

En este número se aborda especialmente la cuestión de las patentes en Iberoamérica a partir de dos trabajos, uno que revisa el estado de situación en España (incluyendo los mecanismos de transferencia y comercialización de tecnología), y otro que ofrece un análisis comparativo para el caso de países de América Latina como Argentina, Brasil, Chile y Colombia, y, por actor, sea universidad o empresa.

Las patentes son una modalidad de propiedad intelectual y se asumen como medida de protección y compensación al inventor, proporcionándole un mercado monopolizado en un territorio dado durante un cierto periodo de tiempo. Dado que se trata de un área de innovación de frontera, la competencia y velocidad de patentamiento es alta pero, al mismo tiempo, el reto de funcionalidad del proceso y del propio sistema de patentamiento en el área es mayor. Los datos ofrecidos precisan que a finales del siglo XX existían 5,177 patentes registradas, cifra que aumentó unas 25 veces al pasar a mediados del 2012 a 130,780 patentes registradas. En los países latinoamericanos se precisa una especial fortaleza en áreas de materiales y aplicaciones farmacéuticas.

El número se acompaña de una breve revisión del trabajo que se lleva a cabo en el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC) de Costa Rica en materia de innovación en biocombustibles. Se presentan resultados de investiga-

ción del uso de un alginato con nanopartículas de plata para impresiones dentales que evite la adherencia de microorganismos, mismo que fue premio de cartel en el marco de NanoMex'2011.

Asimismo, se ofrecen resultados de investigación relativos al desarrollo de tecnología de membrana con enrejados tipo zeolita, material microporoso, que poseen el potencial para la separación de mezclas de gases de interés energético y ambiental.

Se incluye el análisis de resultados de una amplia encuesta de percepción social sobre el desarrollo, potencial e implicaciones de las nanociencias y la nanotecnología en la comunidad académica y estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Universidad de las Américas Puebla, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán, Escuela Superior de Comercio y Administración Tepepan y Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, sedes Norte y Sur.

Finalmente, se publican los *Lineamientos para regulaciones sobre nanotecnologías para impulsar la competitividad y proteger al medio ambiente, la salud y la seguridad de los consumidores*, documento elaborado por el Grupo de Trabajo sobre regulaciones para la nanotecnología, integrado por varias dependencias del gobierno federal e instituciones académicas. El documento se presentó el 26 de noviembre de 2012 en la Secretaría de Economía en la ciudad de México.

# CARTAS

## Avances de un mundo pequeño: desarrollo de la nanotecnología en México

Luis Alberto Hernández Burciaga\*



Inauguración, NanoMex2012. De izquierda a derecha: Gregorio Hernández Cocoltzi, Rogelio López Torres, Fernando Santiesteban Llaguno, Rodolfo Zanella Specia y Joaquín Darío Tutor Sánchez

El quinto encuentro Internacional e Interdisciplinario en Nanociencia y Nanotecnología, NanoMex, tuvo lugar del 13 al 15 de junio del 2012, teniendo como sede la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

Como parte del congreso interdisciplinario, se llevó a cabo un taller de nanociencia y nanotecnología para principiantes, cursos de escritura de textos científicos, una conferencia magistral de apertura intitulada *Idea del tiempo y sistemacalendárico entre los mayas prehispáni-*

*cos* y, además, se presentó un video de difusión, *El Mundo de Fernano*, el cual tenía como objetivo principal mostrar de forma simple y práctica qué es la nanociencia y la nanotecnología, enfocado principalmente a jóvenes estudiantes, esto para impulsar el interés por el estudio e investigación en dichas áreas.

Como en ediciones anteriores, NanoMex'12 procuró promover y fomentar la discusión, difusión e intercambio de ideas entre investigadores de las ciencias naturales y exactas, de las ciencias



Taller para principiantes. Noboru Takeuchi, CNyN-UNAM.



Curso de escritura de textos científicos y Conferencia de apertura. Julia Tagüña Paiga y María del Carmen Valverde, IFL-UNAM.

\* Tesista de la carrera de filosofía de la FFyL, UNAM, e integrante del proyecto «Lab-nano. Laboratorio socioeconómico en nanociencia y nanotecnología» del CEIICH-CONACyT número 118244. <[www.labnano.ceiich.unam.mx](http://www.labnano.ceiich.unam.mx)>

sociales y las humanidades. Durante el evento se presentaron avances y resultados de investigación, incluyendo líneas sobre los aspectos sociales y éticos en los que recaen los resultados de dichas innovaciones.

Algunos de los temas abordados en el consorcio fueron: riesgos e implicaciones de la nanotecnología en el medioambiente y ciclo de vida, protocolos de fabricación, nanoestructuras, nanopartículas, fenómenos presentes en la nanoescala, (nanoalambres) virus, nanotubos, medicina, biotecnología, catalizadores metálicos, procesos de patentamiento, entre otros.

Acudieron unas 120 personas, entre ellos, científicos, investigadores, y estudiantes. El evento constó de 13 ponencias plenarias, 1 conferencia invitada, 24 exposiciones orales y la presentación de 74 pósters. Participaron investigadores de México, España, Estados Unidos, Brasil y Colombia.

Nanomex'12 fue patrocinado por la UNAM, en alianza con el Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Entre las ponencias plenarias, el Dr. Raúl Patricio Esquivel Sirvent del Instituto de Física de la UNAM, presentó algunos resultados concernientes al estudio del autoensamblaje en nanoprismas de Au en cristales unidimensionales, indicando así, las medidas que estos prismas poseen, las cuales van de los 7 nanómetros de grosor, mientras que sus rangos de longitud son de 70 a 140 nanómetros. Además, indicó la importancia que ocupa la interacción de las fuerzas de Van der Waals (fuerza atractiva o repulsiva entre moléculas [o entre partes de una misma molécula] distintas a aquellas debidas al enlace covalente o a la interacción electrostática de iones con otros o con moléculas neutras) la cual contribuye a formar una fuerza de atracción que participa de manera importante en el proceso de autoensamblaje.

La Dra. Marisol Alcántara Ortigoza, de la University of Central Florida (EUA); explicó que los fenómenos que se presentan en la nanoescala tienen una gran importancia tecnológica, razón por la cual es de gran interés conocer las propiedades de las partículas nanométricas y su comportamiento bajo diversas condiciones. En tal

sentido, agregó, se ha analizado el tamaño, la fisiología y las características vibracionales. Sin embargo, menciona, no podemos despegarnos de los modelos realizados anteriormente con respecto a la materia en la macroescala. Ya que, a pesar de referirnos a leyes de física distintas—entiéndase física clásica y cuántica— en ambos casos, estamos directamente estudiando el comportamiento de la materia. El análisis teórico de la física puede permitirnos generar conclusiones acerca de la nanoescala. Pese a ello, precisa Alcántara Ortigoza, hay ocasiones en que los modelos más allá de aportar información, pueden ser engañosos y conducirnos a errores; esto es un ejemplo de lo que ocurre al analizar las muestras nanométricas con ayuda del *Modelo de Debye*. En dicho modelo, el incremento de la temperatura de Debye es atribuido a la estructura propia de cada nanopartícula. Así, al analizar partículas con propiedades magnéticas, debemos recordar que las nanopartículas tienen números de coordinación pequeños, por lo tanto, cada átomo podría tener diferentes tiempos de relajación. La investigadora concluye recalcando la importancia de estipular en los análisis, el momento en que referimos a nanociencia, ya que habrá parámetros inherentes a ésta, que deberán tenerse en cuenta.

Por su parte, el Dr. José Ángel Martín Gago, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en España, abordó la viabilidad de desarrollar estructuras a partir de la química en superficies. Mencionó que las propiedades estructurales y electrónicas dependerán de los arreglos y la forma en que se acomoden las moléculas en la superficie en que se trabaje. Mediante la síntesis en la superficie se pueden formar especies moleculares que no sería posible obtener por otros medios, permitiendo así la formación de nuevas estructuras que a su vez son estables y que, además, permiten una eficiente transferencia de electrones e incluso generar técnicas científicas compatibles con alto vacío.

El Dr. Martín, tomando ideas de la catálisis heterogénea (aquella donde el catalizador y sus reactivos se encuentran en fases distintas, generalmente un sólido y un gas o un sólido y un líquido), mencionó que para poder generar los

arreglos y acomodos deseados es necesario alejar a la molécula de nuestro interés de todos aquellos grupos que la protegen y estabilizan, esto ya sea por adsorción o difusión (colocarse en una cierta superficie y dependiendo del nano-objeto final deseado, éste podrá ser ordenado en cadenas o redes). Esta aproximación nos lleva a la construcción desde el enfoque *bottom-up*, a partir de la cual, debido a las posibilidades que nos permite este tipo de química, se puede desarrollar la capacidad de elaborar electrónicos flexibles basados en moléculas orgánicas. Y es que la química de superficies permite generar redes poliméricas u objetos moleculares.

Uteriormente, el Dr. Edmundo Gutiérrez Domínguez, miembro del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, abordó el tópico de la nanoelectrónica. Básicamente se centró en el desarrollo de transistores MOS (metal-óxido-semiconductor) nanoalambres y el efecto apreciable en éstos dependiendo de su tamaño. Asimismo, el Dr. Gutiérrez presentó algunos resultados experimentales y el desarrollo de modelos para explicar fenómenos tales como el efecto de Hall cuantizado a temperatura ambiente.

El Dr. Ernesto E. Marinero, de la Hitachi Global Storage Technologies del San Jose Research Laboratory (EUA), explicó algunos temas relacionados con la nanociencia y la nanotecnología, incluyendo cuestiones relativas a las implicaciones y nuevas incorporaciones al mercado de productos de la nanotecnología. Señaló que entre las áreas donde se puede notar marcadamente la incorporación de la nanotecnología son: la producción y aplicación de fármacos, la industria y nuevas nanoestructuras de catálisis. De modo breve, se refirió al impacto que ha tenido la nanotecnología en lo que respecta a la tecnología de almacenamiento magnético, la cual ha presentado creces y avances desde la década de 1960. Además, mencionó algunos impactos (positivos) importantes que se han presentado en el avance y desarrollo de la nanotecnología. Dichos impactos se muestran en la producción de nanocables, usados como semiconductores para la conservación de energía, pero también en el sector salud, ya que la nanotecnología ha sido empleada para favorecer tratamientos de cáncer pulmonar y de

páncreas. Otro aspecto positivo del desarrollo de la nanotecnología, es el uso de nanopartículas magnéticas para la inducción de calor eficiente. Por último, el Dr. Ernesto E. Marinero precisó que "...la nanotecnología es imprescindible para continuar con el progreso en tecnologías establecidas y tecnologías emergentes. Es un motor que impulsa la creación y desarrollo de nuevas tecnologías, siendo la plataforma para impulsar la economía global además de ser una solución positiva que puede ayudar en demasía en el sector salud".

Por su parte, el Dr. Alexys Bruno Alfonso, en sustitución del Dr. Arthur R. Smith, desarrolló fundamentalmente temas de física cuántica, explicando brevemente ciertas fórmulas y procedimientos implicados en las investigaciones de dicha ciencia. En lo que respecta a los anillos cuánticos, indicó las posibilidades de materiales para diseñarlos, entre los que destacan los semiconductores, siendo ese tipo de anillos los más convencionales, aunque, indicó, también pueden ser elaborados con nanotubos.

El Dr. Ismael Bustos Jaimes, de la FMEDIC-UNAM, expuso avances de investigación en el



Dr. Wolf Luis Mochán Backal, Instituto de Ciencias Físicas-UNAM.

área de partículas tipo virus, (VLPS) señalando que son ensamblajes moleculares de los componentes de los virus. Indicó que "...estas partículas al ser nanométricas y poseer cierta homogeneidad estructural, permiten que sean tratadas con fines biomédicos y tecnológicos, esto es, desde vacunas hasta componentes electrónicos". Bustos enfatizó que él y sus colaboradores están empleando en su investigación el parvovirus B19, empleándolo como base biotecnológica. Agregado a esto, se está llevando a cabo un estudio en el ensamble *in vitro* de VLPS del parvovirus B19 a partir de la proteína VP2. "Hemos establecido condiciones para obtener VLPS de la proteína silvestre, así como quimeras de VP2, que exponen fragmentos quiméricos en la superficie de la partícula. El polimorfismo en el VLPS facilita la obtención de nanotubos (modificando el pH)".

El Dr. Wolf Luis Mochán Bacal, del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM, presentó un tipo de formalismo para calcular las propiedades macroscópicas y electromagnéticas de materiales periódicos efectuados por inclusiones, las cuales son incrustadas dentro de un huésped. En este sentido, puntualizó que "...la geometría de inclusiones es arbitraria y puede ser obtenida a partir de dibujos digitalizados que pueden ser manipulados con las herramientas de procesamiento de imágenes. Inclusive, tanto la composición de las inclusiones y el huésped, son ambas arbitrarias, y pueden corresponder a aislantes o a conductores. En el régimen de la larga longitud de onda, la dependencia en la composición y frecuencia, puede ser disociada de la dependencia de la geometría, lo que permite una aceleración de los cálculos en varios órdenes de magnitud con respecto a otros esquemas. Es así que se presenta, una aplicación basada en sistemas anisótropos que se comportan como absorbedores casi perfectos o reflectores de acuerdo con la dirección de polarización dentro de un rango de energía fácilmente sintonizable, y, además, se obtiene una explicación de la transmisión de películas metálicas perforadas por agujeros nanométricos, esto sin recurrir a la superficie de plasmones de forma explícita".

El Dr. Pedro Amalio Serena Domingo, investigador del Instituto de Ciencias de los Materiales

del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), presentó parte de su investigación centrada en explicar el comportamiento de nanohilos o nanoalambres metálicos. Indicó la importancia que éstos tienen por sus efectos cuánticos y balísticos tanto en el transporte electrónico como en su gran potencialidad para ser aplicados en el ámbito de la electrónica. De modo sucinto, presentó algunos estudios teóricos y computacionales sobre las propiedades mecánicas de los nanohilos de Al, Cu y Ni, pues son los tipos de nanohilos en los que está enfocada su investigación. En este punto, precisó que: "...al estudiar los nanohilos, considerando conjuntos de deformaciones negativas y positivas y aplicando métodos estadísticos, es posible determinar la distribución del esfuerzo aplicado, y de esto, es decir, de las curvas de fuerzas resultantes contra la deformación, se puede determinar el módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young". El Dr. Pedro Serena además explicó cómo es que se examina dicho módulo en función de diferentes parámetros que caracterizan la geometría del nanohilo, presentando así algunos resultados: "...los nanohilos tienden a deformarse de manera comprensiva a medida que su radio efectivo decrece. El módulo de Young presenta una fuerte dependencia de la orientación y del radio efectivo y se observan efectos no lineales en el módulo de Young similares a los observados en otros trabajos".

La Dra. Talat S. Rahman, de la University of Central Florida (EUA), desarrolló en parte de su exposición, el asunto de las nanopartículas metálicas las cuales pueden ser utilizadas como elementos que dispersan o esparcen ondas sublongitudinales, siendo útiles para asociar y retener la propagación de ondas planas (provenientes de la luz solar) dentro de un semiconductor absorbente de película delgada, para así incorporar la luz a una capa delgada absorbente. Las nanopartículas incluso pueden ser empleadas como antenas de sublongitud de ondas, en las cuales los plasmones cercanos al campo del semiconductor son asociados a éste para aumentar su efectividad de absorción. Además, las nanoestructuras plasmónicas son posibles candidatos, dijo, para reducir el grueso que poseen las capas



Dra. Ana Cecilia Noguez Garrido. Instituto de Física-UNAM.

fotovoltaicas absorbentes. De este modo, una película metálica delgada ubicada en la superficie posterior de una capa delgada fotovoltaica absorbente, puede ser acoplada a luz del sol.

Por su lado, la Dra. Ana Cecilia Noguez Garrido del Instituto de Física de la UNAM, señaló que las síntesis de nanopartículas dispersas (las cuales poseen una gran variedad de propiedades físicas y químicas) pueden ser adaptadas mediante la manipulación de su tamaño y composición. Uno de los aspectos que llama la atención respecto al estudio de las nanopartículas, indicó Noguez, es su propiedad óptica, la cual se caracteriza principalmente por la superficie de plasmón resonante (SPR) cuya posición, ancho

o intensidad pueden ser manipuladas utilizando diferentes combinaciones entre estos mismos parámetros. Además, explicó que la superficie de plasmón resonante se desplaza de modo uniforme, obteniéndose así, una sola resonancia. Adicionalmente explicó que la forma que poseen las nanopartículas o al menos como se aprecian a “primera vista”, no es de hecho la forma que poseen, a saber, esféricas: “...cuando se intenta buscar cómo son las nanopartículas éstas se presentan en el primer vistazo como manchas esféricas, pero al estudiarlas bien y detalladamente, puede notarse que las nanopartículas pueden tener distintas formas; forma de cubos, estrellas, icosaedros, decaedros, etcétera. Pues las nanopartículas pueden tener hasta nueve diferentes tipos de forma. Inclusive, dependiendo los nanómetros, aumentando o disminuyendo el tamaño y la temperatura, una misma nanopartícula puede cambiar su forma”.

La investigadora Alba Graciela Ávila Bernal del departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes (Colombia) abordó el tema de la nanotecnología, posibles riesgos “inminentes” de ésta, y protocolos que se deberían seguir cuando se trabaja con materiales y productos nano. Señaló puntualmente que los productos de la nanotecnología al ser incorporados a la industria y al ser comercializados de algún modo, traen consigo impactos positivos y negativos en el ciclo de vida y éstos deben ser estudiados, ya que cuando salen al mercado, sólo se exaltan los beneficios de los materiales y productos de la nanotecnología, pero, no se prevé suficiente información en el manejo de desechos y el impacto que puede ocasionar en la salud y el medio ambiente. “Trabajar con nanomateriales y nanoproductos tanto para el investigador como para el trabajador y el consumidor, implican ciertos riesgos ya que se está en contacto con ellos, en diversas concentraciones y formas.” Ante tal situación, Alba Ávila señaló la dificultad para establecer marcos regulatorios y de estandarización. Esto surge, en cierta medida, de la variabilidad que se presenta entre la caracterización de los nanomateriales y productos, el reporte de concentración de nanomateriales usados y los métodos y sistemas so-

bre los cuales se realizan estudios de toxicidad. Si bien, los productos caen bajo estándares y regulaciones, los nanoproductos no están regulados bajo estándares propios, surgiendo así cierta problemática". La investigadora, culminó señalando algunos retos que habría que confrontar y resolver en relación con el diseño y uso de nanoproductos como lo son la necesidad de conocer los procesos de diseño y fabricación de los nanocompuestos; el seguimiento de protocolos de fabricación; y la efectiva realización de estudios de dispersión no invasivos.

Por su parte, el Dr. Sergio Fuentes Moyado, del Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM, expuso que uno de los objetivos principales de su investigación es emplear catalizadores para crear combustibles de ultra-bajo azufre, donde las nanoestructuras ocupan un papel importante para la creación de dichos combustibles. Brevemente explicó que para tal propósito, se está explorando el uso de dos tipos de catalizadores; el catalizador de Paladio soportado en  $Al_2O_3$  modificados con tierras raras, (Ce, La y Zr) esto para llevar a cabo la reducción de contaminantes emitidos por motores de automóviles. Ulteriormente, describió parte del procedimiento

empleado para llegar a tal finalidad, suscribiendo que durante la investigación, se arrojó un resultado destacable: "se había identificado que los catalizadores propuestos presentaban un comportamiento (positivo) superior a los catalizadores de tipo comercial, razón por lo cual se ha presentado ya una solicitud de patente sobre 'Catalizadores de  $Co(Ni)-MoS_2$  para la eliminación de azufre en cargas de petróleo destinadas a la producción de gasolina y diesel".

Finalmente, el Dr. Sergio E. Ulloa, del Department of Physics and Astronomy and Nanoscale and Quantum Phenomena Institute, de la Universidad de Ohio (EUA), presentó avances de sus investigaciones relativas al efecto spin-órbita y corrales cuánticos. Respecto al efecto spin-órbita, señaló la gama de ejes de simetría que éste presenta, además de indicar que "...es posible controlar el spin-órbita a través de magnetización. Así, los efectos del spin-órbita en instrumentos de transporte pueden ser manipulados con campos eléctricos". Presentó entonces la relación que se muestra entre la polarización del "spin" y los nanotubos, pues dicha polarización puede ser controlada mediante nanotubos de carbono envueltos helicoidalmente con moléculas



Dr. Sergio Fuentes Moyado. CNyN-UNAM.



Dr. Sergio E. Ulloa. Universidad de Ohio.



Sesión de pósters, NanoMex2012

las polares, tales como el ADN". Por otra parte, reveló que en las superficies metálicas se han construido corrales -como ejemplo-, habló de las superficies de Cu. El investigador terminó señalando cómo es que en los corrales cuánticos, hechos con átomos magnéticos, es posible controlar las propiedades espectrales de los mismos sistemas cuánticos situados en el interior, siendo esto viable a través de la aplicación de campos magnéticos moderados.

Al cierre del evento, se premiaron tres pósters. El primer lugar fue sobre "Tecnología de membrana con enrejados imidazolato tipo zeolita" de J. Vega Moreno, E. Reguera, J.A. I. Díaz

Góngora y A. A. Lemus Santana del Centro en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional. El segundo lugar correspondió al trabajo sobre "Propiedades luminiscentes de nanopartículas de  $\text{SnO}_2$ : Eu" de R. Sánchez-Zeferino, U. Pal y M. Barboza-Flores del Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Finalmente, el tercer lugar se otorgó al trabajo sobre "Plasmones de superficie de nanoaleaciones núcleo-capa metálicas no esféricas" de B.S. Martínez, A.L. González y F. Pérez-Rodríguez, también del Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.



Ganadores del concurso de póster, NanoMex2012