

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES (PROMAT) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Norberto Castellani, Enrique Valles
castella@criba.edu.ar; valles@plapiqui.edu.ar
www.uns.edu.ar

OBJETIVOS

El Programa de Ciencia y Tecnología de Materiales (PROMAT) de la Universidad Nacional del Sur es un programa de posgrado interdisciplinario que tiene como objetivo la formación superior de los estudiantes en el área de materiales, profundizando el conocimiento en el desarrollo teórico y experimental, tanto para la investigación científica-tecnológica como para el desempeño profesional. De esta manera se forman recursos humanos con capacidad de establecer una eficaz relación entre el conocimiento de las características del material, su proceso de elaboración, la estructura y propiedades del mismo y sus usos y aplicaciones a nivel tecnológico.

La formación de los graduados en esta área del conocimiento de vanguardia les permite afrontar tareas de investigación básica y de desarrollo tecno-

lógico donde se requiere un conocimiento profundo de la interacción conceptual diseño - procesos de elaboración - estructura - propiedades - uso de los materiales, siendo entrenados en la elaboración y uso de materiales ya conocidos, y con capacidad para desarrollar nuevos materiales requeridos desde el sector industrial y productivo. El área de trabajo para los egresados del programa es la académica, el ámbito privado o gubernamental de acuerdo a las incumbencias de su título de origen. Su trabajo en el área profesional está vinculado al uso de materiales primarios y/o elaborados destinados a ser sometidos a procesos de producción de nuevos materiales, a la evaluación y el asesoramiento en la selección y utilización de materiales de acuerdo con su comportamiento en servicio.

MARCO INSTITUCIONAL

Este programa de posgrado fue creado por Resolución del Consejo Superior del año 1998 a partir de la solicitud de varias unidades académicas de la UNS.

Actualmente forman parte del PROMAT los Departamentos de Física, Geología, Ingeniería, Ingeniería Química, Química y Biología, Bioquímica y Farmacia.

Estas Unidades Académicas tienen participación en el Programa a través de un Consejo Coordinador integrado por dos representantes de cada uno de ellos. El marco normativo correspondiente se encuentra en el "Reglamento del Programa en Ciencia y Tecnología de Materiales" (Resol. CSU UNS 388/1998) y el "Reglamento del Departamento de Estudios de Postgrado de la UNS" (Resol. CSU UNS 667/2008 y 678/2008). Actualmente ofrece dos carreras de carácter semiestructurado, las de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales y Magíster en Ciencia y Tecnología de Materiales.

El Programa consta de un ciclo básico de 7 cursos obligatorios y un ciclo superior con una serie de cursos optativos que se deben cumplimentar para

obtener los créditos necesarios para optar al grado de Magíster o Doctor. El seguimiento y la supervisión de los alumnos del programa se realiza mediante una evaluación anual que lleva a cabo el Consejo Coordinador mediante una exposición pública del progreso de su trabajo de tesis y de la marcha de su programa de cursos. Esta exposición se encuadra dentro del Ciclo de Presentaciones y Seminarios que es de asistencia obligatoria para todos los alumnos del PROMAT. Dentro del proceso de acreditación del año 1998, el programa acreditó con "A" en ambas modalidades. Además, el programa participó en el proceso de acreditación del año 2010, de la cual se está a la espera de los resultados.

ACTIVIDADES

El cuerpo académico está formado por más de 40 profesores con título máximo. Todos participan en proyectos de investigación institucionales y la gran mayoría está adscripta a organismos de promoción científico-tecnológica como el CONICET. Los docentes-investigadores participantes del PROMAT poseen amplia experiencia en el campo docente y de investigación en áreas dentro de las cuales se enmarcan los diversos trabajos de tesis. En este sentido, las líneas de investigación actuales que se desarrollan dentro de los distintos Departamentos se centran en: Físicoquímica de Superficies, Física Computacional, Electroquímica, Corrosión, Química

Inorgánica, Polímeros, Metalurgia, Catálisis, Farmacología y Materiales Compuestos, y comprenden unos 30 proyectos de investigación financiados.

La labor desplegada por este programa desde 1998, con el egreso exitoso de Doctores y Magísteres en diferentes cohortes de estudiantes constituye un aval para esta propuesta de posgrado interdisciplinaria. Al presente, el Programa cuenta con 21 tesis de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales finalizadas y otras 22 tesis en curso. Mientras que la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales posee 10 tesis finalizadas y 6 tesis en curso.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

FÍSICA

Estudio de los cambios producidos en la microestructura de aleaciones metálicas.

Directora: Simonetti, Sandra Isabel

Estudio de materiales para la conversión de metano y la formación de nanoestructuras de carbono como subproducto.

Directora: Cabeza, Gabriela Fernanda

Modelamientos de propiedades físico-químicas de materiales y sistemas catalíticos.

Director: Castellani, Norberto Jorge

Estudio de la reactividad de catalizadores mediante técnicas computacionales.

Director: Juan, Alfredo;

Co-Directora: Brizuela, Graciela Petra

GEOLOGÍA

Minerales y rocas de aplicación utilizados en hormigón y su comportamiento en diferentes ambientes.

Director: Maiza, Pedro José;

Co-Directora: Marfil, Silvana Andrea

INGENIERÍA

Estudio del comportamiento en desgaste por deslizamiento de poliolefinas.

Director: Tuckart, Walter Roberto

Propiedades mecánicas y evolución continua de microestructuras a altas temperaturas.

Director: Picasso, Alberto Carlos

Termofluencia en aceros-estudio experimental y teórico.

Directora: Moro, Lilian Diana

Estampabilidad de chapas metálicas.

Director: Lucaioli, Alberto;

Co-Director: Insausti, Jorge Walter

INGENIERÍA QUÍMICA

Determinación y aplicaciones de las propiedades activo-pasivas de metales y aleaciones.

Directora: Saidman, Silvana Beatriz

Estudio de electrocatalizadores y parámetros operativos en celdas de combustible.

Directora: Duarte, Marta María Elena

Estudio de materiales poliméricos modificados por mezclado con nanopartículas.

Directora: Quinzani, Lidia María

Formación por vía electroquímica y caracterización de nanoestructuras metálicas elementales.

Directora: García, Silvana Graciela

Materiales multifásicos de base poliolefinas. Optimización y control de las propiedades finales por modificación interfacial.

Directora: Barbosa, Silvia Elena

Modificación catalítica de aceites vegetales.

Director: Damiani, Daniel Eduardo

Polímeros de interés tecnológico.

Director: Valles, Enrique Marcelo

Simulación y optimización de procesos para la síntesis y modificación de polímeros sintéticos.

Directora: Brandolin, Adriana;

Co-Directora: Sarmoria, Claudia

Síntesis y caracterización de copolímeros modelo.

Director: Villar, Marcelo Armando

QUIMICA

Coloides e interfases.

Director: Schulz, Pablo Carlos;

Co-Directora: Morini, Marcela Ana

Conductividad iónica en vidrios: dinámica de los portadores de carga.

Director: Montani, Rubén;

Co-Directora: Frechero, Marisa Alejandra

Estructura dinámica de relajación de sistemas complejos: sistemas vítreos y agua.

Director: Appignanesi, Gustavo Adrián

Fisicoquímica de sólidos.

Director: Bazan, Julio César

Interacción de contaminantes orgánicos con sólidos inorgánicos.

Directora: Zanini, Graciela Pilar

Reacciones superficiales de óxidos metálicos y minerales del suelo en medios acuosos

Directora: Acebal, Silvia Graciela

Surfactantes gemelos biodegradables y biocompatibles.

Directora: Morini, Marcela Ana

Investigaciones sobre procesos de irradiación.

Directora: Croci, Clara Ana;

Co-Directora: Andreucetti, Noemí Amalia

Nuevos materiales orgánicos amorfos y nanoestructurados. Síntesis y caracterización de sus propiedades electroluminiscentes y cristalino líquidas.

Director: Garay, Raúl Oscar

Aplicación de óxidos mixtos de Fe en sistemas catalíticos químicos y enzimáticos.

Directora: Ferreira, María Luján

LA CIENCIA DE MATERIALES EN LA CRESTA DE LA ONDA

Patricia Frontini
Co-Editora SAM revista.

Daniel Shechtman recibe el Premio Nobel en Química 2011 por el descubrimiento de los cuasicristales.

El 17 de agosto del año pasado tuve la fortuna de asistir a la brillante y amena disertación que con motivo del XX Congreso Internacional de Investigación de Materiales en Cancún, México, ofreciera el Dr. Daniel Shechtman durante la cuarta sesión plenaria. En ella, nos cautivó con su relato de su vida científica y las peripecias vividas en relación al descubrimiento de los cuasicristales en 1982.

Shechtman es actualmente profesor emérito de Ingeniería de Materiales del Instituto Tecnológico de Haifa, Israel. Durante un sabático (1981–1983) en la Johns Hopkins University, explorando la solidificación rápida de aleaciones de aluminio y metales de transición, Shechtman descubrió el 8 de abril de 1982 la fase Icosahedral iniciando la era de los cuasicristales. Esta estructura cristalina era considerada hasta entonces como imposible. Sin embargo, Shechtman no la desechó pese a que en ese momento se dijo a sí mismo: "Una criatura semejante no puede existir". La peculiaridad de los cuasicristales, también llamados sólidos cuasiperiódicos, se encuentra en que su estructura no es periódica, es decir, no se conforma a

base de unidades menores repetidas, sino que se parece más a "un mosaico árabe". Este tipo de estructura puede encontrarse con cierta frecuencia en aleaciones metálicas y se caracterizan por ser malas conductoras de la electricidad, extremadamente duras y resistentes a la deformación, por lo que se emplean para recubrimientos protectores antiadherentes.

Durante la conferencia, Shechtman relató los años de agitación científica que siguieron a su descubrimiento, de la que surgió triunfante sólo después de una larga batalla con prominentes disidentes en la comunidad científica. Su descubrimiento revolucionó el concepto de los químicos sobre los materiales sólidos generando una gran polémica inicial en los sectores científicos, en especial se destaca su disputa con el dos veces premio Nobel Linus Pauling (Premio Nobel de Química en 1954, Premio Nobel de la Paz en 1962) considerado como uno de los pensadores más importantes del siglo XX.

Unos meses más tarde, mirando la televisión, me entero que este simpático personaje que me atrapara con sus historias durante la conferencia plenaria bajo el sol de Cancún había sido honrado con el Premio

Nobel de Química el 5 de octubre de 2011 .

Prácticamente ninguna de las predicciones disponibles en sitios como ChemBark, Thomsons Reuters, Curious Wavefunction and Interfacial Digressions fueron capaces de apuntar a Shechtman quien sorprendió aún a los más escépticos.

La Real Academia de las Ciencias de Suecia aseguró que Shechtman realizó un trabajo "notable", solitario, tenaz y basado en "sólidos datos empíricos".

Además, destacó que con su investigación logró cambiar radicalmente el paradigma científico anterior, basado en la estructura periódica de los cristales, tras una "gran polémica" que logró vencer presentando los resultados de su investigación, de "alta calidad".

Shechtman ha sido reconocido en los últimos años con el galardón de la Sociedad Europea de Investigación de Materiales (2008), el Gregori Aminoff de la Real Academia de las Ciencias de Suecia (2000), el Wolf de Física (1999), el Rothschild de Ingeniería (1990) y el premio internacional por Nuevos Materiales de la Sociedad Física Americana (1988).

La increíble aventura científica de Shechtman me indujo a reflexionar sobre el estado actual de nuestras investigaciones que muchas veces lejos de generarse en el seno de nuestras más profundas convicciones sólo reflejan los vaivenes de las modas científicas que regulan los entes de financiación.

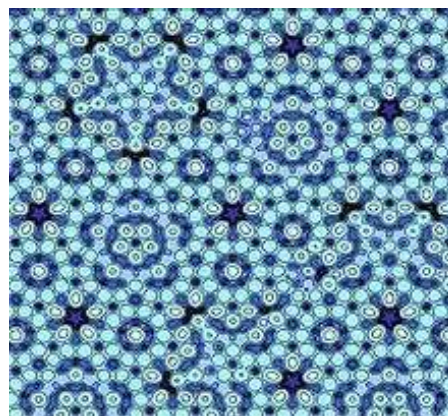


Figura 1. Modelo atómico de un cuasicristal de aleación plata-aluminio (Ag-Al) (Laboratorio AMES, Departamento de Energía de los Estados Unidos).



LINKS DE INTERÉS

<http://www.youtube.com/playlist?list=PL0835B71859D2A19A>
<http://www.guardian.co.uk/science/2011/oct/05/nobel-prize-chemistry-work-quasicrystals>
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2011/#

NANOTECNOLOGÍA PARA TEXTILES FUNCIONALES

Gustavo A. Abraham¹, Pablo C. Caracciolo¹, María Miró Specos², Germán Escobar², Laura Hermida³

¹: Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, INTEMA (UNMDP-CONICET), Mar del Plata

²: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI Centro de Textiles. San Martín, Buenos Aires

³: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI Centro de Química. San Martín, Buenos Aires

RESUMEN

En este artículo se presentan los objetivos, alcances y resultados preliminares de los trabajos de investigación del proyecto FONARSEC "Nanotecnología para Textiles Funcionales". Este proyecto ha sido recientemente aprobado por la ANPCyT y se lleva a cabo en colaboración entre investigadores del INTI (Centros de Textiles y Química) y del INTEMA (Área Polímeros Biomédicos), con la participación de la Empresa Guilford y la Fundación Pro Tejer. El objetivo principal consiste en el desarrollo de productos textiles con nuevas propiedades funcionales mediante el empleo de herramientas nanotecnoló-

gicas, buscando la innovación en problemas de interés nacional.

*Si bien la principal aplicación seleccionada es la repelencia a insectos, en particular hacia mosquitos *Aedes aegypti*, vectores del dengue, la aplicabilidad puede ampliarse a otros agentes funcionales. Para la obtención de este tipo de textiles se seleccionarán agentes repelentes de eficacia comprobada que serán incorporados en micro y nanosistemas de liberación controlada preparados a partir de diversas plataformas nanotecnológicas.*

ABSTRACT

In this work, the main objective is the development of textile products with new functional properties, by application of nanotechnological tools and innovative solutions to problems of national interest.

Although the main selected application is the

repellency to insects, in particular against the dengue disease vector, the applicability can be extended to other functional agents. To obtain functional textiles, different repellents of proven efficacy will be selected and incorporated to micro and nano delivery systems

prepared by using different nanotechnological platforms.

The project has recently been approved for funding by the Argentinean National Agency of Scientific and Technological Promotion, and is being carried out in

cooperation among research groups of INTI (Textiles and Chemistry Centers) and INTEMA (Biomedical Polymers Área), with the participation of Guilford Company and Pro Tejer Foundation.

INTRODUCCIÓN

El proyecto “Nanotecnología para Textiles Funcionales” ha sido recientemente aprobado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica en el marco de la convocatoria del Fondo Sectorial de Nanotecnología FSNano-2010. Esta convocatoria tuvo como objetivo financiar parcialmente proyectos que tengan como meta generar plataformas tecnológicas o espacios para promover la innovación en el sector “nano”. Con esto se pretende lograr el desarrollo de productos y/o tecnologías de aplicación general y con potencial impacto en áreas productivas, fomentando a su vez asociaciones entre los actores públicos y privados vinculados, así como capacidades tecnológicas destinadas a atender requerimientos del sector productivo y aumentar su competitividad.

El consorcio público-privado conformado para llevar adelante el proyecto está integrado por INTI (Centros de Textiles y Química, San Martín) e INTEMA, UNMdP-CONICET CCT Mar del Plata (Área Polímeros Biomédicos) por parte del sistema público, y la Empresa Guilford y la Fundación Pro Tejer como

miembros del sector privado. La dirección del proyecto está a cargo de la Dra. Laura Hermida de INTI-Química.

El Centro de Estudios Parasitológicos y de vectores (CEPAVE, CONICET-UNLP) y el Instituto Nacional de Medicina Tropical (INMeT) colaboran como centros públicos asociados para servicios, así como la Cámara Argentina de Productores y Procesadores de Especies Aromáticas, Medicinales y Afines (CAPPAMA).

El proyecto apunta al desarrollo de productos textiles con nuevas funciones mediante el empleo de herramientas nanotecnológicas, buscando la innovación en problemas de interés nacional. La principal aplicación seleccionada es la repelencia a insectos, en particular hacia mosquitos *Aedes aegypti*, vector del dengue. Para la obtención de este tipo de textiles funcionales se seleccionarán agentes repelentes de origen natural o sintético que serán incorporados en nano y micro sistemas de liberación controlada generados a partir de tres plataformas nanotecnoló-

gicas:

- micro/nanocápsulas aplicadas a los textiles mediante tecnologías convencionales
- micro/nanocápsulas ancladas a los textiles mediante nanofibras
- nanofibras, o textiles tratados con nanofibras, de modo que estas nanofibras contengan en su matriz o en su interior los agentes funcionales.

A partir de estas plataformas se espera, en una primera etapa, el desarrollo de productos textiles repelentes que no requieran lavados, fundamentalmente aquellos de vida útil limitada, y en una etapa posterior, productos textiles repelentes que resistan lavados y otras condiciones de uso. Las tecnologías desarrolladas también podrán ser aplicadas, hacia el final de proyecto, para la obtención de nuevos productos como por ejemplo textiles repelentes a otro tipo de insectos vectores y textiles de uso medicinal, en particular los antimicrobianos. Por lo tanto, a partir de la consolidación de las plataformas tecnológicas presentadas, se generarán nuevas líneas de textiles funcionales.

El proyecto aprovecha los recursos humanos existentes, contribuyendo a la formación de los mismos e incorporará dos becarios, con el objeto de consolidar un grupo interdisciplinario: químicos, ingenieros textiles, ingenieros químicos, biólogos, diseñadores, entre otras especialidades. De este modo se pretende generar una plataforma científico-

tecnológica en el área de los textiles funcionales tal que la innovación por medio de la nanotecnología pueda transformarse en productos concretos que contribuyan al desarrollo del sector textil y al bienestar de la sociedad.

Textiles Funcionales

La industria textil ha comenzado el siglo XXI con grandes transformaciones, después de décadas de estancamiento. Las mismas obedecen a nuevas exigencias del consumidor y al avance en otros campos científicos y tecnológicos que han cambiado las expectativas del consumidor respecto de los productos y sus prestaciones. Así por ejemplo, el desarrollo de disciplinas como la microelectrónica, la biología y la nanotecnología han permitido incorporar nuevos procesos y materiales a los productos textiles. En la actualidad, los términos que identifican los textiles se relacionan con sus múltiples aplicaciones en áreas como: automotriz, aeronáutica, construcciones, medicina, entre otras. Por otro lado se observa una revalorización de las fibras naturales desde un punto de vista ambiental y de confort [1].

Los textiles innovadores representan el segmento textil de mayor crecimiento. La inversión de los países desarrollados en innovación en textiles crece año a año en función de la alta potencialidad de aplicaciones que se espera de ellos. Un ejemplo de iniciativa internacional en este campo es la Plataforma Tecnológica Europea para el Futuro de los Textiles y las

Prendas en 2020 [2], que define una visión común alrededor de tres tendencias industriales a largo plazo:

- Desarrollo de nuevas fibras y materiales compuestos empleando procesos amigables con el medio ambiente, de modo tal de transformar los commodities en especialidades.
- Desarrollo de productos textiles funcionales e inteligentes que permitan nuevas aplicaciones.
- Implementación de nuevos conceptos en diseño y desarrollo de productos que integren la calidad con las necesidades futuras de los consumidores.

Las herramientas provenientes de la nanotecnología pueden contribuir a alcanzar estos lineamientos, que lleven al desarrollo de textiles inteligentes y funcionales. En este punto, vale la pena aclarar la diferencia que existe entre estas dos categorías. Los textiles funcionales se definen como aquellos que no sólo desempeñan las funciones propias de los artículos textiles convencionales, sino que además, cumplen funciones no inherentes a su naturaleza textil, como por ejemplo los textiles superhidrofóbicos. Por otro lado, los textiles inteligentes son materiales textiles que reaccionan ante estímulos externos, combinando las técnicas tradicionales de elaboración de tejidos con la microelectrónica y la incorporación de sensores.

Microencapsulación de Aceites Esenciales

La microencapsulación podría definirse como el recubrimiento de una determinada sustancia o mezcla de sustancias en forma de partícula sólida o glóbulos líquidos (gotas), con materiales de distinta naturaleza para obtener micropartículas, microesferas o microcápsulas. Es una tecnología empleada habitualmente para proteger agentes funcionales (por ejemplo los aceites esenciales) de factores ambientales como la humedad, la luz y/o el oxígeno, aumentando su estabilidad química. El acabado funcional con un producto microencapsulado puede lograrse mediante la fijación de diferentes cápsulas en textiles que pueden contener colorantes, enzimas, suavizantes, fragancias, aceites esenciales, retardantes de llama, repelentes de insectos, agentes antimicrobianos, desodorantes, etc. Si un tejido es tratado con agentes funcionales microencapsulados, se podrá esperar una mayor durabilidad de la funcionalidad del mismo.

En este sentido, los Centros de INTI-Química y Textiles estudiaron en forma conjunta distintas metodologías de microencapsulación y aplicación de las microcápsulas, con el fin de obtener textiles funcionales con aroma [3]. Las técnicas de microencapsulación estudiadas fueron coacervación compleja, utilizando gelatina y goma arábica como pared (Figura 1); y microencapsulación en levaduras, donde las mismas levaduras actúan como pared de las microcápsulas. En todos los casos se encapsuló

aceite esencial de limón. Las microcápsulas obtenidas fueron aplicadas por impregnación y por recubrimiento, con o sin el agregado de productos auxiliares.

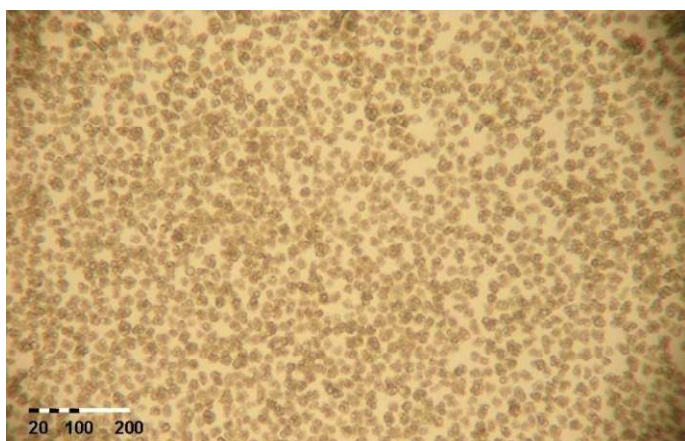


Figura 1. Microfotografía óptica de microcápsulas de gelatina y goma arábica conteniendo aceite esencial de limón [3].

En la preparación de microcápsulas por coacervación compleja se evaluó la influencia de la relación aceite/polímero y se optimizaron las condiciones de endurecimiento de las microcápsulas. En el caso de las microcápsulas de levaduras, los parámetros evaluados fueron la influencia de la inactivación previa de las levaduras, la relación aceite/levadura y la temperatura y tiempo de incubación en la incorporación del aceite esencial. Las microcápsulas fueron

caracterizadas en tamaño y morfología por microscopía óptica, microscopía electrónica y difracción láser. El porcentaje de encapsulación en las microcápsulas de levaduras fue determinado por cromatografía gaseosa. Los textiles, por su parte, fueron evaluados por un panel para determinar la presencia de aroma en los mismos y se utilizó además la metodología de nariz electrónica para determinar liberación de la fragancia contenida en las microcápsulas. La presencia de microcápsulas en las fibras textiles fue verificada por microscopía electrónica. Se evaluó además la solidez de los tejidos a los lavados domésticos luego de la aplicación de microcápsulas.

La aplicación de microcápsulas obtenidas por coacervación compleja aumentó hasta 24 meses la durabilidad de los aromas en los tejidos aunque la funcionalidad presentó una baja resistencia a los lavados. El empleo de ligantes de uso textil disminuyó la detección inicial del aroma y no incrementó la resistencia a los lavados. En el caso de textiles tratados con microcápsulas de levaduras, los mismos mostraron una baja intensidad del aroma del aceite, con una apreciable interferencia del olor característico de las levaduras (Figura 2). Cabe destacar que estas microcápsulas, formadas por las paredes celulósicas de las levaduras, presentaron una elevada permanencia en los textiles aún después de los lavados, si bien el aroma no resultó detectable.

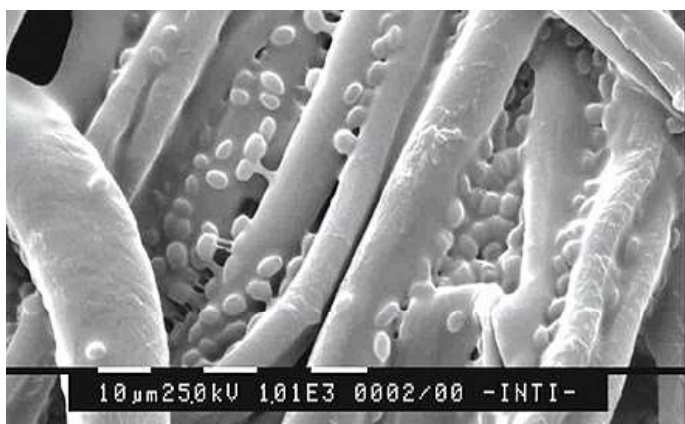


Figura 2. Microfotografía SEM de un tejido de algodón impregnado con microcápsulas de levadura conteniendo aceite esencial de limón [3].

La aplicación de microcápsulas de gelatina y goma arábiga con aceite de citronela sobre tejidos de algodón permitió investigar la eficiencia de este sistema como agente repelente. El número de insectos posados sobre brazos cubiertos con estos textiles funcionales resultó despreciable en los primeros 21 días, demostrando una repelencia mayor al 90% frente a tejidos rociados con citronela (Figura 3).

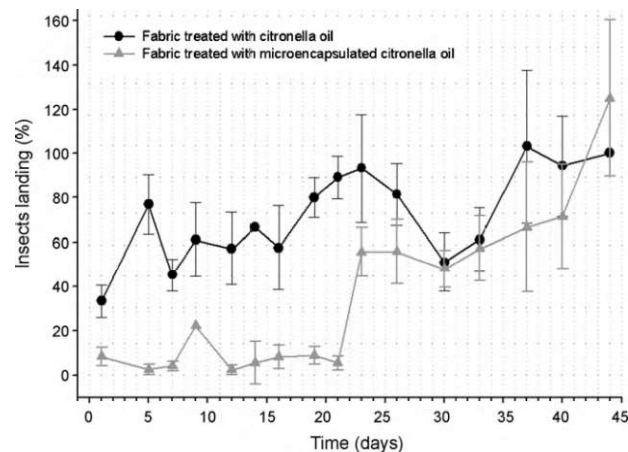


Figura 3. Variación del porcentaje de mosquitos *Aedes aegypti* posados sobre tejidos tratados con solución alcohólica de aceite de citronela y tejidos tratados con citronela microencapsulada [4].

En este momento se está reemplazando el aceite de citronela por citriodiol®, un repelente más efectivo, que ha sido autorizado para su uso tópico en Europa y EEUU. Se trata de una mezcla de sustancias cuyo componente mayoritario (>60%) es el p-mentano-3,8-diol (PMD). El mismo puede obtenerse mediante una reacción de oxidación de productos naturales como el aceite de *Eucaliptus citriodora* o citronella. La aplicación sobre distintos sustratos textiles de microcápsulas conteniendo citriodiol ha permitido aumentar significativamente la durabilidad de la repelencia de los materiales textiles obtenidos, resultados que serán publicados próximamente. En particular su aplicación al tratamiento de no tejidos es una alternativa interesante como textiles funcionales

de vida útil limitada debido a su bajo costo (Figura 4).

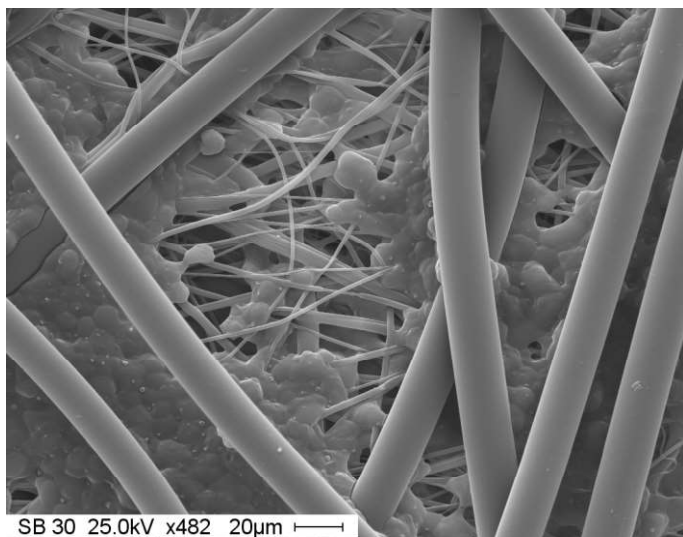


Figura 4. Microfotografía SEM de sistemas no tejidos de polipropileno tratado con microcápsulas de gelatina-goma arábica conteniendo citriodiol.

También se está trabajando en el desarrollo de microcápsulas compuestas por derivados de celulosa, como la etilcelulosa, que permitirá fijar covalentemente las mismas a tejidos de algodón (Figura 5).

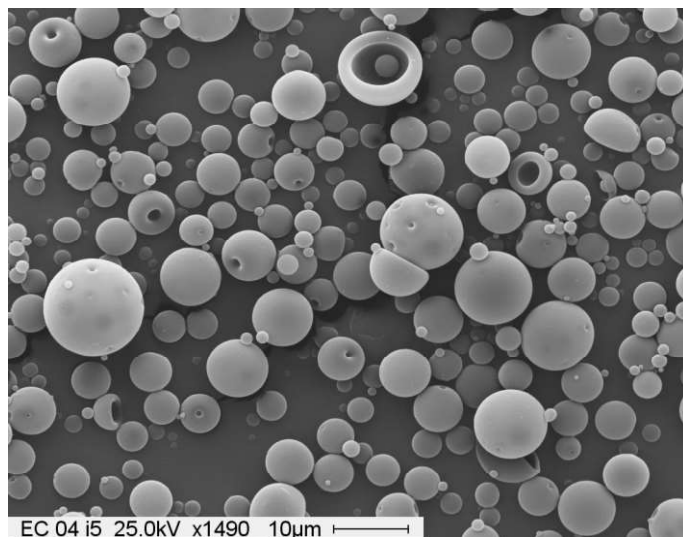


Figura 5. Microfotografía SEM de microcápsulas de etilcelulosa conteniendo citriodiol.

Membranas y Recubrimientos Micro/ Nanofibrosos

El anclado de microcápsulas mediante nanofibras y la incorporación de agentes funcionales a nanofibras constituyen otras estrategias actualmente en desarrollo en el marco del proyecto FONARSEC.

En general el proceso de obtención de fibras poliméricas implica el hilado, en el que el polímero fundido o en solución es extrudado a través de boquillas a determinada velocidad y temperatura. Este proceso convencional de formación de fibras involucra el

estirado del material para aumentar su módulo y resistencia. Estas técnicas de producción convencionales permiten obtener fibras con diámetros entre el orden del micrómetro y varios milímetros. Si bien las fibras de estos tamaños se utilizan en muchas aplicaciones, existen otras nuevas que requieren diámetros de decenas a cientos de nanómetros.

En los últimos quince años la tecnología de electrohilado (electrospinning) se ha explorado como una técnica novedosa y sumamente versátil para generar fibras poliméricas de diámetro submicrónico. Esta técnica produce filamentos que poseen un diámetro uno o dos órdenes de magnitud inferiores a los obtenidos por los métodos convencionales.

Los materiales micro/nanofibrosos poseen mejores propiedades en comparación con los obtenidos a partir de fibras convencionales. Esto se debe no sólo al tamaño, sino también a la extremadamente elevada relación área superficial - volumen (por ejemplo, las nanofibras con diámetros de 100 nm presentan un área superficial de 100 m² por gramo de material) y al pequeño tamaño de poros obtenido por superposición de fibras. Las estructuras hiladas no tejidas obtenidas con estas fibras son altamente porosas y de poros interconectados, generando sistemas donde, a diferencia de las rígidas estructuras porosas convencionales, pueden variar tanto el tamaño de poros como la forma.

A partir de una adecuada elección del material a procesar se pueden obtener membranas o recubrimientos fibrosos con una combinación única de una elevada área superficial específica, excelentes

propiedades mecánicas en proporción al peso (flexibilidad, tenacidad y resistencia a la tracción), capacidad de modificación superficial y de encapsulamiento de agentes funcionales.

Las aplicaciones de estas membranas abarcan los dispositivos biomédicos, (sistemas de liberación controlada de fármacos y principios activos e ingeniería de tejidos [5]), productos de consumo (prendas de vestir, productos de limpieza y de cuidado personal), productos industriales de catálisis, filtrado, barrera y aislamiento, almacenamiento de energía, pilas de combustible, capacitores, transistores, separadores de baterías, óptica y nanocables para aplicaciones en nanoelectrónica, fibras compuestas para refuerzo de materiales, tecnología de la información y aplicaciones de alta tecnología en el sector aeroespacial [6, 7]. La técnica de electrohilado constituye una vía sumamente versátil para la producción de fibras. Casi todos los polímeros solubles con una suficientemente elevada masa molar pueden ser electrohilados. Sin embargo, éste es un proceso sumamente complejo que depende de numerosos parámetros, entre los que se encuentran: aspectos termodinámicos del polímero y el solvente, propiedades intrínsecas de la solución, variables del proceso y parámetros ambientales. Resulta entonces importante determinar las propiedades intrínsecas de las soluciones y seleccionar apropiadamente los solventes y las condiciones experimentales para la formación de estructuras electrohiladas.

Si bien el proceso fue patentado separadamente por los norteamericanos J.F. Cooley y W.J. Morton en

1902, no fue sino hasta mediados de la década del noventa que los investigadores comenzaron a notar su gran potencial en la producción de nanofibras. Durante el proceso, un fluido se extruye a través de una boquilla capilar para formar una pequeña gota en presencia de un campo eléctrico producido por una fuente de alto voltaje (5 - 30 kV). A un voltaje crítico, la fuerza repulsiva supera la tensión superficial de la solución formando un microchorro líquido cargado eléctricamente que se acelera hacia una región de menor potencial donde se encuentra un sustrato colector. A medida que el solvente se evapora, el diámetro del microchorro se estrecha produciendo fibras submicrométricas continuas que generan una matriz tridimensional altamente porosa. La técnica permite producir nanofibras de diferentes materiales, geometrías y diseños [8, 9]. La adecuada selección de los parámetros del proceso permite controlar no sólo el diámetro de las fibras sino también su morfología interna. La posibilidad de desarrollar estructuras secundarias específicas, tales como nanofibras con estructura de núcleo y revestimiento, nanofibras huecas o nanofibras porosas, amplía aún más la versatilidad de esta técnica [8, 10].

Morfología de los Sistemas Electro-hilados

La viscosidad y la concentración de una solución polimérica poseen una importante influencia en la morfología y tamaño de las fibras poliméricas electrohiladas, junto con las características propias del polímero (peso molecular, polidispersidad, grado de

ramificación), el tipo de solvente o mezcla de solventes, la temperatura y la presencia de aditivos. Todos estos factores juegan un papel vital en la iniciación y estabilización de una estructura fibrosa.

Dependiendo de las propiedades reológicas de la solución pueden producirse diferentes estructuras. Para un polímero de un determinado peso molecular, el efecto de la concentración en la ruptura del microchorro de solución puede describirse por medio de dos concentraciones críticas que definen la transición morfológica de una estructura que sólo contiene gotas dispersas a una estructura formada solamente por fibras. En soluciones poliméricas con concentración por debajo de una concentración crítica inferior, el enmarañamiento de cadenas en la solución es insuficiente, produciéndose la desintegración del microchorro en pequeñas gotas (Figura 6), fenómeno conocido como electrospraying. Por encima de esa concentración se obtiene una morfología de gotas y fibras (Figura 7), y cuando la concentración se aumenta por encima de una concentración crítica superior se producen fibras uniformes (Figura 8).

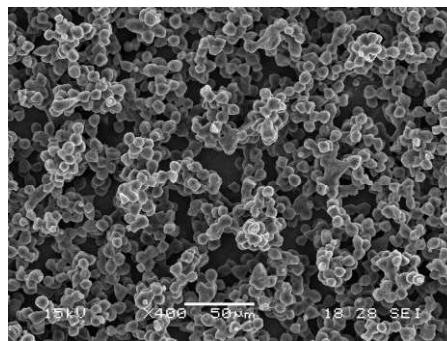


Figura 6. Micrografía SEM de microgotas poliméricas obtenidas por electro-spraying [11].

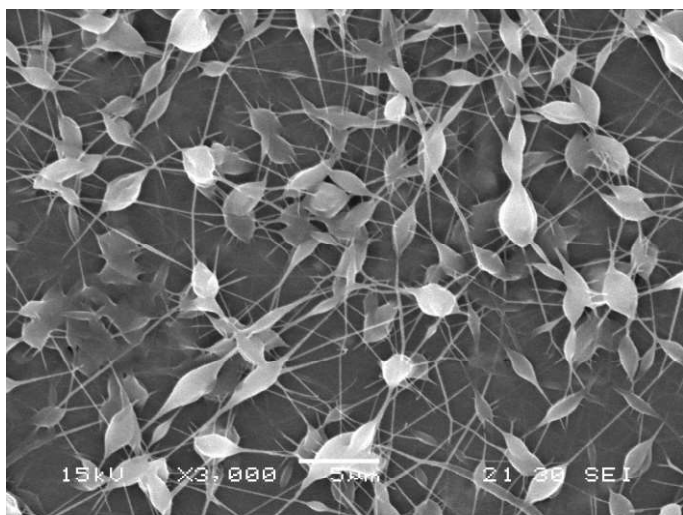


Figura 7. Micrografía SEM mostrando morfología de fibras y gotas a partir de solución poliuretánica.

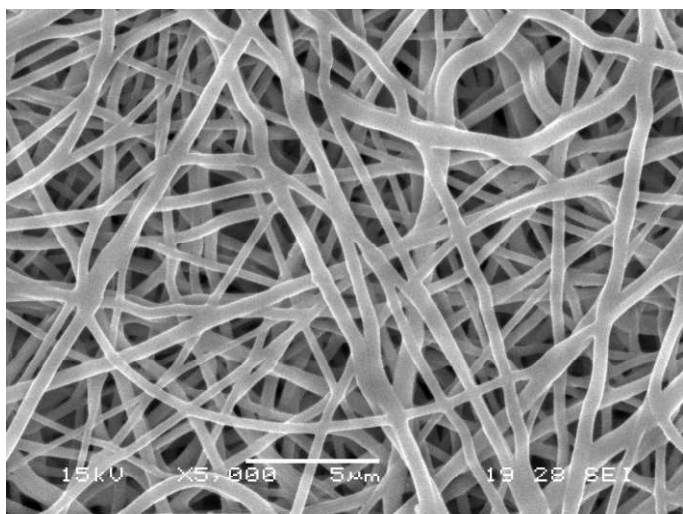


Figura 8. Micrografía SEM mostrando morfología de fibras poliuretánicas uniformes.

Las fibras pueden orientarse según direcciones preferenciales a partir de un adecuado diseño de colectores y electrodos. La Figura 9 muestra una morfología de fibras poliméricas altamente alineadas.

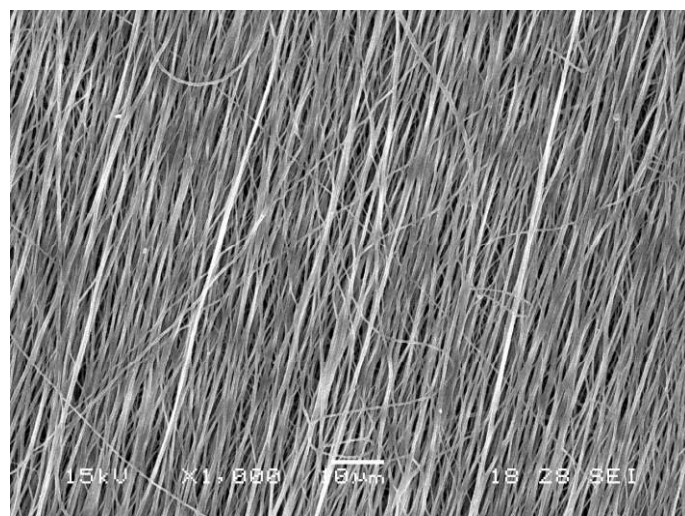


Figura 9. Micrografía SEM mostrando morfología de fibras alineadas.

La incorporación de agentes bioactivos y agentes funcionales mediante su dispersión en matrices poliméricas permite la preparación de textiles con nuevas aplicaciones nanotecnológicas en el área médica y del cuidado de la salud. Así, la liberación de agentes terapéuticos a partir de membranas nanofibras altamente porosas, como la mostrada en la Figura 10, permite la obtención de cinéticas de liberación con perfiles y mecanismos diferentes a los que operan en matrices no porosas, y que resultan de alto interés en el campo de textiles funcionales.

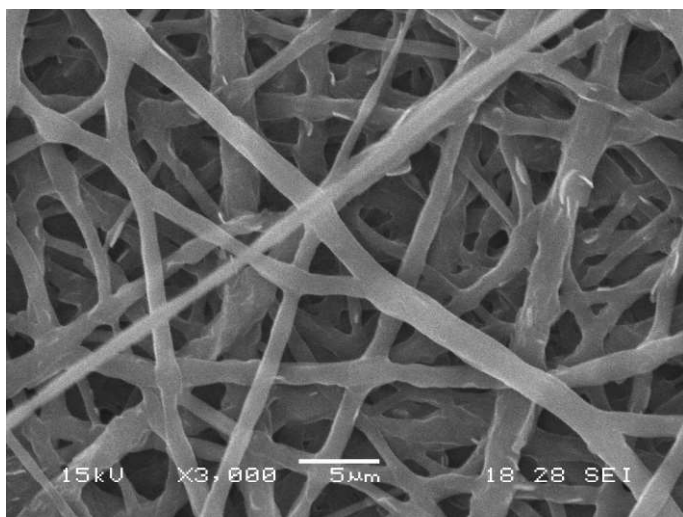


Figura 10. Micrografía SEM de nanofibras de una dispersión de embelina, agente bioactivo de origen natural, en un poliéster biocompatible.

El proyecto ha sido subsidiado por un monto de \$3.197.000 para el período 2011-2014. El equipamiento a adquirir incluye un homogeneizador, un secador por spray, una ultracentrífuga, un espectrómetro Raman y una unidad de electrospinning que se instalarán en INTI. En el Laboratorio de Polímeros Biomédicos del INTEMA se instalará en una unidad de electrospinning.

REFERENCIAS

- [1] Functional textiles and apparels. M.D. Teli, G.V.N. Shrish Kumar. *J Textile Assoc.* May-June (2007) 21-30.
- [2] Report on Textiles. Observatory Nano 7° Framework Program (FP7), Theme 4- NMP Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies <http://www.observatorynano.eu/project/catalogue/2TE/> (accessed May 2012)
- [3] Aroma finishing of cotton fabrics by means of microencapsulation techniques. M.M. Miró Specos, C. Puggia, P. Marino, G. Escobar, M.V. Defain Tesoriero, L.G. Hermida, *Journal of Industrial Textiles* 40 (2010)13-32.
- [4] Microencapsulated citronella oil for mosquito repellent finishing of cotton textiles, M.M. Miró Specos, J.J. García, J. Tornesello, P. Marino, M. Della Vecchia, M.V. Defain Tesoriero, L.G. Hermida, *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 104 (2010) 653-658.
- [5] Nanofiber technology: Designing the next generation of tissue engineering scaffolds. C.P. Barnes, S.A. Sell, E.D. Boland, D.G. Simpson, G.L. Bowlin. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 59 (2007) 1413-1433.
- [6] Pequeñas fibras, grandes aplicaciones. P.C. Caracciolo, P.R. Cortez Tornello, F. Buffa, F. Montini Ballarin, T.R. Cuadrado, G.A. Abraham. *Ciencia Hoy*, 21(121) 2011, 57-64.
- [7] Recent patents on electrospun biomedical nanostructures: An overview. S.G. Kumbar, S.P. Nukavarapu, R. James, M.V. Hogan, C.T. Laurencin. *Recent Patents Biomed. Eng.* 1 (2008) 68-78.
- [8] Electrospinning: A fascinating method for the preparation of ultrathin fibers. A. Greiner, J.H. Wendorff. *Angew Chem. Int. Ed.* 46 (2007) 2-36.
- [9] Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique. N. Bhardwaj, S.C. Kundu. *Biotech. Adv.* 28 (2010) 325-347.
- [10] Electrospinning of nanofibers: Reinventing the wheel? D. Li, Y. Xia, *Adv. Mater.* 16 (2004) 1151-1170.
- [11] Osteoblast behavior on novel porous polymeric scaffolds. J.M. Fernandez, M.S. Cortizo, A.M. Cortizo, G.A. Abraham. *J. Biomat. Tissue Eng.*, 1 (2011) 86-92.
- [12] Dispersion and release of embelin from electrospun biodegradable, polymeric, membranes. P.R. Cortez Tornello, G.E. Feresin, A. Tapia, I.G. Veiga, Á.M. Moraes, G.A. Abraham, T.R. Cuadrado. *Polymer Journal.* En Prensa.

EN MEMORIA ING. JORGE SIKORA

Colegas y amigos del Ing. Jorge Sikora



El pasado 15 de diciembre de 2011, los integrantes del INTEMA y de la Facultad de Ingeniería UNMDP recibimos la triste noticia del fallecimiento del Ingeniero Jorge Antonio Sikora, quien peleó con entereza una enfermedad que finalmente lo agotó, a los 61 años y cuando sus compañeros esperábamos

poder disfrutar de su destacada experiencia, de su amistad y de su bonhomía por muchos años más.

El Ing Sikora se destacó por su labor científica y tecnológica en el campo de las fundiciones de hierro, y por sus contribuciones a la difusión de este material en el ámbito industrial argentino. En estas líneas procuraremos resumir brevemente su destacada carrera académica y científica, resaltando la importancia de sus contribuciones.

El Ing. Jorge Antonio Sikora obtuvo el título de Ingeniero Mecánico, expedido por la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, en el año 1975, siendo miembro de una de las primeras promociones de egresados de esa unidad académica.

En el año 1980, luego de 5 años de desarrollo independiente de su profesión, se vinculó al Dpto. de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP con dedicación exclusiva, dando inicio a sus trabajos en Ciencia y Tecnología de Materiales. Por entonces, las actividades de I+D en esa unidad académica eran incipientes, no existían grupos de investigación consolidados, los becarios eran escasos, y no existía personal capacitado para dirigir a investigadores jóvenes. En ese contexto, el Ing.

Sikora, junto con el Ing Héctor Dall’O y el Lic Santos Allende, realizaron una encuesta a nivel nacional con el objeto de identificar áreas de vacancia temática. Los resultados mostraron que las fundiciones de hierro en general recibían escasa atención dentro del campo académico, y que las fundiciones de grafito esferoidal, en particular, presentaban una excelente perspectiva de desarrollo industrial, pero eran prácticamente desconocidas en nuestro medio. Es así que, junto con los ya mencionados colaboradores, comenzaron a realizar investigaciones en el campo de la microestructura y la influencia de los elementos de aleación sobre las fundiciones de grafito esferoidal. Por aquel entonces fue de gran importancia la colaboración del LEMIT, donde se realizaban las coladas experimentales. Muy pronto comenzaron las publicaciones nacionales e internacionales, y se consolidó el grupo de investigación con la incorporación de becarios y profesionales, y con la recepción de subsidios de investigación por parte de la CIC y el CONICET. Sus contribuciones al desarrollo académico continuaron con el Ing. Sikora participando activamente en la creación del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), fundado en 1982, dependiente de la Universidad Nacional de Mar del Plata y del CONICET. Es así que se convirtió en el primer y único director de la División Metalurgia del INTEMA, desde

su creación hasta su fallecimiento, cargo que mantuvo con el apoyo continuo de todos los integrantes del grupo, como reconocimiento a su capacidad académica y de gestión de la investigación. También colaboró activamente en la creación del Doctorado en Ciencia de Materiales de la UNMdP y en su posterior desarrollo, dictando cursos y dirigiendo tesis. En su extensa carrera consolidó un grupo de excelencia, que hoy cuenta con 8 investigadores del CONICET, habiendo dirigido 11 tesis doctorales, 15 tesis de grado y numerosas becas y pasantías nacionales e internacionales (pasantes de universidades de Alemania, Francia, Colombia, Perú, Bolivia, España, etc), así como varios investigadores y profesionales. Con casi 40 años de antigüedad en la docencia como Profesor Titular Ordinario con dedicación exclusiva en la Facultad de Ingeniería de la UNMdP, tuvo a su cargo el dictado de las clases de grado en áreas de Metalurgia Física y Materiales Mecánicos y varios cursos de postgrado en la carrera de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales. Desarrolló también una activa participación en la docencia en Universidades del exterior, habiendo dictado cursos de especialización y conferencias en Bolivia, Chile, Brasil, Cuba, España, Francia, Polonia, Suecia y Estados Unidos. Alcanzó la categoría de Investigador Principal de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico del

CONICET y realizó importantes aportes al conocimiento científico, cubriendo temas de fuerte impacto y haciendo contribuciones a su desarrollo originales y novedosas. Son particularmente destacables sus aportes en lo referido al estudio de las estructuras de solidificación de fundiciones de hierro y al desarrollo de nuevas y valiosas técnicas que permiten optimizar propiedades y procesos de estos materiales. Publicó más de 65 trabajos originales en revistas internacionales con referato y más 160 trabajos en Congresos internacionales y nacionales.

Su destacada y comprometida actuación no se restringió sólo al ámbito académico, sino que promovió desarrollos tecnológicos con novedosos prototipos industriales, técnica y económicamente competitivos, y brindó asesoramiento a instituciones y empresas nacionales y extranjeras. Fue responsable de la dirección y/o realización de más de 250 convenios de asesoramiento y servicios técnicos especializados, efectuados a través de los mecanismos legales vigentes en la UNMDP a diversas empresas e instituciones. Impulsó una metodología de trabajo, que tenía como objetivo lograr resultados útiles para la sociedad a través de sus aplicaciones en el sector industrial. Es por ello que las diversas líneas de trabajo que dirigió (incluso algunas referidas a temas básicos) surgieron como realimentación de ideas y/u observaciones generadas durante el desarrollo de

prototipos industriales, o la búsqueda de soluciones a problemas de producción.

Su profundo compromiso, su dedicación y capacidad de análisis, lo convirtieron en un científico respetado y reconocido al mejor nivel internacional, tanto en el ámbito académico como en el industrial. Fue responsable del relevamiento y evaluación académica de centros de investigación nacionales y de Latinoamérica, miembro de jurados de tesis de posgrado, concursos docentes, concursos para premios, en el país y en el extranjero. Integrante de comités científicos, organizador y “chairman” de diversos eventos académicos y tecnológicos internacionales y nacionales. También participó de tareas de evaluación para organismos de investigación como Miembro de distintas Comisiones Asesoras y de la Junta de Promoción y Calificación de CONICET. Participó activamente en la Sociedad Argentina de Materiales desde 1983 y fue miembro de la American Foundrymen's Society.

A lo largo de su productiva carrera obtuvo numerosos y diversos premios y distinciones nacionales e internacionales, entre los que se destacan el Premio Bernardo Houssay a la Investigación Científica y Tecnológica 2003 al Investigador Consolidado en la Disciplina Desarrollos Tecnológicos, en 2003, y sendos premios Jorge Sábató al Mejor Trabajo de Desarrollo Tecnológico, otorgados por la SAM en

RECORDATORIO |

1991 y 1994.

Con la desaparición del Ing. Jorge Sikora, la ciencia y la tecnología argentinas han perdido un muy importante referente en el campo de los materiales, del que esperábamos aún muchos años de fructífero trabajo. Sin embargo, su legado es extraordinariamente importante, y sus contribuciones están lejos de haber cesado. En efecto, su destacada producción científica y tecnológica seguirá siendo relevante y servirá como base de futuros desarrollos.

Sus discípulos continuarán las líneas de investigación proyectadas por él, y los jóvenes científicos podrán nutrirse de su ejemplo de perseverancia y rigor científico.

No sería justo terminar este homenaje, sin hablar de Jorge como persona. Porque los que lo conocimos y tuvimos la oportunidad de disfrutar de su compañía, su colaboración, su apoyo permanente, hemos perdido también a un buen amigo. De carácter sociable y participativo, con convicciones firmes y espíritu solidario, poseedor de una energía que parecía inagotable nos ha dejado una enorme cantidad de hermosos recuerdos y a la vez un gran vacío. De ninguna manera será posible llenar este vacío, pero, a los que hemos tenido la fortuna de compartir con él una etapa del camino, nos servirán como impulso permanente para mejorarnos cada día, como profesionales y como personas.

