

La nanotecnología es un área emergente en Uruguay. Consiste en la manipulación y alteración de materiales a la escala más chica que el hombre puede observar hoy. Hasta hace no tanto la medida observable más pequeña era la micra (una milésima de milímetro), un nanómetro es la milésima de una micra, lo que permite ver moléculas.

Los químicos especializados en un área bastante más vieja: la "química de materiales", y los físicos se están interesando en esta nueva rama científica que permite modificar (mejorar, adaptar, adecuar) materiales y transformar algunas de sus propiedades físicas (por ejemplo su sensibilidad a la luz).

En el Primer Mundo ya se han modificado materiales, alterando su estructura molecular, sobre todo polímeros y plásticos. Se crearon materiales más resistentes, pinturas que no se rayan, cosméticos a los que se les incorporan efectos terapéuticos, entre otros.

Como los materiales sobre los que es posible trabajar a escala nano pueden ser de todo tipo, la nanotecnología tiene aplicaciones casi infinitas, por eso el gobierno la incluyó dentro del Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI), aprobado en febrero, y la definió –junto a la biotecnología y "otras tecnologías emergentes"– como un área estratégica transversal.

No hay productos nanotecnológicos elaborados en Uruguay. Pero sí hay líneas de investigación en marcha, con aplicaciones posibles en áreas tan distintas como la medicina y la energía.

La Universidad de la República (UDELAR) creó recientemente un Centro Interdisciplinario de Nanotecnología y Química y Física de Materiales, en el que trabajan 17 investigadores de las facultades de Química, Ciencias e Ingeniería, más un científico asociado del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE). En total (si se suman los docentes grados 1 y 2 que también participan en el proyecto) hay unas 30 personas involucradas.

Desde 2008 funciona en el Polo Tecnológico de Pando (PTP) un Centro NanoMat con "capacidad de preparación de materiales, nanomateriales, películas delgadas, equipamiento para caracterización estructural de materiales, para homogeneización de tamaños, para medida de tamaño de partículas y capacidades para el armado de dispositivos", según explicó su responsable, Álvaro Mombrú. La iniciativa cuenta con el apoyo del proyecto Uruguay Innova (con financiamiento europeo). Allí ocho investigadores trabajan en áreas básicas de síntesis y caracterización de nuevos materiales y estudian sus propiedades por simulación computacional. En lo aplicado, se trabaja en biomateriales de reposición estructural de tejidos y en celdas solares de base nanotecnológica (véanse notas en páginas 2 y 3).

Además de este equipo, otro grupo de la Facultad de Química, liderado por Laura Fornaro, está trabajando a escala nano en la obtención de filmes (placas sensibles) para obtener imágenes con radiación ionizante, con aplicaciones tanto en el área de la salud (mamografías, centellografías) como de la seguridad (lectura de valijas en aeropuertos, por ejemplo). Hasta hace poco trabajaban a nivel micro, lo que permitía mejorar hasta cierto punto la placa construida a partir de materiales sensibles a la radiación (como el yoduro de mercurio y el yoduro de bismuto). Recientemente consiguieron nanoestructuras que permitirán en un futuro mejorar aun más la película sensible. Por ejemplo, si el material se hace más sensible eso permitirá disminuir las dosis de rayos X a las que se somete a un paciente.

Como lo que define a esta tecnología son los tamaños en los que opera, su desarrollo en Uruguay depende de los equipos con que se cuenta para observar a esa escala.

Hasta hace poco había en nuestro país sólo un aparato adecuado –un microscopio electrónico de transmisión– en la Facultad de Ciencias. Recientemente el gobierno compró un aparato mejor, un microscopio de fuerzas atómicas que se encuentra actualmente en el Clemente Estable.

Por último, la UDELAR acaba de adquirir otro microscopio de fuerzas atómicas que se ubicará en Rocha, en el Centro Universitario de la Región Este (CURE), donde a partir de este año se radicó el grupo dirigido por Fornaro.

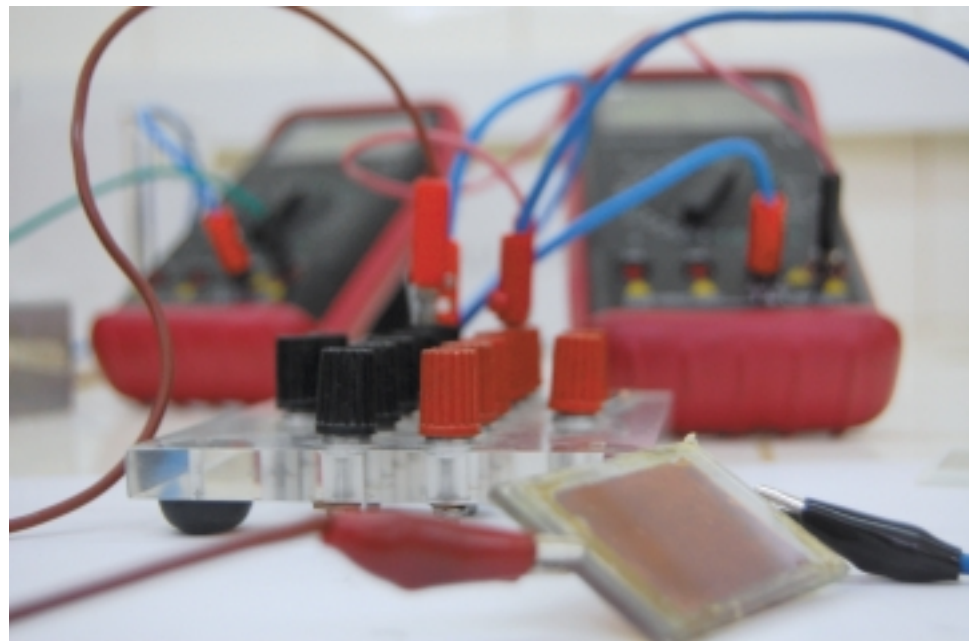
En el PTP, y tal como explicó Mombrú, hay instrumentos que permiten medir nanomateriales, aunque no observarlos.

El "rey" de los equipos para nanotecnología es el sincrotrón, un aparato que irradia rayos X de distintas energías y distintas intensidades y que permite observar nanoestructuras con una definición aun mayor. En América Latina sólo hay uno, en Brasil. En estos días dos investigadoras viajaron allí para estudiar nanoestructuras logradas en Uruguay.

Paneles solares nanotecnológicos

Se prendió la lamparita

En el Polo Tecnológico de Pando (PTP) de la Facultad de Química, Brecha conversó con los químicos Álvaro Mombrú, Ricardo Faccio, Helena Pardo y Luciana Fernández, del Centro NanoMat. Están abocados a construir celdas solares de bajo costo a partir de nanomateriales, una forma de aumentar el uso de la energía de origen solar, para que Uruguay pueda avanzar en la diversificación de su matriz energética, disminuyendo su dependencia de los combustibles fósiles.



Prototipo de celda solar

ÁLVARO PÉREZ GARCÍA

EL CENTRO DE Innovación y Desarrollo en Nanotecnología y Materiales, más conocido como Centro NanoMat, tiene como cometido desarrollar nuevos materiales e innovar en dispositivos, tanto para la generación de conocimiento –desde la oferta académica– como para el apoyo a empresas y emprendedores, enfocando la visión desde la demanda.

Es por eso, dicen los químicos, que ubicaron en el campo de las celdas solares un área vinculada a su experiencia y capacidad, y les pareció natural trabajar en ello, ya que veían la posibilidad de hacer aportes concretos e innovadores.

Lo primero que habría que ver para hacerse una idea de qué estamos hablando cuando decimos "paneles solares de bajo costo" es el modelo a pequeña escala (algo así como la maqueta) de los paneles que diseñan. La pequeña maqueta (que cabe en la palma de la mano de un niño) para un ignaro no es más que dos vidrios pegados con algunos cablecitos por dentro. Para un ignaro, porque, como bien dicen los químicos, "lo que se ve no es proporcional a la investigación y conocimiento que hay detrás".

Estos pequeños paneles se hacen a escala nanométrica: los eventos que se producen tienen que ser descriptos o estudiados a nivel de la millonésima parte de un milímetro.

Los microscopios electrónicos de barrido pueden mostrar muy adecuadamente los micrómetros (o micras, la milésima parte de un milímetro), pero empiezan a perder resolución cuando se quieren estudiar detalles en órdenes menores de longitud. En la escala micrométrica se ven muy bien las células; en la escala nano ya entramos en el territorio de las moléculas, de un puñado de átomos. Por ello para estudiar en detalle los nanoproducidos es necesaria la microscopía electrónica o la de fuerza atómica.

Las celdas de base nanotecnológica (las que los estudiosos ensayan) utilizan principios semejantes a los de la naturaleza para el aprovechamiento de la radiación solar, que se capta por medio de pigmentos. Para lograrlo con una eficiencia competitiva, es fundamental aumentar lo más posible la superficie de contacto entre el pigmento y el semiconductor, y ello se logra a escala nano.

El panel convierte la luz del sol en electricidad mediante la estimulación de pigmentos por la radiación solar. Este efecto de estimulación es como el que se verifica en la naturaleza, por ejemplo en la clorofila. De esta forma, imitando lo que ocurre en la naturaleza, se logra la separación de cargas en un semiconductor, que proporciona los electrones para la corriente que surge de la celda solar.

Además a escala nanométrica se pueden lograr ensambles entre distintos pigmentos o con otras moléculas y así mejorar la captación de radiación solar, o incluso a través de la incorporación de otras nanopartículas que mejoren la eficiencia.

Para la construcción de ese panel solar se utilizan semiconductores de óxidos con diversas formas de presentación (nanopartículas o nanotubos), sintetizados por los químicos en el laboratorio del Centro NanoMat, que son comparados con semiconductores comercialmente disponibles. El material más utilizado es el óxido de titanio.

METAS. Los investigadores tienen como objetivo que ese trabajo "ensayístico" pueda tener aplicación en Uruguay a mediano plazo, a partir de la obtención de una tecnología nacional de bajo costo.

"Venimos trabajando en tratar de tener prototipos con la tecnología disponible a nivel mundial, y que eso nos sirva de trampolín para el desarrollo de tecnologías propias", resumen.

Actualmente las celdas solares que más se comercializan en el mundo son de silicio: hechas con una capa cristalina de ese material en condiciones de alta temperatura, en cámaras limpias, en un proceso bastante tedioso y con un costo elevado por metro cuadrado. Las celdas que se proyectan son distintas: lo que se hace es sustituir esas dos placas de monocristales (material cristalino de silicio) por una superficie metálica agregándole nanopartículas de titanio en las cuales se pone un colorante.

Con este proceso la tecnología es bastante más barata. A diferencia de los colectores solares que se pueden observar en algunos edificios o casas (que tienen como función sólo calentar agua), estos paneles fotovoltaicos buscan transformar la energía solar en eléctrica y así sumar otra fuente alternativa de producción de energía.

Los investigadores creen que la apuesta es viable. Si bien el desarrollo requerirá ciertos esfuerzos y costos, igual será conveniente: *“Siempre una inversión tiene que haber, porque nada es gratis. En equipamientos, por ejemplo, pero va a ser inferior que si nos planteáramos la producción de paneles tradicionales de silicio”*.

Precisamente por su costo el uso de los paneles fotovoltaicos no se ha masificado como fuente alternativa de energía. *“Estas son las desventajas que han impedido el despegue de estas tecnologías a nivel mundial, que viene amagando desde los setenta, desde las primeras crisis del petróleo. En España o Israel uno ve viviendas con paneles solares, pero no termina de darse el despegue”*, apuntan los químicos.

Aunque, alertan, no se trata de que una forma de producción de energía sustituya a la otra, sino que se complementen. Citan como ejemplo la adquisición que hizo el año pasado el gobierno uruguayo (a través de un aporte financiero del gobierno japonés, con una inversión de 5 millones de dólares) de paneles fotovoltaicos que se van a instalar en Salto Grande: *“Son los tradicionales de silicio, pero marca la idea de que Uruguay va en un camino. Es una planta que va a ser de 300 quilovatios y que va a atender a unas 60 viviendas”*.

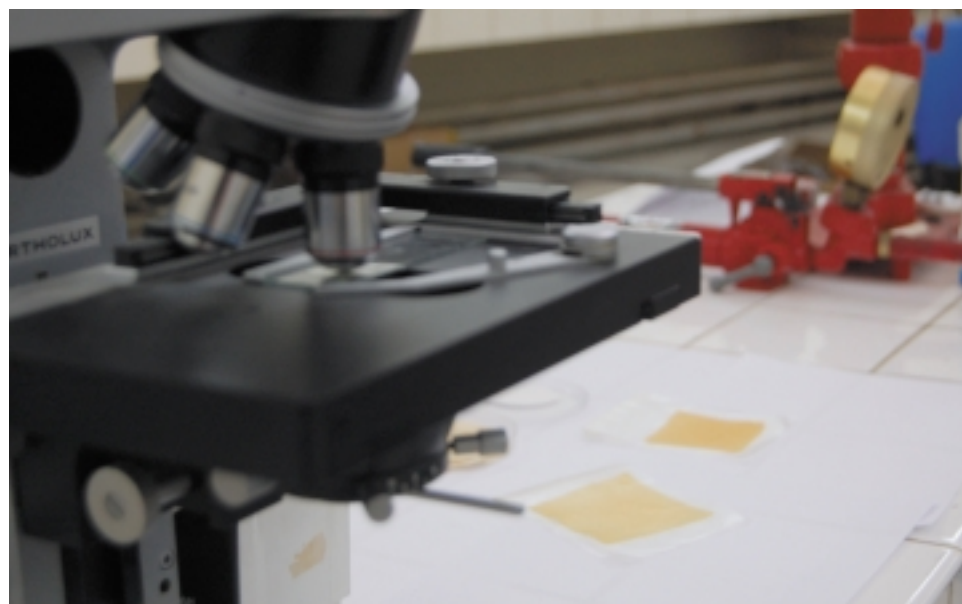
A pesar de que Uruguay es un país con una cobertura eléctrica casi total, en ciertas zonas puede ser más conveniente instalar paneles fotovoltaicos que extender la conexión eléctrica. De hecho, algunas escuelas y establecimientos rurales ya lo han hecho. Y en algunos tambos del país están presentes el panel fotovoltaico, el colector solar que calienta agua y la red eléctrica de UTE.

COSTOS Y COSTOS. Los paneles que están desarrollando tendrían una dimensión de 80 centímetros por 60, o un metro por un metro. Dicen los expertos que ya han probado el modelo (que sigue perfeccionándose, con la búsqueda de pigmentos naturales extraídos de la flora autóctona, por ejemplo) y que funciona bien en buenas condiciones de luminosidad.

Con respecto a los costos, señalan que una celda solar, para ser competitiva a nivel internacional, debe andar en el orden de los dos o tres dólares por vatio generado. Afirmar que habría que estudiar qué resulta más conveniente, si producir algo que es más caro pero desarrollado y producido en el país o importar “conocimiento” a un precio un poco menor. ■

Los caminos de la piel sintética

Los investigadores abocados a la fabricación de piel sintética en Uruguay –un material que por su costo es prácticamente imposible importar– aspiran a “nanoencapsular” sustancias que, distribuidas a través de la dermis artificial, faciliten la curación de personas quemadas.



Piel sintética en desarrollo

MARIANA CONTRERAS

HACE TRES AÑOS el equipo de química de materiales que trabaja en el Polo Tecnológico de Pando se propuso aplicar toda su experiencia en algún área que fuera socialmente sensible. Eligieron la producción de piel sintética, un material que ya existe en el mercado mundial pero que por motivos económicos es absolutamente prohibitivo para Uruguay.

El objetivo de este producto sintético no es actuar como recubrimiento permanente en caso de quemaduras, pero sí acelerar la curación. La piel de laboratorio, explican los científicos, tiene una doble característica: cubre la zona evitando las infecciones, y por otro lado, la parte del colágeno (la materia prima a partir de la que se produce la piel) es la zona porosa, biocompatible, que actúa durante el proceso como una *“gran esponja por la cual los vasos sanguíneos entran y crecen hasta romper el colágeno. El tejido queda así vascularizado, acelerando el proceso”*. Una vez cumplida esta etapa la capa superior se remueve permitiendo otro tipo de tratamientos.

La piel sintética es ampliamente beneficiosa para quienes sufren quemaduras en grandes extensiones del cuerpo, en particular si se aplica durante las primeras horas, cuando hay mayores probabilidades de contraer infecciones, ya que hoy no existen métodos terapéuticos realmente efectivos que cubran las heridas.

El grupo de química de materiales (en química se llama “materiales” a cualquier cosa que pueda ser sintetizada en un laboratorio, sea algo totalmente original o la imitación de lo que está en la naturaleza) tiene una línea de trabajo en la que se dedican a nanoencapsular sustancias. Mediante este proceso el equipo aportará innovación al proyecto, ya que se pretende encapsular sustancias (principios activos de antiinflamatorios o antibióticos, por

ejemplo) que puedan ser aplicadas localmente a través de la piel sintética, buscando también que ese derrame hacia el cuerpo de la persona herida se haga de forma gradual. El objetivo es convertir al material en un *“pool de herramientas que favorezca la reconstrucción del tejido lo más rápido y de la mejor forma posible”*, informan Álvaro Mombrú, Helena Pardo y Ricardo Faccio, parte del equipo que se completa con Mariano Romero e Ignacio Laborda.

INCLUSIÓN. La idea tuvo su génesis en la colaboración que desde hace años mantienen con el Instituto Nacional de Donación y Trasplante de Células, Tejidos y Órganos (INDT) para la caracterización y criopreservación de los tejidos.

Estados Unidos, Japón y algunos países europeos ya fabrican piel sintética.

Las empresas estadounidenses, además, la exportan, pero a costos exorbitantes. Un trozo de piel sintética de 18 centímetros cuadrados ronda los 4 mil dólares.

Por eso, al igual que otros países de la región y el mundo que comienzan a dar pasos para producir sus propios materiales de reposición médica (piénsese en piel, pero también en materiales óseos), el equipo de la UDELAR comenzó a trabajar sabiendo que es posible su fabricación y comercialización a costos inferiores, accesibles a quien la necesite.

La materia prima para la piel es de fácil y abundante acceso en Uruguay: se trata de tendón bovino, que carece hasta hoy de mayor uso. De allí se extrae el colágeno soluble, la proteína que da vida a la piel. Hasta ahora el proveedor a nivel mundial es Nueva Zelanda, que se lo vende a los países productores de piel. Su costo puede rondar los 100 dólares el gramo. Para Uruguay las ventajas están a la vista: no sólo tiene vacas en abundancia, sino que el tendón puede conseguirse a muy bajo costo ya

que –salvo algunos usos, como la harina de carne– esta parte del vacuno no se consume. El país cuenta con la ventaja de ser libre de vaca loca, condición excluyente para poder extraer el colágeno y producir el tejido.

“No sería inteligente plantearse empezar de cero”, el desafío está en utilizar todo ese conocimiento como *background*, y a partir de allí construir y adaptar con las mejoras que se consideren convenientes, explican los investigadores. Porque de eso se trata, de adaptar inteligentemente el conocimiento y la tecnología ya desarrollados. *“Eso no es copiar”*, aclaran, puesto que hay particularidades del país que implican transitar caminos propios (por ejemplo la tecnología de la que se dispone). De hecho el desarrollo requiere trabajar sobre aspectos del conocimiento que, aunque no nuevos, nunca han sido aplicados en Uruguay.

“Nuestra intención es brindar una solución que hoy no está disponible para la población en situación de emergencia. Para nosotros es suficiente motivación. Y eso, además, conlleva varios desafíos: ¿somos capaces de reproducir lo que existe en el exterior? Sí. Somos capaces de incorporar innovación propia, y tecnología uruguayana? Sí, somos. Innovación tanto en los procesos de obtención del material hasta en la utilización de otros materiales biocompatibles o la incorporación de nanoencapsulados”, aseguraron.

CAMINO A RECORRER. Hasta ahora no se han llevado adelante negociaciones con laboratorios que pudieran estar interesados en la producción de piel. Tampoco hay negociaciones con posibles compradores del exterior. Ambos son aspectos imprescindibles para que el proyecto sea realmente efectivo. Los docentes de la Universidad, que desarrollan su investigación financiados a través de un llamado para proyectos de inclusión social de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), decidieron no comenzar a explorar esas posibilidades en tanto no tengan la certeza de que el producto logrado es el ideal; y convencidos, además, de que cuando eso suceda será fácil encontrar compradores y productores.

Por lo pronto, para llegar a ese nivel *“faltan muchas pruebas, junto con un proceso de innovación más intenso”*, dijo Mombrú. Ambos, innovación y pruebas se retroalimentan: *“Esto implica mejorar el producto en base a generación de conocimiento propio, y esto va de la mano con la realización de pruebas. Empieza un proyecto interactivo donde el tejido tiene que probarse e ir solucionando los problemas que surjan”*. Durante 2010 el equipo se propone poner a disposición del área médica el tejido, con el fin de que –siguiendo todos los protocolos médicos– puedan llevarse a cabo pruebas en pacientes. ■

LABORATORIOS
CLAUSEN