

EL PODER DE LA **NANOTECNOLOGÍA**



La Fundación Ramón Areces y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) celebraron su cuarto simposio anual, esta vez de forma telemática, para presentar a la sociedad española la vanguardia de lo que se está desarrollando en este centro de investigación puntero con sede en Boston. La colaboración entre ambas instituciones se extiende a proyectos de investigación conjuntos y la Fundación Ramón Areces beca a investigadores españoles para que se formen en este centro de Estados Unidos.

“La nanotecnología revolucionará los materiales, la medicina, las fuentes de energía...”

Vladimir Bulovic, director de MIT.nano

En esta ocasión, los tres mayores expertos en nanotecnología del MIT -dos de ellos españoles- explicaron en dos sesiones los prometedores avances que se están dando en el campo de la nanotecnología. Entre otros logros, hablaron de placas solares mucho más eficientes y económicas que las actuales, que son imprimibles en papel o telas y que son enrollables. También explicaron los desarrollos de tejidos inteligentes o sensores que se acercan poco a poco al tamaño de las células humanas.

En este cuarto simposio de la Fundación Ramón Areces y el MIT ha participado el fundador y director de MIT.nano, considerado el centro de investigación más innovador de esta institución norteamericana. **Vladimir Bulovic** explicó cómo en ese edificio, situado en el centro del campus de Boston para facilitar que cualquier investigador de otra disciplina pueda participar, no hay despachos. “La idea es que nadie tenga plaza fija en él y así los investigadores, sobre todo alumnos, puedan rotar de forma continua”, ha explicado. Entre otros ejemplos, Bulovic destacó la importancia de la nanotecnología a la hora de fabricar algo tan simple e importante en estos días como las mascarillas de protección. “La nanotecnología es clave ya para conseguir nuevos materiales, nuevas medicinas o nuevas fuentes de energía y va a revolucionar todos estos campos”, aseguró. Sobre esto último, mostró un nuevo sistema de células fotoeléctricas más eficientes y económicas para captar la energía del sol. “Hemos conseguido imprimir estas células en material fino y enrollable que se puede desplegar como si fueran alfombras en el tejado y también por las paredes para captar la luz de sol cuando no estamos en casa. De esta

manera nos ahorraremos las costosas instalaciones, pues hay que tener en cuenta que dos terceras partes del presupuesto cuando instalamos paneles solares rígidos de silíceo van destinadas a la propia instalación. Estas células solares imprimibles, al ser tan finas, versátiles, ligeras, transportables y, además, mucho más eficientes, tampoco tendrán el riesgo de fracturarse como sucede con las de silíceo. Pensemos por ejemplo en un rascacielos, cómo esta tecnología podría inmiscuirse en sus ventanales, en toda su superficie y estar recolectando energía del sol sin que nos enteremos. Este sistema podría resultar muy útil también para proveer de electricidad a poblaciones que no tienen acceso a esta fuente de energía básica”, añadió el director de MIT.nano.

Por su parte, **Tomás Palacios**, profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación del MIT, aseguró que “estamos en la etapa más apasionante y creativa de la electrónica de los últimos 50 años porque por primera vez en décadas la ley de Moore ya no nos dicta qué hacer”. “Por fin somos libres y estamos obligados a cambiar el paradigma de la electrónica”, añadió. Su investigación actual se centra en nuevos dispositivos electrónicos y aplicaciones para nuevos materiales semiconductores, como el grafeno, el disulfuro de molibdeno y el nitruro de galio: “El objetivo de mi grupo de investigación en el MIT es explorar nuevos paradigmas que permitan a la electrónica seguir cambiando el mundo a mejor”.

Palacios explicó que la electrónica tradicional basada en silíceo se enfrenta en estos momentos a cinco barreras que le impiden avanzar: “El tamaño físico de los transistores se acerca rápidamente al tamaño de los áto-

“Trabajamos en microsistemas electrónicos que tengan el tamaño de células humanas”

Tomás Palacios, investigador del MIT

mos; sus prestaciones no mejoran al ritmo esperado, aunque reduzcamos su tamaño; el acceso a la memoria del sistema es mucho más lento; estos elementos electrónicos cada vez consumen más energía eléctrica y se calientan más, y, además, los costes de las fábricas han aumentado mucho”.

Dibujado este panorama que deja atrás la ley de Moore, según la cual los procesadores reducen su tamaño a la mitad y duplican su capacidad y el número de transistores cada dos años, Palacios ha considerado que “algo tiene que cambiar”. Y ahí es donde entran los “materiales extremos” en los que trabaja: “El nitruro de galio es un semiconductor empleado en todas las bombillas de led y con capacidades únicas para controlar grandes cantidades de corriente o voltaje. También tenemos los materiales bidimensionales, que son extraordinarios, con una capa atómica de espesor en el caso del grafeno y de tres en el del disulfuro de molibdeno. Aunque son los materiales más delgados que existen, también son los más resistentes y poseen propiedades electrónicas extraordinarias”.

Estos materiales ya están demostrando que pueden mejorar el rendimiento de los procesadores tradicionales como aceleradores de hardware. “Son fáciles de integrar en ellos. Existe gran interés por ejemplo en la detección de luz infrarroja, algo que tiene aplicaciones en campos diversos como la visión nocturna, las pruebas de diagnóstico médico por imagen o el control remoto de ordenadores. Estos materiales cambian su estructura molecular, por ejemplo, de aislante a conductor, a una determinada temperatura... Estoy convencido de que los procesadores del futuro seguirán teniendo silíceo, pero también necesitarán materia-

les extremos como el nitruro de galio para aumentar sus prestaciones”, afirmó este experto del MIT. Su grupo de investigación está desarrollando elementos con nitruro de galio que viajarán en las naves que exploren Venus, donde la temperatura ambiente es de más de 500 grados centígrados. “Estos circuitos también se investigan para integrarlos en futuros aviones supersónicos, en los que la temperatura puede exceder los 800 grados centígrados”, añadió.

Tomás Palacios se muestra convencido de que caminamos hacia lo que llama la “electrónica ubicua, donde todos los objetos de nuestro alrededor interactuarán y estarán dotados de inteligencia a distintos niveles”. Para dar ese paso, primero necesitamos desarrollar nuevos métodos de fabricación electrónica. Y ya están en ello. Según ha mostrado durante su intervención en este cuarto simposio MIT-Fundación Ramón Areces, circuitos electrónicos casi microscópicos a partir de grafeno pueden quedar integrados en el material polímero con el que se fabrica un dron con impresora 3D. Cuando el dron está en pleno vuelo, esos sensores de tensión comunican la resistencia de cada zona concreta. Esto será útil para incorporar este tipo de sensores de tensión en el fuselaje de un avión.

De igual manera, esos microprocesadores pueden quedar integrados en los tejidos. “Asistimos también a una nueva generación de fibras textiles. Una vez tenemos el material, nos ponemos a tejer. Nunca imaginé que aprendería a tejer en el MIT... Y así tenemos por ejemplo un jersey que interactúa con electrónica de forma nueva al conectarse con sensores a una red neuronal para usar la inteligencia artificial y conocer qué está sucediendo a nuestro alrededor”, reco-

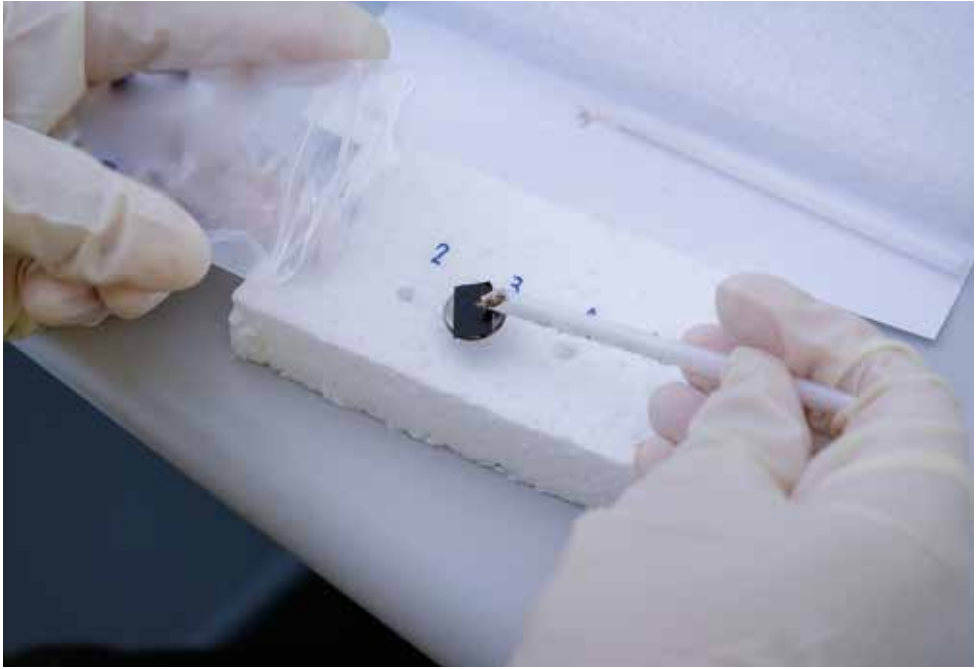


Arriba: Vladimir Bulovic y Karl Koster. Abajo: Raimundo Pérez-Hernández y Eduardo Garrido

noció Palacios. “Aunque queda aún mucho por hacer, la frontera entre el ordenador y el mundo que nos rodea se vuelve cada vez más difuso”.

Durante este repaso por lo último en nanotecnología, este investigador del MIT ha mostrado cómo existen ya interfaces biomédicas y procesadores de audio que se pueden alimentar de las ondas WiFi. Y ha reconocido su fascinación por la naturaleza. “En cada una de nuestras células encontramos una amplia variedad de sensores y sistemas de comunicaciones, con memoria y métodos para obtener energía... y todo eso en cada una de nuestras células y en un volumen que es entre cien y mil veces menor que el menor de los microsistemas basados en silíceo. ¿Podemos aprender de la naturaleza y copiar alguna de estas ideas y desarrollarla en sistemas electrónicos? Eso estamos intentando”. Dijo que ya están trabajando en un nuevo grupo de microsistemas electrónicos que tengan el tamaño de las células biológicas. “Ya contamos con un prototipo del tamaño de 50 micras de diámetro. Creo

que es uno de los microsistemas electrónicos más pequeños que se ha fabricado nunca, si no el más pequeño, y es perfectamente autónomo y cuenta con al menos tres sensores químicos, con lógica, con un reloj, con algo de memoria... Este nuevo elemento tiene el potencial de transformar la electrónica y nos va a permitir explorar muchas cosas”. Sobre el tamaño, ha explicado que estas células artificiales tienen entre 40 y 50 micras, pero que ya investigan una generación de tan solo cinco micras. “En este caso, combinamos materiales extremos como el disulfuro de molibdeno, el nitruro de galio y el grafeno con el silíceo. Podemos fabricar millones de células al mismo tiempo. Estas células son muy versátiles para flotar en el aire el tiempo que sea necesario mientras detectan compuestos químicos de interés; se pueden introducir en filamentos plásticos de impresoras 3D para transferir esta inteligencia a objetos, también mezclados con polímeros para cambiar las propiedades ópticas y eléctricas de los objetos, y en el futuro estas células se introducirán en el interior



de nuestro cuerpo para ayudarnos a diagnosticar y tratar un sinnfín de enfermedades. Esta nueva generación abre nuevas oportunidades para la electrónica del futuro, queda mucho camino por recorrer, pero ya se está dando”. Y ha vuelto a insistir: “Estamos en el momento más apasionante de la historia de la electrónica por la confluencia de nuevos materiales extremos”.

En este foro sobre el futuro de la nanotecnología también ha participado **Jesús del Álamo**, profesor de Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Sus intereses de investigación actuales se centran en la nanoelectrónica basada en semiconductores compuestos y semiconductores de brecha de banda ultra ancha. Durante su intervención, mostró como ejemplo el desarrollo que está haciendo Tesla de conducción autónoma. “Para ello, están empleando un chip de 260 milímetros cuadrados y que integra seis mil transistores, lo que prueba el enorme desarrollo que está alcanzando la microelectrónica”.



Jesús del Álamo



Tomás Palacios