mil millones de nucleótidos (los pilares del ADN) en tu genoma y las piezas que son leídas son sólo unos cientos de nucleótidos de largo.

Imagina que tomas un libro, lo arrancas en muchos pedazos, lees cada pedazo y luego tratas de descifrar qué es lo que la historia relata.

Uno de los avances más importantes en la lectura del genoma humano ha sido la creación de programas y computadoras que se utilizan para determinar cómo juntar las piezas de nuevo.

La nanotecnología está siendo utilizada para crear la próxima generación de máquinas de secuenciar ADN. Estas máquinas serán mucho más rápidas que las técnicas existentes. Las máquinas que se utilizan hoy en día leen los pedacitos de ADN muy lentamente (y muy costosamente) como para usarse en la lectura del genoma de cada persona en el mundo.

Una forma en la cual la nanotecnología está siendo utilizada es en la creación de

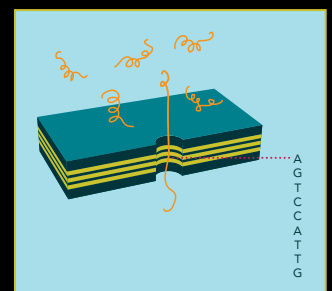
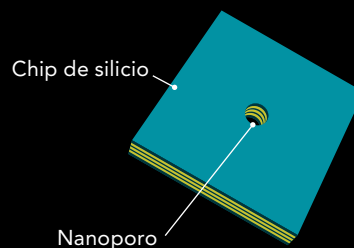
nanoporos, unos agujeros pequeñísimos, pero lo suficientemente grandes como para que una pieza de ADN pase a través de éstos.

**El ADN es alrededor de 3 nanómetros de ancho, lo que significa que aproximadamente 33,000 de ellos podrían colocarse en serie en el ancho de una hebra de cabello.**

Usando unos dispositivos electrónicos estupendos, estas máquinas con nanoporos son capaces de leer nucleótidos individuales mientras éstos se deslizan por el agujero. Consigue unos cuantos cientos o unos cuantos miles de agujeros alineados y podrás leer cientos de ADN, todos al mismo tiempo. Aún así será necesario utilizar una computadora muy poderosa para poder juntar estos pedazos nuevamente, pero en un futuro cercano, podrás tener tu propio genoma analizado.

¿Por qué es esto importante? Porque muchas de las enfermedades son causadas por cambios en tu ADN. Además, la forma en la cual ciertos medicamentos funcionan depende de tu constitución genética. Así que en el futuro la medicina va a ser más personalizada y más efectiva cuando el doctor sepa tu genoma o tu constitución genética.

## UN LECTOR RÁPIDO DE ADN



Un campo eléctrico hala las piezas de ADN a través del nanoporo.

La ruta para un proceso de cirugía menos invasiva:

# FABRICANDO HERRAMIENTAS ULTRA PEQUEÑITAS



En la antigüedad, las cirugías eran un trabajo espantoso. Los doctores tenían que hacer orificios suficientemente grandes, de modo que sus manos o las herramientas que iban a utilizar para llevar a cabo la operación cupieran dentro de tu cuerpo. Para trabajar en tu corazón, por ejemplo, ellos tenían que hacer una incisión muy grande y el tiempo de recuperación se debía mayormente al hueco que te hacían en el pecho.

Durante los últimos 20 años se han desarrollado herramientas más pequeñas y ahora las cirugías "mínimamente invasivas" son utilizadas para muchos tipos de operaciones, como el arreglar una rodilla o remover la vesícula biliar. Los agujeros son usualmente de unos pocos milímetros de tamaño y se hacen unos pocos –uno para la herramienta, otro para la cámara y tal vez otro para algo que ilumine las cosas adentro. ¡Claro! Las incisiones pequeñas sanan más rápido y fácilmente que las grandes.

## La nanotecnología puede ser utilizada para hacer cosas bien pequeñas, incluyendo herramientas quirúrgicas.

Los científicos están construyendo todo tipo de artefactos que puedan aguantar, cortar y arreglar partes bien pequeñas dentro de tu cuerpo – partes del tamaño de una sola célula o aún más pequeñas. El gran desafío en la fabricación de dispositivos de escala nanométrica es el montaje de las piezas que se necesitan para poder manipularlos.

Una manera que se puede utilizar para proveerle energía a los dispositivos de escala nanométrica es usando polímeros que respondan al calor o a químicos externos. El polímero cambia su forma y hace que las partes que están unidas – por ejemplo, los brazos de una pinza – se cierren.

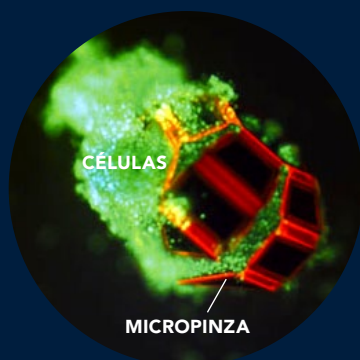


La nanotecnología está ayudando a los científicos a crear herramientas muchísimo más pequeñas que las herramientas quirúrgicas mostradas en esta imagen.

Estas pinzas pequeñas pueden ser utilizadas para agarrar células cancerosas y tomar muestras para análisis futuros.

Otras herramientas que se están desarrollando son cortadores muy pequeños hechos de un material piezoeléctrico. Este material utiliza la energía eléctrica y la convierte en energía mecánica, así que ellos vibran cuando se le añade un poco de electricidad. Pon un borde afilado en un dispositivo que está vibrando y tendrás algo que pueda utilizarse para cortar.

Otro gran reto es reemplazar las manos del cirujano. Las manos del cirujano ayudan a guiar las herramientas quirúrgicas y también proveen la presión necesaria para mantener el instrumento de cortar en su lugar. Por el momento, los doctores siguen sujetando estos instrumentos para colocarlos donde corresponden y los manipulan para que funcionen. ¿Cómo los instrumentos de escala nanométrica lograrán reemplazar al cirujano? Todavía no se ha descubierto la forma pero hay muchos científicos trabajando para descubrirlo.



## UNA PINZA PEQUEÑA EN ACCIÓN

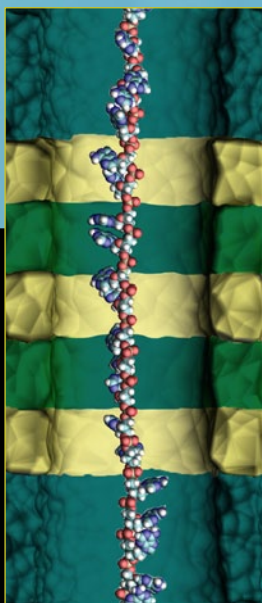
Esta pinza experimental se está cerrando alrededor de una célula viva. Es tan pequeña que podría tragarse o inyectarse en el torrente sanguíneo.

## ¿SABÍAS QUÉ?

Una doble cadena de ADN mide alrededor de 3 nanómetros de ancho.

¡Una hebra estirada de ADN mide alrededor de 10 pies de largo!

Si todo tu ADN estirado se alinea de punta a punta sería 2,000,000,000 millas de largo. Eso es aproximadamente la distancia entre el sol y el planeta enano Plutón.



El nanoporo es alrededor de 3 nanómetros de ancho.

Cortesía de IBM

Los metros de glucosa miden la cantidad de glucosa en la sangre.



# Nanotatuajes

¡BRILLAN EN LA LUZ!

Si tienes algún tipo de diabetes ya sabes esto: es un ritual diario tomar una muestra pequeña de sangre para luego analizar su nivel de glucosa. Las personas con diabetes tienen que hacerse muchos análisis sanguíneos, porque si el nivel de azúcar en la sangre se descontrola puede causar problemas serios y enfermarlos gravemente.

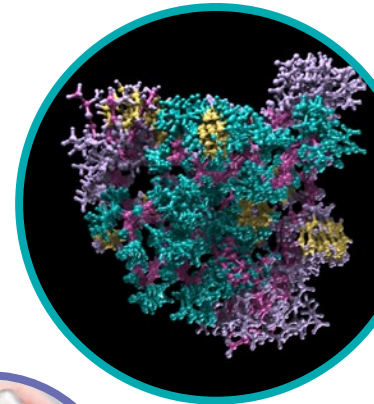


La nanotecnología se está utilizando en el desarrollo de instrumentos que analicen los niveles de glucosa en la sangre de manera menos dolorosa. También se ha utilizado para fabricar bombas pequeñas que suministran insulina, la molécula que tu cuerpo usa para controlar la glucosa en la sangre. Pero, ¿cuán estupendo sería si no tuvieras que pincharte?, o ¿qué tal sería si hubiese algún tipo de aparato que automáticamente te dijera cuál es el nivel de glucosa en tu sangre? ¿Qué tal con algo así como un tatuaje?

Los científicos han estado trabajando en tatuajes que en vez de utilizar tinta ordinaria usan nanopartículas que pueden detectar el nivel de glucosa en la sangre. Estas nanopartículas están hechas de un polímero especial que es biocompatible y contiene una molécula que muestra fluorescencia en presencia de glucosa. Ilumina el nanotatuaje con una luz y te dirá cuánta glucosa hay en tu sangre.

Los tatuajes son fluorescentes, de manera que sólo pueden ser vistos bajo una luz especial. Y probablemente eso está bien, ya que no queremos que tus amigos (y desconocidos) sepan qué está pasando en tu cuerpo. Aún quedan muchas cosas por trabajar, pero la idea es impresionante y hay muchos análisis diferentes que pueden llevarse a cabo mediante este tipo de tecnología.

La insulina es una molécula en la sangre que ayuda a las células a absorber glucosa.



Hoy día, la gente con diabetes tipo I puede pinchar sus dedos alrededor de 10 veces al día. Los nanotatuajes podrían proveer una alternativa más fácil y cómoda.



Una bomba de insulina puede proveer insulina al cuerpo.