

# ARTÍCULO

## **EL MUNDO DE LOS ÁTOMOS Y LAS MOLÉCULAS. ENTREVISTA CON LA DRA. MARÍA GUADALUPE MORENO ARMENTA**

*Adrián Estrada Corona*

Un conjunto de técnicas científicas de hoy que superan la ficción, lo son las que giran en torno a la nanotecnología. Y es que los investigadores que la utilizan, por ejemplo, en la biología, la física, la química, la ingeniería y la computación, literalmente se internan en el mundo de los átomos y las moléculas para conocerlo y observar el comportamiento de éstos ante diversos estímulos a los que los someten. La Dra. María Guadalupe Moreno Armenta<sup>1</sup>, investigadora del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM en Ensenada, explica que para comprender el ambiente de estudio de la nanotecnología, se puede pensar en la división, en su diámetro, de un cabello humano en 30,000 veces. La *Revista Digital Universitaria* entrevistó a la doctora Moreno, quien respondió a ésta y otras interrogantes sobre la nanotecnología.

**Revista Digital Universitaria (RDU):** ¿Podría explicarnos, doctora, lo que es la nanotecnología?

**Dra. María Guadalupe Moreno Armenta:** La palabra nanotecnología está compuesta del prefijo “nano-” y la raíz “tecnología”. “Nano-” es parte del sistema de prefijos utilizado en el Sistema Internacional de Medidas para indicar múltiplos y submúltiplos de las unidades. Nanómetro es entonces el submúltiplo del metro que significa 0.000000001 metros que escrito en notación científica es  $1 \times 10^{-9}$  m y tecnología, que en su acepción habitual es el conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Usualmente se define la nanotecnología como el estudio del control de la materia a escalas atómicas y moleculares, típicamente de entre 0.1 nm (aproximadamente el diámetro atómico y la longitud de enlace entre átomos) a 100 nm. Una forma común de imaginar lo que es una medida tan pequeña es pensar en que si se divide el diámetro de un cabello humano unas 30,000 veces, se tiene aproximadamente el equivalente de un nanómetro.

Una definición exacta de nanotecnología no es tan simple, porque en realidad a veces se trata con estructuras que son 1,000 veces mayores que un nanómetro, esto es, un micrómetro. Además, en muchos casos no es ni siquiera tecnología, sino que es todavía ciencia básica. Hay muchos fenómenos y leyes a esta escala que aún hay que comprender. Es por eso que se utilizan los términos de nanociencia junto con los de nanotecnología. Este nanomundo es una frontera todavía extraña entre la realidad de los átomos y las moléculas individuales (donde rigen las reglas de la mecánica cuántica), y el macromundo donde rigen las propiedades promediadas de trillones de átomos o moléculas.

Los materiales a escalas nanométricas, menores de 100 nm, al menos en una de sus dimensiones, presentan propiedades y comportamientos que difieren notablemente de los de los macromateriales. A esta escala la relación de área superficial a volumen es mucho más grande que en los macromateriales y dado que los átomos o moléculas superficiales no tienen sus enlaces completos como los átomos del volumen, sus propiedades por lo tanto tienen que ser diferentes. En nanoescalas los fenómenos cuánticos se vuelven importantes, mientras que en los macromateriales estos fenómenos se encuentran promediados debido a la gran cantidad de átomos o moléculas.

<sup>1</sup> La Dra. María Guadalupe Moreno Armenta es investigadora Titular “A” de Tiempo Completo, en el Departamento de Nanoestructuras del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM de Ensenada.

Es autora de 19 artículos publicados en revistas internacionales indizadas; 3 artículos publicados in extenso en memorias de congresos, y 1 artículo publicado en una revista nacional. En sus trabajos publicados ha hecho 130 citas, no autocitas, y 6 en índice h de Hirsh. Ha participado en 45 congresos. En cuanto a la formación de recursos humanos, ha dirigido 1 tesis de licenciatura y tiene en proceso 2 de licenciatura y 1 de maestría

Ha tomado 10 cursos a nivel posgrado y 8 a nivel licenciatura. Por otra parte, ha impartido 5 seminarios y 3 talleres. En su tarea como investigadora científica, ha desarrollado 4 proyectos. Pertenece al nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y al nivel C del PRIDE.

Lo interesante de esta tecnología es que reordenando las estructuras atómicas y moleculares, se puede hacer ingeniería de las propiedades involucradas y, eventualmente, fabricar materiales y maquinas con características muy útiles, muchas de las cuales todavía no las podemos imaginar. Se piensa actualmente que la nanotecnología llevará a la humanidad a una segunda revolución industrial.

**RDU:** ¿Qué tipo de estructuras moleculares son investigadas con la nanotecnología?

**MGMA:** Muchas de las nanoestructuras importantes están compuestas por elementos del grupo IV, carbono, silicio o germanio. De los grupos III-V se tienen los compuestos semiconductores, tales como el arseniuro de galio, mientras que en los grupos II-VI se tiene el sulfuro de cadmio, pero la investigación actual no se limita a estos grupos, sino que continuamente se buscan posibles utilidades con prácticamente todos los elementos.

El estudio de cúmulos o agrupamientos de pocos átomos (entre 3 y  $3 \times 10^7$  átomos) en la década de los ochentas, junto con la invención del microscopio de efecto túnel, dio origen al descubrimiento de los fullerenos y los nanotubos (ambos estructuras de carbono). Se puede considerar que dieron origen a la era de la nanotecnología. Otros desarrollos estudiaron las síntesis y las propiedades de nanocristales de semiconductores, lo que condujo a un rápido incremento del número de nanopartículas de metales y óxidos metálicos utilizados.

**RDU:** ¿Qué tipo de aplicaciones pueden hacerse con la nanotecnología?

**MGMA:** En la actualidad ya se encuentran en el mercado varios cientos de productos que usan nanotecnología, principalmente lociones para la piel, los cuales usan nanopartículas en suspensiones. Seguidos por avances en biotecnología, electrónica y la confluencia de ambas. Un buen ejemplo de la aplicación de la nanotecnología en el almacenamiento digital de datos, lo es el descubrimiento de la magnetorresistencia gigante, en la cual se ponen una encima de otras varias capas magnéticas, en donde una de ellas tiene un espesor de menos de un nanómetro. Se utiliza para producir sensores para discos duros, que son muchas veces más sensitivos que los sensores anteriores, lo cual permite que los discos duros sean de una mayor capacidad. La industria electrónica está profundamente interesada en nuevos métodos de nanofabricación, de modo que se puedan construir dispositivos cada vez más pequeños, rápidos y baratos.

En el área de la catálisis, donde las reacciones químicas se llevan a cabo en la superficie, las nanopartículas presentan una relación de área superficial a masa muy grande. Presenta un magnífico campo para el desarrollo de nuevos catalizadores cada vez más eficientes.

La manipulación de moléculas como el ADN, ofrece posibilidades de hacer computación con ellas, además de detectores de gases ultrasensibles.

En medicina las aplicaciones de la nanotecnología ofrecen un sin fin de posibilidades en las áreas de diagnóstico, detección y control de enfermedades.

En fin, los campos de aplicación son tan variados como la capacidad de imaginárselo. Lo que sí se ha hecho necesario para el desarrollo de estas tecnologías, es que tienen que confluír muchos campos del conocimiento para poderlo lograr. La nanotecnología es y será cada vez más interdisciplinaria. Entre las disciplinas que dieron origen a la nanotecnología, están la física, la química, la electrónica, la ciencia de materiales y la computación, por mencionar algunas de ellas.

**RDU:** ¿Cuáles son las aportaciones del supercómputo a la nanotecnología?

**MGMA:** La computación contribuye por partida doble a la nanotecnología, ya que su desarrollo ha impulsado fuertemente a la industria electrónica y, por otro lado, el creciente poder del cómputo ha dado un tremendo ímpetu al desarrollo del modelaje matemático de procesos físicos. Permite usar las computadoras como una herramienta poderosa para llevar a cabo cálculos que no se habían imaginado previamente y no sería posible resolverlos sin su auxilio. La computación es uno de los avances que conformaron la historia del siglo XX y cada vez tendrá más influencia en el presente siglo.

Una parte importante en el desarrollo de nuevos materiales o nanomateriales, es poder predecir sus propiedades aun antes de haberlos sintetizado. Esto se puede hacer, en cierta medida, resolviendo los problemas de la física cuántica, esto es, obteniendo soluciones aproximadas de la ecuación de Schrödinger, lo que solo es prácticamente posible mediante el uso de computadoras. Para problemas sencillos, en los que se involucran sólo pocos átomos, o bien sistemas periódicos cuya complejidad no es muy grande, se pueden utilizar computadoras personales que hoy día son muy poderosas. Pero para sistemas más complejos de muchos átomos, de superficies o de moléculas, calcular sus propiedades por métodos de primeros principios se vuelve excesivo para las computadoras personales. La única solución en estos casos es recurrir al Centro de Supercómputo, que tiene la infraestructura suficiente para realizar los cálculos.

En mi caso, que me dedico al cálculo de estructuras electrónicas de nuevos materiales, el servicio que nos brinda el Centro de Supercómputo es de gran ayuda para mi trabajo de investigación.

**RDU:** ¿Qué otros recursos tecnológicos son utilizados en la investigación con nanotecnología?

**MGMA:** El cálculo de propiedades de materiales o el cálculo de la posibilidad de existencia de algunos nanomateriales todavía no sintetizados, es sólo una parte de la investigación en nanotecnología, pero, como apuntaba anteriormente, es un campo altamente interdisciplinario donde tienen que trabajar de la mano teóricos y experimentales de diferentes campos, ya que la cantidad de conocimiento involucrado es demasiado grande para que un sola persona pueda manejarlo. Las técnicas experimentales para su fabricación se pueden dividir en dos grandes grupos. Esto es, trabajarlos a partir de materiales macroscópicos para llegar a las nanoestructuras (conocido como "Top-Down" en inglés) y las técnicas de autoensamble, que consiste en añadir átomos o moléculas de uno por uno para lograr la estructura deseada (conocido como "Bottom-Up" en inglés). Posteriormente hay que caracterizarlas y medir sus propiedades.

**RDU:** ¿Qué lugar ocupa la UNAM en México y el mundo en la investigación con nanotecnología?

**MGMA:** En lo que respecta a la situación que ocupa la UNAM en México y en el mundo, no es precisamente mi campo de experiencia. En un estudio hecho en 2008 por CIMAV, FUNTEC y la Secretaría de Economía<sup>2</sup>, se puede ver que para ese año el 18 % de los investigadores de México en nanotecnología pertenecían a la UNAM. En ese año mi lugar de trabajo, el CNyN (Centro de Nanociencias y Nanotecnología), todavía se llamaba CCMC (Centro de Ciencias de la Materia Condensada). Por lo que sé la UNAM está tratando de hacer un esfuerzo importante por mejorar su situación con respecto a esta tecnología emergente. Se está tratando de financiar el desarrollo de estas tecnologías con apoyos de fuentes más diversificadas, entre ellos los gobiernos estatales, y se ha empezado a buscar una mejor vinculación con el sector industrial.

En cuanto a la situación internacional, se hace mención de que los países líderes en este campo, son básicamente Estados Unidos, Japón y Alemania. Respecto a la situación latinoamericana, los países que realizan un esfuerzo, aunque bastante modesto, hacia el desarrollo de la nanotecnología, son Brasil, Argentina y México. De éstos Brasil y Argentina cuentan con un plan de desarrollo, mientras que en México, hasta ese

<sup>2</sup>  
4 - xx <http://www.nanored.org.mx/documentos/Diagnostico%20y%20Prospectiva%20Nanotecnologia%20en%20Mexico.pdf>

momento, sólo se tenían esfuerzos dispersos sin un plan concreto. CONACYT es hasta este momento la principal institución financiadora para el desarrollo de esta tecnología.

El plan nacional de desarrollo 2007-2012 contempla la investigación en nanotecnología, como un sector estratégico para el desarrollo del país. Pero es necesario que se invierta en ello, para que en la realidad no se quede sólo como un plan. Es además necesario que la planeación se haga de modo que pueda sobrevivir a los cambios sexenales.

**RDU:** ¿Qué potencial observa usted en la nanotecnología desarrollada en México para la creación de nuevas estructuras moleculares?

**MGMA:** El potencial de la planta de investigadores de México para la creación de nuevos desarrollos es de primer nivel, como lo atestiguan sus publicaciones en revistas internacionales con un buen factor de impacto. Sin embargo, uno de los problemas es que esto se hace en gran parte a nivel de ciencia básica. No hay en México un mecanismo efectivo que propicie la creación de patentes, que finalmente se puedan traducir en desarrollos tecnológicos que impulsen la industria nacional. Aún peor está la situación de las publicaciones científicas mexicanas, ya que para poder pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores, con el beneficio económico que ello acarrea, se tiene que publicar en revistas de alto impacto, y éstas son de carácter internacional. De esta manera no se promueve la publicación en las revistas del país.

**RDU:** ¿Qué impacto tiene la tecnología en la actividad productiva?

**MGMA:** La vinculación actual entre el sector académico y el sector productivo es bastante escasa, pero al parecer en los planes de desarrollo ya se contempla esto y los esfuerzos futuros deben hacer cambiar esta situación. En la medida que esto se logre se podrán ver sus resultados en la industria nacional. Dejar de lado el desarrollo de la nanotecnología haría crecer la brecha que existe entre los países desarrollados y México, haciéndonos más dependientes de comprar la tecnología del extranjero, sin tener productos de alto valor agregado con los cuales negociar.

**RDU:** ¿Qué futuro se puede pronosticar para la humanidad con el desarrollo y aplicación de la nanotecnología?

**MGMA:** El presente de la nanotecnología y por ende su futuro, sobrepasan ya en muchos aspectos la ciencia-ficción de hace sólo algunos años. Simplemente los avances en la electrónica de la computación nos dan una idea de lo que podría ser la computación cuántica, que por necesidad estará basada en la nanotecnología. La posibilidad de tener nanorobots, que sean introducidos en el cuerpo para aliviar enfermedades o atacar tumores, da una idea de que es incluso más interesante la ciencia real que la ficción.

**RDU:** ¿Qué mensaje daría usted a los estudiantes interesados en el campo de la nanotecnología y las nanociencias?

**MGMA:** Para los estudiantes interesados en la nanotecnología, se puede decir que en el futuro próximo se incrementarán las oportunidades de trabajo en esta área, que es muy interesante y diversa. Se necesitan especialistas en las áreas de física, química, ingeniería, electrónica, computación, biología y algunas otras más que se dediquen a la nanotecnología. Porque definitivamente creo que México debe integrarse a la brevedad posible a la era de la nanotecnología y uno de los recursos más valiosos para lograrlo son los humanos, altamente capacitados en estas áreas.

