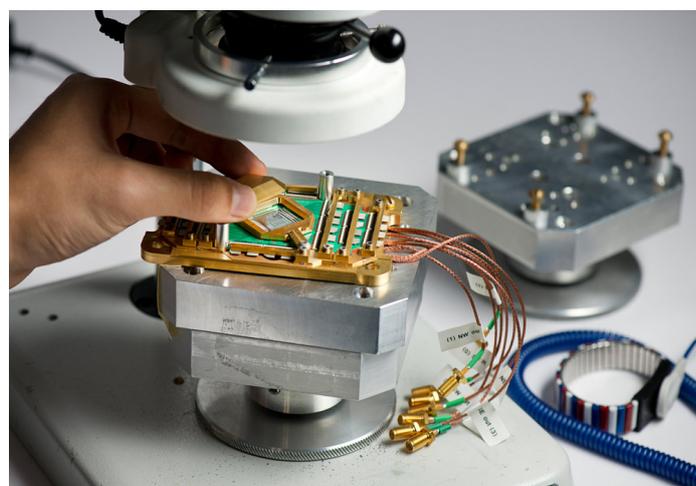
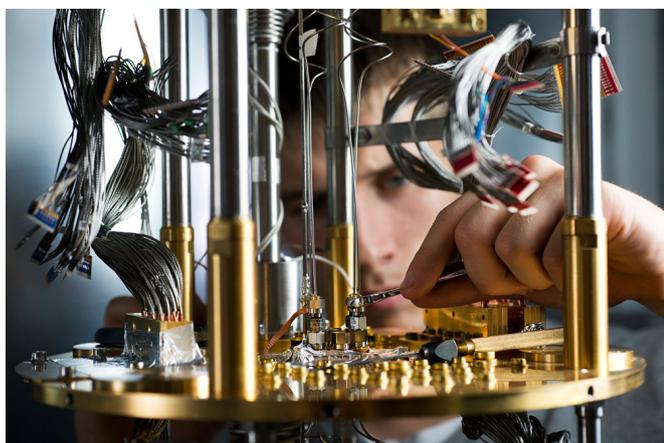


Fundación Fernando de Castro - Asociación para la Enseñanza de la Mujer (siglo XIX)



Fernando de Castro, fundador de la Asociación para la Enseñanza de la Mujer (1870)



Diferentes soportes criogénicos donde se implantan chips superconductores para computación cuántica. La base metálica en contacto con el refrigerador de dilución lleva al metal a temperaturas de 10 mK, suficientes para observar efectos cuánticos

Director: Jesús María Rincón López

Editor: Enrique Ruiz-Ayúcar

Consejo Editorial: Sebastián Medina Martín, Ismael Buño Borde, Pedro José Sánchez Soto



Junta de Gobierno de la Asociación Española de Científicos (AEC).

Presidente: Jesús María Rincón López

Vicepresidente Primero: Alfredo Tiemblo Ramos

Vicepresidente Segundo: Alfonso Navas Sánchez

Secretario General: Enrique Ruiz-Ayúcar

Vocales: Marcial García Rojo, José María Gómez de Salazar,
Luis Guasch Pereira, Manuel Jordán Vidal, Sebastián Medina Martín,
María del Carmen Risueño Almeida, Jaime Sánchez-Montero,
Pedro José Sánchez Soto, Julio César Javier Tello Marquina,

Edita: Asociación Española de Científicos. Apartado de correos 36500. 28080 Madrid.

ISSN: 1575-7951. Depósito legal: M-42493-1999. Imprime: Gráficas Mafra

Esta revista no se hace responsable de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores.

Sitio en la Red: www.aecientificos.es

Correo electrónico: aecientificos@aecientificos.es

La AEC es miembro fundador de la Confederación de Sociedades Científicas de España, COSCE.

INDICE

Tecnologías cuánticas JUAN JOSÉ GARCÍA RIPOLL	4	Las conferencias dominicales en la Asociación para la Enseñanza de la Mujer JUANA GARCÍA ROMERO	22
La transferencia de nanotecnología en el CSIC JAVIER MAIRA, JAVIER ETXABE Y PEDRO A. SERENA	8	PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN	
Decenio Internacional 2005-2015 para la acción "El agua, fuente de vida" ALEJANDRA MACHO SÁNCHEZ Y PEDRO J. SÁNCHEZ-SOTO	13	<ul style="list-style-type: none"> ● Palabras del presidente de la AEC ● José Luis Díez Martín ● M. Ricardo Ibarra ● Nuria Sánchez Coll ● Rafael Álvarez Molina ● COTEVISA ● UNIPRO-Perelló ● FLEXBRICK 	26
Biomateriales metálicos biodegradables en la reducción de fracturas O.G. BODELÓN, C. IGLESIAS, I. DÍAZ, C. CLEMENTE, B.T. PÉREZ-MACEDA, R.M. LOZANO, L. S. HERNÁNDEZ, M.C. GARCÍA-ALONSO, M.L. ESCUDERO	15	LIBRO Ciencia y tecnología en el mundo antiguo	47



PETRÓLEO Y GAS



REFINO Y PETROQUÍMICA



ENERGÍA



INFRAESTRUCTURAS E INDUSTRIAS

**50 años de
Experiencia Internacional**



**Referencias
en más de 50 países**

TECNICAS REUNIDAS

Ingenieros y Constructores

Más de 1.000 Plantas

INVESTIGAMOS



Centro Tecnológico de Torrejón, España



Centro Tecnológico de Torrejón, España

PROYECTAMOS



China

EXPORTAMOS



Arabia Saudita



España



Australia

Tecnología española y bienes de equipo españoles

Oficina central:

Arapiles 13 - 28015 Madrid (Madrid)
Tel. +34 91 592 03 00 - Fax. + 34 91 592 03 97
tr@tecnicasreunidas.es

www.tecnicasreunidas.es

Tecnologías cuánticas

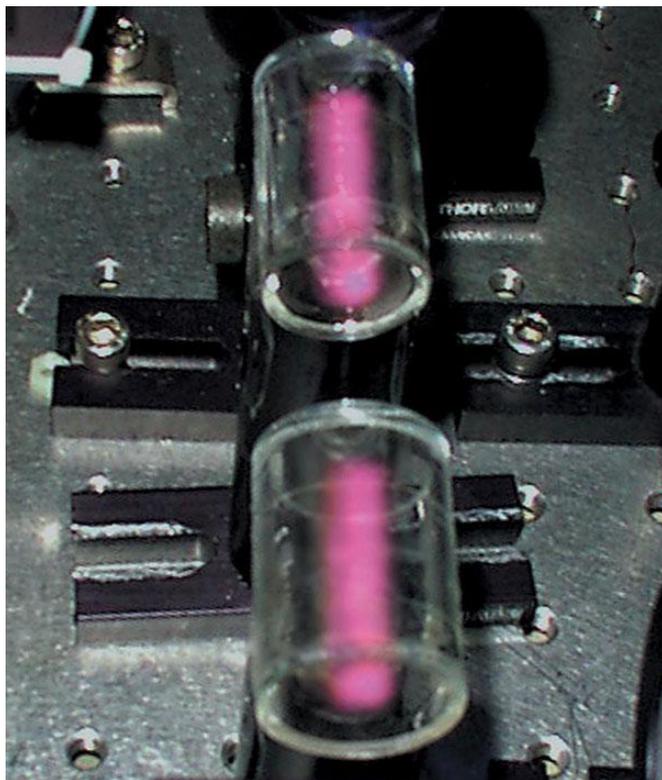
JUAN JOSÉ GARCÍA RIPOLL

Instituto de Física Fundamental. CSIC. Madrid

INTRODUCCIÓN

La ciencia básica y la tecnología son antiguos compañeros de camino que no suelen viajar de la mano en la historia de la humanidad. Observando desarrollos como la rueda y la mecánica, los motores de vapor y de combustión, la electricidad, la electrónica y las telecomunicaciones, encontramos que en unos casos son descubrimientos accidentales de la ciencia básica los que dan lugar a desarrollos tecnológicos y viceversa, en una relación de causa-efecto que en muchas ocasiones está libre de intencionalidad.

En otras ocasiones, sin embargo, es la propia ciencia la que se propone como tarea la creación de una nueva tecno-



Dos celdas de vidrio parafinado almacenan vapor de rubidio. Todos los átomos se encuentran en el mismo estado y responden de forma colectiva a la luz que los atraviesa, modificando su polarización. Creando entrelazamiento (squeezing) en la nube atómica podemos mejorar la sensibilidad con la que esta luz puede detectar cambios en los átomos y de esta forma medir la influencia de campos magnéticos. Cortesía del Prof. Eugene Polzik, Niels Bohr Institute, Dinamarca.

logía, sacudiendo fundamentos y paradigmas, y elaborando nuevas ideas y conceptos que nacen con una aplicación práctica en mente. Ejemplo de esto lo encontramos en el nacimiento de la computación digital, en el siglo XX. En una era donde las principales herramientas de cálculo aún eran dispositivos analógicos (reglas, circuitos engranados, calculadoras mecánicas), Claude Shannon demostró que es posible implementar cualquier cálculo usando datos binarios (es decir, en el sistema de numeración en base 2) y unas pocas operaciones elementales, y que tanto los datos como las operaciones se pueden codificar e implementar usando circuitos electromecánicos como los que ya estaban disponibles en las redes de telefonía de EEUU. A partir de esta semilla crucial, ciencia básica y tecnología progresan de forma exponencial, mano a mano, actuando por un lado en el diseño de los circuitos que implementan esas operaciones (del relé se pasa a la válvula de vacío y de ésta al transistor) y fundando por otro nuevas disciplinas científicas (informática, teoría de la información, lenguajes de programación, etc.) que se ocupan de cómo codificar y realizar dichos cálculos o procesos en la práctica.

El mismo siglo que vio el nacimiento de la computación digital alumbró también una nueva disciplina científica: la Física Cuántica. Envuelta en un gran halo de misterio, la Física Cuántica se suele describir como la teoría física de los objetos muy pequeños, las partículas elementales, los fotones, los átomos y las moléculas, ámbitos donde la descripción de los procesos y medidas se vuelve probabilista, y donde existen las superposiciones cuánticas y el entrelazamiento. La Física Cuántica está detrás de grandes éxitos tecnológicos, como el desarrollo de los semiconductores y el transistor, el láser y los dispositivos led. La Física cuántica sustenta por tanto la sociedad de la información que nos rodea, pero es también un engranaje esencial en toda la sociedad industrial. Pese a su relevancia económica y social, la Cuántica es también una gran desconocida para el público en general. Esto se debe en gran parte a que para muchos de estos sistemas tenemos explicaciones cualitativamente simples que obvian los aspectos formales de la Física Cuántica y donde ni siquiera tienen cabida elementos más exóticos como el entrelazamiento.

ORÍGENES

Esta situación de desconocimiento se mantiene hasta finales del siglo XX, momento en el que se producen dos eventos tecnológicos fundamentales. El primero es que, haciendo un uso creativo de la Física Cuántica, muy diferentes grupos experimentales y muy diferentes disciplinas empiezan a

manipular y medir grados de libertad cuánticos, revelando su naturaleza en experimentos que atrapan átomos, manipulan moléculas, crean nuevos estados de la materia como los condensados, generan entrelazamiento y lo miden, o crean gatos de Schrödinger.

El segundo evento es el desarrollo de la Teoría de la Información Cuántica. La relación entre información y procesos físicos ya era evidente en los años 80. Se sabía, por ejemplo, que la creación y manipulación de información tiene un coste asociado, que se puede cuantificar y modelizar siguiendo los principios de la Termodinámica. Siguiendo estos principios era posible predecir la existencia de dispositivos de computación más eficientes que los ordenadores de la época, y con el objetivo de alcanzar esa eficiencia máxima se desarrollaron nuevos modelos de computación como la lógica reversible, o nuevos paradigmas, como la computación óptica en los años 90.

Dentro de este marco de pensamiento, algunos físicos como David Deutsch razonaron que la naturaleza ya nos da modelos de operación diferentes, como la Mecánica Cuántica, donde la evolución es reversible, aunque probabilista. Estos y otros científicos comenzaron a preguntarse sobre la capacidad de un sistema cuántico para almacenar, procesar y transmitir información, analizando los límites fundamentales y desarrollando nuevos modelos de proceso de datos adaptados a la Mecánica Cuántica. Destacamos por ejemplo, la creación de toda una "lógica de computación cuántica", introduciendo la unidad de información básica, el qubit, un sistema cuántico con dos estados posibles (0 y 1) y todas las superposiciones cuánticas de ellos, las operaciones universales sobre uno y dos qubits, que pueden usarse para construir computaciones arbitrariamente complejas, así como las nociones de corrección de error y eficiencia computacional.

CONSOLIDACIÓN

El gran éxito de estas primeras décadas gloriosas en la Teoría de la Información Cuántica es el descubrimiento del algoritmo de Shor: un algoritmo que, implementado en un ordenador cuántico, con los ingredientes antes mencionados, podría factorizar números arbitrariamente complejos con un coste exponencialmente más pequeño que cualquier método clásico conocido. A este éxito visible se sumaron otros no menos relevantes, como la creación de la Criptografía Cuántica, la teoría del entrelazamiento y el estudio de los sistemas cuánticos complejos, y profundos avances en la comprensión de los fundamentos de la Mecánica Cuántica y sus aplicaciones en otros campos. En definitiva, la Teoría de la Información Cuántica se conforma como un metalenguaje cuya utilidad excede y engloba a las herramientas proporcionadas por los padres fundadores de la Física Cuántica, y se constituye como la disciplina que

nos enseña a manipular, clasificar y entender los estados y procesos cuánticos en general.

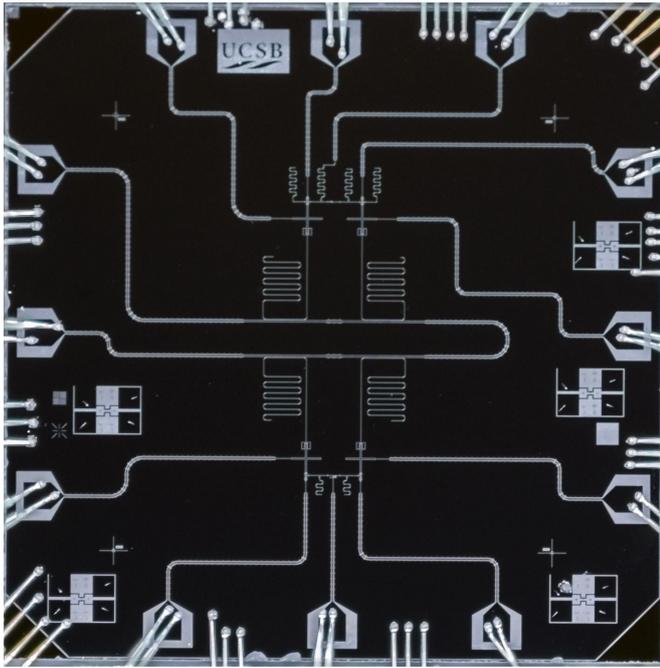
La promesa de la computación y la Criptografía Cuántica ha motivado avances sustanciales en nuestra comprensión y manipulación de los sistemas cuánticos. Por un lado, hemos aprendido a aislar y manipular grados de libertad cuánticos en un gran número de sustancias y materiales: átomos aislados, gases atrapados a bajas temperaturas o a temperatura ambiente, electrones y núcleos en moléculas complejas, circuitos eléctricos, puntos cuánticos, impurezas en cristales de diamante y en semiconductores, etc. Una gran variedad de propiedades cuánticas de estos sistemas se pueden preparar para almacenar qubits, qutrits o q-dits, o formas más flexibles de información como las variables continuas y estados gaussianos. Manipulamos de forma coherente los estados cuánticos de estos sistemas usando campos eléctricos y magnéticos, desde simples potenciales externos generados por baterías, hasta láseres en el visible y el ultravioleta, pasando por radiofrecuencias y microondas. Medimos esos grados de libertad cuánticos y demostramos su naturaleza probabilista, revelando correlaciones que no pueden ser explicadas con teorías clásicas (p.ej. el entrelazamiento), en sistemas tan grandes como un circuito eléctrico, donde el número de partículas involucradas escapa a la imaginación. Y por último este control se está mejorando y refinando, convirtiendo la Criptografía Cuántica en una alternativa comercial, realizando computaciones cada vez más complejas, creando nuevos modelos de computación como la máquina de D-Wave, e introduciendo la información cuántica en otras disciplinas, como la metrología y la ingeniería de sensores.

TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

La información cuántica nació como un campo altamente especulativo, ciencia marginal que, gracias a logros concretos, se materializó en un campo conocido como Tecnologías de la Información Cuántica. El avance desde esos comienzos ha sido tan grande que hoy en día se habla de Tecnologías Cuánticas para englobar todas las ideas, diseños y propuestas que hacen uso de la Física Cuántica para realizar una tarea novedosa o mejorar una aplicación existente. A continuación se destacan algunas de estas aplicaciones, en una selección bastante ecléctica que corresponde a los gustos del autor de este artículo.

En primer lugar es importante volver a mencionar la Criptografía Cuántica. Las técnicas de comunicación segura que empleamos hoy en día se basan en la existencia de determinadas funciones que son muy difíciles de invertir. Cuando aplicamos esas funciones a un mensaje, dicho mensaje se vuelve seguro sólo por la restricción práctica de que no tenemos programas o algoritmos que puedan descodi-

ficar ese mensaje en un tiempo razonable. Sin embargo ya hemos visto que un computador cuántico podría romper algunos de estos códigos, factorizando números grandes o trabajando con funciones elípticas. O, de forma más práctica, cualquiera puede interceptar nuestras comunicaciones, almacenar los mensajes cifrados y esperar a disponer de suficientes recursos clásicos (supercomputadores, mejores chips, mejores algoritmos paralelizados) para descodificarlos en un futuro cercano. Dicho de otra forma, la seguridad de nuestras comunicaciones tiene fecha de expiración probable.



Qubits superconductores impresos en aluminio superconductor. Los cuatro circuitos internos corresponden a cuatro bits cuánticos creados mediante la combinación de condensadores y una unión Josephson. Cada qubit puede estar en una superposición de estados "0" y "1" y es manipulado y medido por otros cables (antenas de microondas) también impresos en el circuito. Cortesía de Michael Fang, Grupo de Computación Cuántica con Uniones Josephson / MartinisGroup, UCSB, Santa Bárbara, EE.UU.

La Criptografía Cuántica es una de ellas: enviando fotones entrelazados a dos puntos del planeta y dejando que receptores situados en ellos midan el estado de esos fotones en una orientación aleatoria y cambiante, se generan dos ristas de números binarios, una en cada uno de los receptores. Dichos números son aleatorios porque la Física Cuántica garantiza la aleatoriedad en la medida; pero además el entrelazamiento de los fotones medidos garantiza dos propiedades adicionales: los números que obtienen ambos receptores están perfectamente correlacionados (son idénticos cuando ambos aparatos de medida tengan la misma orientación) y es posible detectar casi cualquier interceptación. En particular, supongamos que un observador malicioso se interpusiera entre ambas partes, interceptando los fotones, midiéndolos

y reenviándolos: en ese caso los dos receptores observarían que las correlaciones dejan de ser cuánticas y comienzan a ser clásicas, por lo que pueden interrumpir la comunicación no segura. Esta seguridad "física" se contrapone a la seguridad "práctica" anteriormente mencionada en que no tiene fecha de caducidad.

La Criptografía Cuántica es la primera aplicación práctica de la Información Cuántica. Se trata de una tecnología madura que ha salido del laboratorio para comercializarse en entornos de comunicación de fibra óptica, siendo bancos y organismos gubernamentales los principales compradores. Esto puede cambiar en un futuro cercano, ya que Europa, Canadá y China están avanzando a pasos de gigante en la implementación de repetidores con Criptografía Cuántica-segura entre estaciones de tierra y satélites, o entre satélites mismos. De ahí a una red comercial con Criptografía Cuántica de alcance planetario hay pocos y muy bien definidos objetivos. Precisamente esta claridad de objetivos hace que la Criptografía Cuántica no demande ningún avance significativo en el ámbito de la Física para demostrar su viabilidad y escalabilidad, restándole interés para grupos de investigación como el mío.

Un área más interesante donde la ciencia básica tiene bastante que aportar es el mundo de los sensores cuánticos y la metrología cuántica. Un sensor no es más que un sistema físico que reacciona a un estímulo externo. Cuando un sensor tiene una "sensibilidad" limitada, o cuando el estímulo a medir se ve afectado de fluctuaciones, es común emplear muchos sensores y promediar la señal emitida por ellos. Esta labor de promediado se puede hacer de manera mucho más eficiente cuando esos sensores son cuánticos. Trabajando con sensores cuánticos se pueden correlacionar las medidas de esos sensores, de forma que la sensibilidad total de ellos sea mayor que en un protocolo clásico. Otra cosa que se puede hacer además es combinar señales externas con operaciones cuánticas sobre el estado colectivo de los sensores, diseñando "algoritmos de medida", de forma que la señal promedio, otra vez, sea radicalmente más clara que la de un único detector.

Esta idea abstracta se puede matematizar, pero también se puede llevar a la práctica. Los objetos físicos que usamos en los experimentos de información cuántica son candidatos ideales para crear esos sensores cuánticos, con dos ejemplos que destacan: celdas de vapor de Rubidio e impurezas en diamantes. En el primer caso hablamos de átomos que flotan en un gas altamente diluido, dentro de una celda de vidrio recubierta de parafina. En el segundo caso hablamos de átomos de nitrógeno implantados de forma natural o artificial en diamante. En ambos casos se trata de partículas que responden tanto a la luz como a campos magnéticos, de forma que estudiando la luz que atraviesa estos materiales podemos detectar cambios en los campos magnéticos que "sienten". Como además se trata de grandes colectividades

de sistemas cuánticos (millones de átomos o millones potenciales de impurezas), tenemos a nuestra disposición un número infinito de posibilidades para diseñar sofisticados protocolos de medida que utilicen el entrelazamiento y la interferencia cuántica.

Ambos tipos de sensores son ya una realidad y cercanos al ámbito comercial. Ambos sistemas tienen un potencial de sensibilidad igual o superior a los dispositivos superconductores que forman un aparato de resonancia magnética nuclear. Son mucho menos invasivos, funcionan a temperatura ambiente por lo que no se requieren costosos equipos de refrigeración con helio líquido, y se pueden incluso poner en contacto con seres humanos para realizar medidas localizadas (p.ej. medir los impulsos electromagnéticos generados por el cerebro). En algunos casos, como los nano-cristales de diamante, estos sensores se han llegado a insertar en material orgánico, como células, con el fin de realizar medidas hasta ahora difícilmente accesibles al mundo de la biomedicina. Con todo esto no sería de extrañar que en la próxima década veamos una revolución en el mundo de la física médica, abaratando y simplificando enormemente unas pruebas diagnósticas que aún ahora son recetas con cuentagotas.

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

Por último nos acercamos al mundo de la computación cuántica, la mayor promesa o el objetivo más visible de las tecnologías cuánticas. Fabricar un computador cuántico es una tarea descomunal, comparable al esfuerzo de poner a un hombre en la luna, no sólo por la cantidad de recursos, sino por la necesidad de un esfuerzo coordinado y focalizado, que va más allá de los proyectos de investigación independientes financiados por Europa en los últimos 20 años. Sin embargo la investigación en ciencia básica ha permitido madurar diferentes tecnologías cuánticas y formalismos matemáticos como para que despunten algunos candidatos prometedores en los que se podrían volcar esos esfuerzos.

Desde el punto de vista de implementación, el caballo ganador parece ser en este momento los circuitos superconductores. Una tecnología relativamente madura (la electrónica construida con materiales superconductores) nos ha proporcionado gratas sorpresas en esta década, con impresionantes avances en el terreno de la fidelidad de las operaciones (próxima a los límites necesarios para realizar corrección de errores escalable), la reproducibilidad de los diseños y la capacidad para controlar un gran número de qubits de forma independiente y simultánea. En la actualidad esta plataforma protagoniza el mayor esfuerzo coordinado para construir un computador cuántico. Empresas como Google, Lockheed Martin, IBM y D-Wave, y entidades como NASA o la Universidad de California, colaboran en la construcción de microchips con un gran número de qubits, buscando implementar uno de dos modelos de computación.

El primer modelo es el computador adiabático, un dispositivo donde se controlan las interacciones entre los distintos qubits, de forma que el estado de mínima energía sea la solución a un problema duro. Las fluctuaciones cuánticas se utilizan para llevar al computador de forma lenta, pero segura y predecible, a ese estado final, en lo que equivale a resolver ese problema. La empresa D-Wave ha fabricado ordenadores que operan bajo este principio con un gran número de qubits (hasta 1024), pero todavía no hay evidencia de que la computación se lleve a cabo de manera coherente, sin que intervengan fluctuaciones térmicas que harían el ordenador inútil para los problemas más duros y grandes. El otro modelo de computación es el modelo circuital, basado en la concatenación de operaciones elementales o puertas lógicas, y combinado con corrección de errores. El laboratorio de John Martinis en la Universidad de California del Sur en Santa Bárbara, fabrica microchips que combinan múltiples qubits en una misma pastilla, con interacciones que se pueden desconectar a voluntad para realizar esas operaciones elementales, pero que mientras están activas también sirven para proteger a la información cuántica frente a perturbaciones externas.

Ambos esfuerzos en Canadá y EE.UU. destacan por la ingente cantidad de recursos recibidos y por lo focalizado de su investigación, que apuesta por sistemas muy concretos. Uno podría objetar, sin embargo, que al contrario que en el diseño del computador clásico actual, estamos muy lejos de tener la arquitectura, o incluso el sistema físico ideal, siendo necesaria todavía una investigación más arriesgada y exploratoria, como la que se lleva a cabo en otros grupos de Europa y EE.UU. Sea como sea, lo cierto es que las Tecnologías Cuánticas están aquí para quedarse y para comenzar a formar parte de nuestras vidas, como ya son parte de ellas el láser, o los semiconductores con los que se escribieron este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Quantum Information Science: Emerging No More, Carlton M. Caves, <http://arxiv.org/abs/1302.1864>
2. Quantum Technology: The Second Quantum Revolution, J. P. Dowling, & G. J. Milburn, *Philosophical Transactions A* 361, 1655--1674 (2003)
3. Quantum cryptography, N. Gisin, G. Ribordy, W. Tittel, & H. Zbinden, *Review of Modern Physics* 74, 145 (2002).
4. Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond: Nanoscale Sensors for Physics and Biology, R. Schirhagl, K. Chang, M. Loretz, & C. L. Degen, *Annual Review of Physical Chemistry* 65, 83-105 (2014).
5. Superconducting Circuits for Quantum Information: An Outlook, M. H. Devoret, & R. J. Schoelkopf, *Science* 339, 6124 (2013)
6. Is D-Wave's quantum computer really quantum? *Physics World*, Jun 20 (2014) <http://physicsworld.com/cws/article/news/2014/jun/20/is-d-wave-quantum-computer-actually-a-quantum-computer>

La transferencia de nanotecnología en el CSIC

JAVIER MAIRA¹, JAVIER ETXABE¹ Y PEDRO A. SERENA^{2*}

¹ Vicepresidencia Adjunta de Transferencia del Conocimiento (VATC) Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), c/ Serrano 142 E-28006-Madrid, España.

² Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM) Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) c/ Sor Juana Inés de la Cruz 3

Campus de Cantoblanco, E-28049-Madrid, España

*Correo electrónico: pedro.serena@icmm.csic.es; tel.: +34 91 334 8999

RESUMEN

La nanociencia y la nanotecnología se han desarrollado con mucho vigor en España, tanto en universidades como en Organismos Públicos de Investigación como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), lográndose un buen nivel de producción científica, que no ha tenido, por lo general, reflejo en una clara transferencia de conocimiento al sector productivo. En este artículo se describen las acciones puestas en marcha por el CSIC para convertir el conocimiento en productos y servicios de alto valor añadido en el emergente mercado de la nanotecnología.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las tres últimas décadas la nanociencia y la nanotecnología, a las que nos referiremos en este trabajo mediante el acrónimo NCyNT, se han configurado como elementos transformadores de nuestro futuro (Pagliaro 2010), siendo consideradas como líneas prioritarias de la actual investigación industrial (Delgado 2009, NNI 2015, Horizon2020 2015). Este protagonismo se ha alcanzado gracias a la fuerte financiación por parte de los sectores público y privado y ha tenido como primera consecuencia el espectacular aumento del número de publicaciones científicas relacionadas con la NCyNT (Palmberg 2009) y del de patentes registradas (Dang 2010). En estos momentos China, EE.UU., Japón, Alemania, Francia, Corea del Sur, Reino Unido y Taiwán están liderando la actividad en NCyNT (Hwang 2010).

Los centros de investigación españoles han seguido un camino bastante similar al trazado por los países de su entorno en relación con los desarrollos en NCyNT (Serena 2009). Como reflejo del auge de la NCyNT en España, durante el

periodo 1999-2010 nuestro país ocupó la décima posición mundial en cuanto a producción científica en este ámbito (INIC 2015). Esta posición de privilegio en cuanto a la producción científica no ha tenido, sin embargo, una contrapartida adecuada en cuanto a la solicitud, registro y licencia de patentes ni en la generación de nuevas empresas de base tecnológica (NEBTs). En un completo análisis del periodo 1991-2008 (Dang 2010), España no figura entre las quince naciones que lideran la clasificación de solicitudes acumuladas de patentes relacionadas con la NCyNT, reflejando su retraso en relación con la transferencia tecnológica en comparación con otros países más desarrollados (Etxabe 2012).

EL CSIC, MODELO DE GENERACIÓN Y

TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

El CSIC es la entidad que más conocimiento genera en España en términos de publicaciones, ocupando en 2014 la séptima posición mundial. Este inmenso potencial se intenta proyectar sobre la sociedad mediante una adecuada gestión y promoción del capital intelectual de la institución. En el año 1985, se puso en marcha la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) del CSIC, que en el año 2008 se convirtió en la Vicepresidencia Adjunta de Transferencia de Conocimiento (VATC). La VATC tiene encomendada la misión de acercar las capacidades científicas y los logros tecnológicos del CSIC a todos los sectores socio-económicos a escala nacional e internacional con la finalidad de lograr que la investigación que realiza el CSIC se transforme en bienestar social, económico y cultural. Para ello tiene como objetivos: (i) transferir los resultados de investigación y la tecnología desarrollada en el CSIC al sector productivo para su explotación, (ii) transferir el conocimiento generado en el CSIC a la sociedad, (iii) dar a conocer a las empresas e instituciones públicas los beneficios económicos que pueden derivarse de sus relaciones con los centros e institutos del CSIC, (iv) conocer las necesidades de las empresas y las instituciones públicas y (v) impulsar la creación de Nuevas Empresas de Base Tecnológica (NEBTs). Estos objetivos se llevan a cabo mediante una estructura departamental adecuada que se ha ido adaptando a las necesidades de cada momento.

El procedimiento que utiliza el CSIC para proteger sus tecnologías se ha ido refinando con el tiempo (Etxabe 2012), y ha sido fruto de una larga relación con las empresas, la implantación de políticas de gestión adaptadas de otras

experiencias internacionales, el paulatino incremento del número de personas con alta cualificación que trabajan en la VATC y de su posterior capacitación complementaria. Como fruto de estas actuaciones el CSIC, en el año 2010, se convirtió en la primera entidad pública generadora de patentes nacionales y el primer solicitante español de solicitudes de patentes sometidas al Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

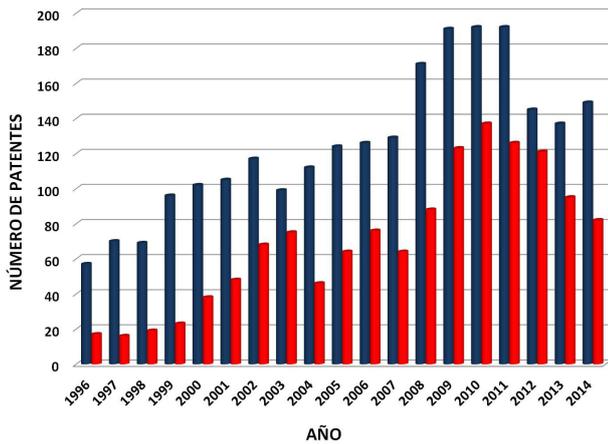


Figura 1. Número de solicitudes de patentes del CSIC desde el año 1996 hasta 2014, indicando las patentes prioritarias (columna azul) y las solicitudes internacionales PCT (columna roja).

La Figura 1 muestra la evolución del número de solicitudes de patentes prioritarias registradas en la OEPM y las de tipo PCT presentadas por el CSIC entre 1996 y 2014. Se observa cómo el número de solicitudes de patente de prioridad del CSIC ha tenido diferentes fases pasando del suave crecimiento sostenido (periodo 1996-2002) a una relativa estabilización (2003-2007), para crecer de nuevo entre 2008 y 2010. Desde 2011 se observa una reducción, asociada a la implantación de un mayor rigor y diversos filtros para presentar patentes de una mayor fortaleza, optimizando así los recursos y procedimientos. Las solicitudes de patentes en año de prioridad y en el periodo PCT, junto con aquellas que se encuentran en fases nacionales y/o fase europea pero sin haberse licenciado, constituyen la “cartera de patentes” en comercialización a terceros o son la base para la creación de NEBTs del CSIC.

La VATC también ha ido aumentando todas las actividades de promoción de las tecnologías del CSIC, como la participación en ferias tecnológicas nacionales e internacionales, la actualización permanente de la página web de la VATC del CSIC, la búsqueda proactiva de empresas en los sectores de posible aplicación de la tecnología y el uso de herramientas proporcionadas por la red europea Enterprise Europe Network (EEN) (EEN 2015). Además, desde 2012 se reorganizó la estructura interna y estrategia de la VATC del CSIC para el apoyo a la creación de NEBTs y se creó

un equipo nuevo de técnicos de transferencia dirigido a la evaluación de tecnologías. La actuación de la VATC ha generado una relación de confianza con cientos de empresas, de forma que éstas tienen acceso a las últimas tecnologías desarrolladas en el CSIC, y éste tiene la oportunidad de promocionar las mismas, así como de obtener información del sector productivo sobre las posibilidades de sus tecnologías en el mercado, siendo esto de utilidad para orientar la estrategia del CSIC. Como fruto de esta actividad se ha logrado licenciar un considerable número de patentes, incrementar el establecimiento de nuevas colaboraciones con empresas, proporcionando retornos económicos para la institución y proyectando en la sociedad una parte del conocimiento generado en el CSIC. Se debe mencionar que, como consecuencia de las licencias de patentes, se realizan numerosos registros (casi una treintena anual, de promedio) en diferentes oficinas de patentes nacionales.

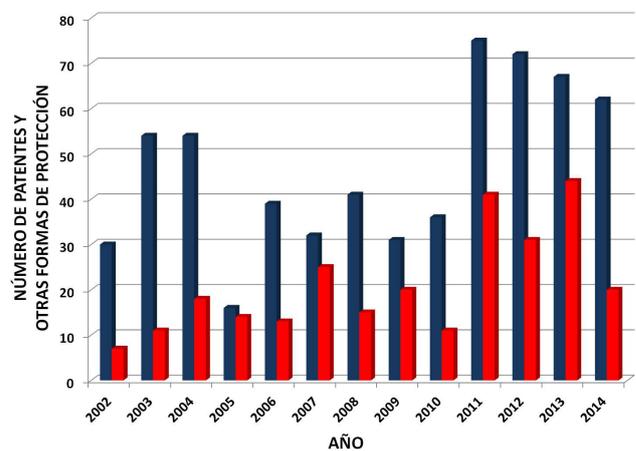


Figura 2. Número de patentes y modelos de utilidad licenciados por el CSIC entre 2002 y 2014 (columna azul). La columna roja indica la licencia de objetos protegidos mediante otras formas de protección (Material Biológico, Variedad Vegetal, Secreto Industrial, Software) en el mismo periodo.

En la Figura 2 se muestra el número de patentes y de objetos protegidos mediante otras formas de protección que han sido licenciados por el CSIC en el periodo 2002-2014, en el que se consiguieron licenciar un total de 879 tecnologías de las cuales 609 fueron patentes. En particular se puede observar como en el año 2011 el número de patentes licenciadas aumentó en más de un 100% con respecto del año anterior, debido a la puesta en marcha del plan de promoción directa de las ofertas tecnológicas en el CSIC, así como al aumento de personal dedicado a estas actividades a través del Programa JAE-TRANSFER 2010, dirigido a la contratación de personal especializado en gestión y transferencia del capital intelectual del CSIC. Ediciones posteriores de este Programa y otras acciones de incorporación de recursos humanos en la VATC del CSIC han permitido crear y consolidar nuevos equipos de evaluación de tecnologías y apoyo a la creación de NEBTs. En los últimos tres años ha disminuido el número

de patentes prioritarias solicitadas (Figura 1) y licenciadas (Figura 2) porque se han establecido filtros más rigurosos en la selección de conocimientos susceptibles de protección y a una ligera disminución del número de expertos dedicados a comercialización de tecnologías. En cualquier caso el número de patentes licenciadas durante el cuatrienio 2011-2014 duplica al del periodo 2007-2010, lo que muestra el notable efecto de las estrategias adoptadas.

De forma paralela a la protección y comercialización del conocimiento, los centros de investigación del CSIC han catapultado, con gran esfuerzo, un buen número de empresas de tipo NEBT que están afianzándose a pesar de la situación económica. Desde el año 1999 se han constituido 112 NEBTs (7 por año) vinculadas a tecnologías desarrolladas en el CSIC, lo que representa un gran impacto del CSIC en el tejido productivo español dedicado a la producción de bienes y servicios de alta tecnología, sector clave en un modelo económico basado en la creación y gestión del conocimiento.

NANOTECNOLOGIA EN EL CSIC: DEL LABORATORIO AL MERCADO

El CSIC ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la NCyNT en España. La puesta en marcha del programa estratégico denominado Eje de Nanociencia y Nanotecnología (EjeNano), o la creación del Centro de Investigaciones en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN) y del Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), ambos centros mixtos con diferentes entidades, son hitos en la contribución del CSIC a la NCyNT del país. En la actualidad más de 120 grupos del CSIC trabajan en NCyNT, debiéndose destacar que proceden de las áreas de investigación en materiales, física, química y biotecnología, lo que pone de manifiesto el carácter multidisciplinar del CSIC. Estos grupos de investigación son responsables de algo más del 20% de la producción científica española en NCyNT.

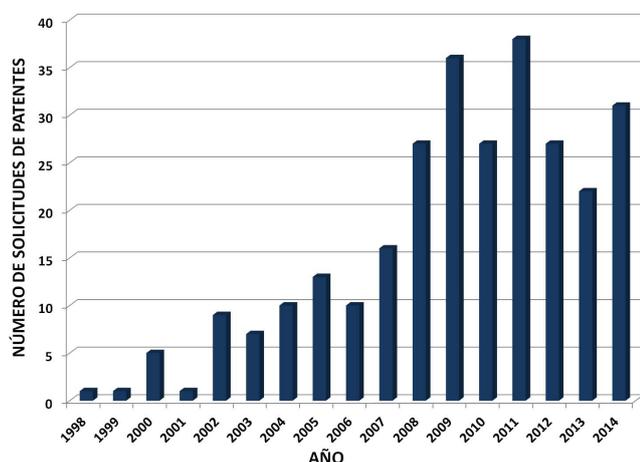


Figura 3. Número de solicitudes de patentes de prioridad del CSIC en el ámbito de la NCyNT entre 1998 y 2014.

El peso evidente del CSIC en la creación de conocimiento en NCyNT ha tenido su reflejo en la constitución de una considerable oferta tecnológica y la creación de un número considerable de NEBTs. La Figura 3 muestra el aumento del número de solicitudes de patentes de prioridad en nanotecnología en el CSIC en los últimos 17 años. En los últimos años, las patentes relacionadas con la nanotecnología representan entre el 15% y el 20% del total, lo que pone de manifiesto la relevancia de este tema en cuanto a potencial tecnológico. Este crecimiento se debe tanto a que la NCyNT es una temática en auge en el contexto mundial, y por tanto en el español, como a la puesta en marcha de tareas de prospección y seguimiento de nuevos grupos de investigación del sector de materiales o ciencias físicas. Se debe destacar que las patentes en NCyNT tienen diferentes áreas de aplicación como los nuevos materiales, la energía, la electrónica, la química, la biotecnología, etc. indicando que la NCyNT tiene un carácter de elemento facilitador transversal en el que se van a apoyar otros desarrollos tecnológicos.

La promoción de la cartera de nanotecnología del CSIC se ha considerado estratégica dentro de la VATC del CSIC. Desde el año 2009 el CSIC, a través de la VATC, participa en las ferias de nanotecnología más importantes del mundo, dirigiendo parte de su actividad de promoción hacia el mercado asiático, por su gigantesco potencial de mercado. Desde entonces, el CSIC ha participado en un total de 16 ferias tecnológicas del sector de la nanotecnología en 7 países diferentes de Europa y Asia, todas ellas de reconocido prestigio internacional. En la Tabla I se muestran todos los datos sobre dichas participaciones, incluyendo el número de ofertas tecnológicas incluidas en el catálogo y el número de empresas con las que se establecieron entrevistas. La cartera tecnológica que se ha promocionado ha estado constituida por una media de 22 ofertas tecnológicas en cada feria, fluctuando entre 11 y 32 patentes, con una constante renovación. La participación del CSIC en estas ferias dio lugar a un total de 337 reuniones con empresas, y el inicio de negociaciones, tanto para el desarrollo conjunto de proyectos de I+D para acercar las tecnologías al mercado como de licencia de las patentes ofertadas. Otro aspecto que debe resaltarse es que la participación en estas ferias originó contactos entre la VATC y grupos de investigación de diferentes institutos del CSIC que trabajan en nanotecnología.

Se debe destacar la participación del CSIC, durante siete años consecutivos (2009-2015), en la feria más importante del mundo "Nano Tech Tokyo". El esfuerzo de promoción realizado en esta feria a lo largo de muchos años tuvo su reconocimiento en la edición del año 2015 cuando el CSIC fue galardonado con la distinción "Business Matching Award in Nanotech 2015" por su contribución a la innovación mediante las actividades de transferencia de tecnología (Figura 4).



Figura 4. Recogida por parte de J. Maira e I. Gavilanes del premio “Business Matching Award in Nanotech 2015” entregado a la delegación del CSIC que participó en la Feria “Nano Tech Tokyo 2015”.

TABLA I Participación del CSIC en ferias internacionales de nanotecnología (2009-2015)				
Nombre de la feria o evento	Fecha	Lugar	Número de ofertas en el catálogo CSIC	Número de reuniones con empresas
Nano Tech 2009	18-20 febrero 2009	Tokio (Japón)	28	29
Euronanoforum 2009	2-5 junio 2009	Praga (República Checa)	16	15
Taiwan Nano Exhibition 2009	7-9 octubre 2009	Taipei (Taiwán)	20	10
Nano Tech 2010	17-19 febrero 2010	Tokio (Japón)	24	17
Micronano System Workshop 2010	4-5 mayo 2010	Estocolmo (Suecia)	18	11
Taiwan Nano Exhibition 2010	7-9 octubre 2010	Taipei (Taiwán)	29	7
Nano Tech 2011	16-18 febrero 2011	Tokio (Japón)	32	38
ImagineNano 2011	11-14 abril 2011	Bilbao (España)	29	31
Rusnanotech 2011	26-28 octubre 2011	Moscú (Rusia)	19	13
Nano Tech 2012	15-17 febrero 2012	Tokio (Japón)	27	25
Nano Tech 2013	30 de enero-2 de febrero 2013	Tokio (Japón)	22	23
ImagineNano 2013	23-26 de abril de 2013	Bilbao (España)	22	26
Hannover Messe 2013 (EEN)	9-11 de abril de 2013	Hanover (Alemania)	11	11
Nano Tech 2014	29-31 de enero de 2014	Tokio (Japón)	27	40
Nano Tech 2015	28 de Enero al 30 de Enero de 2015	Tokio (Japón)	16	21
ImagineNano 2015	10-13 de marzo 2015	Bilbao (España)	14	20

Las actividades de promoción de los conocimientos y de apoyo a la creación de NEBTs en NCyNT ha servido para que el CSIC haya licenciado 75 patentes (47 en los cuatro últimos años). Estas licencias de patentes se firmaron con empresas de Alemania, España, Suecia, Francia, EE.UU y Reino Unido, y han aportado al CSIC retornos directos en forma de "down-payment" y la participación en el desarrollo de la tecnología mediante nuevos contratos de investigación colaborativa, asegurando un porcentaje de los futuros ingresos por ventas netas de los productos protegidos mediante esas patentes. Es evidente que este número de licencias hubiera sido imposible de alcanzar sin haber diseñado estrategias concretas para transferir la NCyNT del CSIC. En cuanto a la creación de NEBTs basadas en NCyNT se han fundado 16 empresas en los últimos 11 años, más de dos terceras partes en los últimos cinco años, lo que representa un porcentaje importante de las empresas españolas de este sector emergente.

CONCLUSIONES

La situación del CSIC, el mayor Organismo Público de Investigación de este país, es similar a la que presenta el conjunto del sistema público de investigación. Sin embargo, en lo referente a la transferencia del conocimiento, el CSIC ha puesto en marcha, desde hace ocho años, una estrategia que pretende no sólo incentivar las solicitudes de patentes, sino lograr que estas tengan un éxito real, transfiriéndolas al sector productivo. Esta estrategia tiene como principal objetivo reforzar las actividades destinadas a la comercialización de las patentes mediante el uso de diferentes herramientas de gestión, la participación en redes internacionales, y la interacción con empresas en las ferias tecnológicas más importantes y la propia creación de NEBTs. Los programas de contratación y formación de expertos en transferencia han sido claves para incentivar en los centros la transformación del conocimiento en patentes, y para proyectar estas patentes en el sector productivo. En el caso de la nanotecnología, la estrategia del CSIC ha resultado especialmente exitosa, tanto en número de patentes presentadas y licenciadas, como en la creación de tejido empresarial.

AGRADECIMIENTOS

Quisieramos agradecer a los responsables y a todo el personal de la VATC el esfuerzo y dedicación realizado durante todos estos años. También se debe reconocer la colaboración de muchos investigadores del CSIC en las actividades de transferencia y comercialización, que han contribuido a alcanzar los resultados aquí presentados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dang, Y., Zhang, Y., Fan, L., Chen, H., Roco, M.C. 2010. Trends in worldwide nanotechnology patent applications: 1991 to 2008, *J. Nanopart Res.* 12, pp. 687-706.
2. Delgado, G. C. 2009. Economía Política de la Nanotecnología, *Mundo Nano* 1(1), 87-94.
3. Etxabe, J., Maira, J., Serena, P.A.. 2012. La nanotecnología en el CSIC: Transferencia y Comercialización de Patentes. *Mundo-Nano* 5(6), pp. 31-56 (2012). En www.mundonano.unam.mx
4. Horizon2020. 2015. En: http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm
5. Hwang, D. 2010. Ranking the nations on nanotech, *Lux Reseach*. En: <http://www.electroiq.com/articles/stm/2010/08/ranking-the-nations.html>
6. INIC. 2015. Statistical Report of Production of Nanoscience in Iran, *Iran Nanotechnology Initiative Council*. En: <http://en.nano.ir/index.php/main/page/17>
7. NNI. 2015. National Nanotechnology Initiative. En: <http://www.nano.gov/>
8. Pagliaro, M. 2010. *Nano-Age: How Nanotechnology Changes our Future*, Wiley-VCH.
9. Palmberg, C., Dernis, H., Miguët, C. 2009. *Nanotechnology: an overview based on indicators and statistics*. STI working paper 2009/7. *Statistical Analysis of Science, Technology and Industry*, editado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). En: <http://www.oecd.org/dataoecd/59/9/43179651.pdf>
10. Serena, P.A. 2009. La implantación de la nanotecnología en España: muchas luces y alguna sombra, *Mundo-Nano* 2 (2), pp. 74-90. En www.mundonano.unam.mx

Decenio Internacional 2005-2015 para la acción “El agua, fuente de vida”

ALEJANDRA MACHO SÁNCHEZ Y PEDRO J. SÁNCHEZ-SOTO
*Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Centro Mixto CSIC-US.
C/ Américo Vespucio 49, 41092-Sevilla, e-mail: pedroji@icmse.csic.es*

Tras el éxito de las actividades realizadas durante el Año Internacional de Cooperación en la Esfera del Agua 2013, con motivo de la celebración del Decenio Internacional 2005-2015 para la acción “El agua, fuente de vida”, se pretende mantener el compromiso de contribuir al aumento del conocimiento y la cultura científica de la población sobre un bien tan esencial como es el agua. En esta breve nota se presentan y reseñan algunas de estas actividades realizadas a lo largo del pasado año y de éste

Con la declaración el pasado año de “Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua” por UNESCO, en la Asamblea General de las Naciones Unidas, a propuesta de Tayikistán realizada en 2010, las Naciones Unidas (UN, United Nations) resaltaron que el Año era una oportunidad para destacar la importancia de la Ciencia y la cooperación científica para afrontar los desafíos de la cooperación en materia del agua. Además de las iniciativas de distintos países y organismos internacionales, UN water mantiene una página “web” dedicada a la conmemoración del Año con información acerca de los eventos que se realizaron en distintas partes del globo a lo largo del pasado 2013, siendo la siguiente: www.un.org/spanish/waterforlifedecade/index.shtml

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Agencia Estatal del Ministerio de Economía y Competitividad y la empresa Aqualogy se sumaron a esta celebración de 2013 con una propuesta de actividades, cuyo propósito fue contribuir al aumento de conocimiento y la cultura científica de la población en torno a un bien tan esencial como es el agua, creando así un territorio favorable para la generación de nuevas ideas y posibles soluciones a los problemas que plantea.

LA EXPOSICIÓN “LA ESFERA DEL AGUA”

El día 25 de febrero de 2013 se inauguró en el Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia López Piñero, centro mixto del CSIC y la Universidad de Valencia, la exposición “La esfera del agua”, producida por el CSIC y Aqualogy, que introduce al visitante en el mundo del agua desde sus propiedades químicas hasta su papel en la historia y civilización humana. La exposición fue fruto de la cooperación público-privada y abordó el papel de este recurso en la sociedad. Las dos entidades, CSIC y Aqualogy, colaboraron activamente en el Año Internacional de Cooperación en la Esfera del Agua 2013, promovido por la

UNESCO, a través del programa de actividades de divulgación “Somos Agua. Ciencia y Conocimiento para un acceso universal” en el que se incluye esta exposición. Dicha exposición, originada en Barcelona gracias al interés del Profesor Dr. Lluís Calvo (Coordinador Institucional del CSIC en Cataluña) y al convenio de colaboración CSIC-Aqualogy, se inauguró en Barcelona el día 7 de noviembre.

Como dato de interés, en la inauguración de la exposición en Barcelona, se realizó un recorrido histórico por los grandes hitos del CSIC en investigación del agua, destacándose que desde 1988 se han publicado 800 trabajos dedicados al análisis de este recurso vital.

Esta exposición llegó a Málaga, realizándose del 14 de noviembre al 1 de diciembre de 2013 en el Parque Tecnológico de Andalucía (PTA). Después de 10 meses viajando por varias ciudades de nuestro país, como Madrid, Zaragoza, Barcelona o Valencia, esta muestra se instaló en la ciudad de Sevilla. El día 4 de noviembre del pasado año se inauguró en el Museo Casa de la Ciencia de Sevilla (Avenida de María Luisa, antiguo Pabellón de Perú). Con ello, se realizó la apertura de las distintas actividades de la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2013 en Andalucía.

La exposición continuó con su itinerario y en enero de 2014 estuvo en A Coruña, en febrero pasó a Córdoba y en abril a Daimiel (Ciudad Real), entre otras localidades. En el caso de Daimiel se ubicó en el Centro de Interpretación del Agua y de los humedales manchegos de Daimiel, estando programado en mayo para exponerse en Soria y Lleida. Por último, también se programó para presentarse en El Berruero (Madrid), en el mes de junio, así como en Dénia (Alicante) en julio. Se destaca el salto a los territorios insulares al mostrarse esta exposición en Lanzarote también en el mes de julio. En próximas fechas esta exposición recorrerá diez espacios naturales de Huelva, Granada, Málaga y Sevilla dentro del programa “La Naturaleza y Tú” promovido por la Dirección General de Espacios Naturales y Participación Ciudadana de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Andalucía), en colaboración con la Dirección General de Innovación Educativa y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte. En concreto, en octubre y noviembre se exhibirá en el “Paraje Natural de Marismas del Odiel” y “Parques Naturales de Sierra de Aracena y Picos de Aroche” y “Paraje Natural Marismas de Isla Cristina”, todos ellos en la provincia de Huelva. También en noviembre y, finalmente, en diciembre estará en “Humedales de Padul (Sierra Nevada)” y “Parque Natural Sierra de Baza” en Granada.

Como datos de interés que ofrece la exposición "La esfera del agua", por ejemplo, se pueden mencionar por su interés los siguientes: (1) únicamente el 3 % del agua de nuestro planeta es dulce; (2) la idea general que los ríos se nutren de agua de lluvia es errónea; (3) el "agua virtual" asociada a la fabricación de una hamburguesa es de 2.400 litros; (4) los cometas son, básicamente, bolas de nieve sucia y (5) las semillas necesitan un mínimo de agua para poder germinar.

ACTIVIDADES MÁS RECIENTES

El día 9 de septiembre se programó una nueva sesión del Ciclo Cuestiones estratégicas de América Latina, dedicada en esta ocasión a los retos y oportunidades en agua y energía. La sesión incluyó la conferencia titulada "Retos y oportunidades en el sector del agua en América Latina" y el coloquio "El nexo entre agua y energía".

Recientemente se ha celebrado el Congreso Internacional de Humedales (Wetlands 2014), en su novena edición (IX European Wetlands Congress y 6th European Pond Conservation Network), en Huesca (Aragón), teniendo como sede su Palacio de Congresos, del 14 al 18 de septiembre. Con más de 200 expertos en humedales procedentes de diversos países de cuatro continentes (África, América, Asia y Europa), se ha realizado bajo el lema "Wetlands Biodiversity and Services: Tools for Socio-Ecological Development". Según se anunció en este Congreso, los humedales contribuyen "a mejorar la biodiversidad, además de ser un atractivo turístico y aportar recursos al territorio, más allá de sus incuestionables valores ecológicos". El objetivo principal del Congreso Wetlands 2014 ha sido procurar un foro de intercambio de experiencias, perspectivas e intereses para discutir sobre la integración de los servicios que proporcionan los humedales en el desarrollo socio-económico de la población y del territorio. Información sobre este Congreso, incluyendo resúmenes de ponencias, se puede encontrar en: <http://www.wetlands2014.eu/>

LA INFORMACIÓN SOBRE ESTA CELEBRACIÓN

AL ALCANCE DE TODOS

Desde principios del pasado año fue presentada y comenzó a ser accesible de forma general una página "web" denominada: www.agua2013.es y ahora como www.esferadelagua.es donde se incluye una "Exposición Virtual" que merece la pena visitar y consultar, donde ofrece en abierto su descarga directa en la "web".

También se pueden encontrar distintos "Materiales Didácticos", un apartado de "Actualidad" con una "Agenda de Actividades" donde van apareciendo distintas iniciativas, además de un apartado de "Otros Recursos", como son libros, así como artículos y enlaces. En el apartado "Secciones", se destacan las

siguientes con variados e interesante contenidos: (1) "Ciencia y Agua"; (2) "Agua y Sociedad" y (3) "Agua y Tecnología". Por ejemplo, dentro de este último apartado, en la Figura se muestra una fotografía de una "acequia de careo", dispositivo tecnológico utilizado desde época romana y construido en época musulmana para la recarga artificial de los acuíferos existentes en Sierra Nevada.

Es importante mencionar que las Unidades Didácticas son complementarias para ESO y Bachillerato, así como los más de 40 artículos de divulgación firmados por investigadores del CSIC y una completa "Agenda de Actividades" en torno al Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua que se conmemoró en 2013.

Así, por ejemplo, se puede destacar en "Ciencia y Agua" que ya el fundador de la ciencia griega, el filósofo Tales (nacido en la ciudad de Mileto, costa occidental de Asia Menor), afirmaba ya en el año 640 a.C. que el agua es el principio de todo, es el elemento básico del Universo: el agua permite producir todo lo que conocemos del mundo vivo; las plantas y animales no son más que agua condensada bajo diversas formas y en agua se convierten una vez mueren. De este modo, desde la Escuela Filosófica de Aristóteles (384-322 a.C.) hasta el último tercio del siglo XVIII, el agua se consideraba un cuerpo simple o "elemento" (del latín "elementum"). El agua, en unión del aire, la tierra y el fuego, constituía el conjunto de los cuatro elementos de los que se creía que estaba únicamente formado el mundo conocido.

Finalmente, mencionar que este proyecto divulgativo que entra de lleno en aspectos de las Ciencias Medioambientales prosigue a lo largo de 2014 con nuevas actividades y distintos contenidos, que son de interés general para divulgación y fomento de la cultura científica. En una próxima contribución se expondrán las más destacadas.

Agradecimiento: Se agradece la aportación de la imagen ilustrativa de este artículo al Dr. Enrique Fernández Escalante (Tragsa) y al grupo de investigación TEP 204.



Fotografía de una acequia de careo, dispositivo para la recarga artificial de acuíferos existentes en Sierra Nevada (véase <http://www.agua2013.es/agua-y-tecnologia>).

Biomateriales metálicos biodegradables en la reducción de fracturas

O.G. BODELÓN¹, C. IGLESIAS², I. DÍAZ¹, C. CLEMENTE³,
B.T. PÉREZ-MACEDA⁴, R.M. LOZANO⁴, L. S. HERNÁNDEZ⁵,
M.C. GARCÍA-ALONSO¹, M.L. ESCUDERO¹

¹ Departamento de Ingeniería de Superficies, Corrosión y Durabilidad, CENIM, CSIC. Madrid

² Departamento de Cirugía Plástica. Hospital Universitario La Paz, Madrid.

³ Departamento de Anatomía Humana y Embriología. Facultad de Medicina de la U. Alcalá de Henares. Madrid

⁴ Departamento de Biología Celular y Molecular CIB, CSIC, Madrid

⁵ Instituto de Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

El número de fracturas relacionadas con osteoporosis se ha duplicado en la última década. Se estima que 40% del total de mujeres con más de 50 años de edad sufrirá alguna fractura osteoporótica y se calcula que el número de fracturas de cadera aumentará de aproximadamente 1,7 millones sufridas en el año 1990 a 6,3 millones en el año 2050. Además, se asume que el número de personas mayores de 50 años se duplicará entre los años 1990 y 2020. En Europa, en el año 2010, hubo por primera vez más personas mayores de 60 años que menores de 20. Por lo tanto, las patologías y traumatismos relacionados con fracturas óseas son un tema de gran impacto en la sociedad.

El objetivo de las técnicas de restauración de fracturas es conseguir la regeneración y consolidación de las mismas, respetando la anatomía original lo más posible y recuperando al mismo tiempo el máximo de funcionalidad del hueso. En el caso de las fracturas de huesos sometidos a carga, se requieren biomateriales con prestaciones mecánicas capaces de soportar esfuerzos elevados durante el período de consolidación del hueso. En estos casos, los materiales metálicos son actualmente los más utilizados, pues son los únicos que permiten el mantenimiento de la continuidad y de la alineación de las partes fracturadas, y la transmisión de la carga durante la formación del callo óseo.

Existen diversos tipos de dispositivos, los de fijación externa y los de fijación interna. Estos últimos, son implantados en contacto con el hueso del paciente en forma de placas de osteosíntesis o como clavos intramedulares. Las placas fue el primer método desarrollado para la fijación quirúrgica de fracturas y son actualmente el sistema más usado. Se dice que Hansmann en 1886 fue el primero en estabilizar una fractura usando una placa. Los clavos, fueron usados en 1893 por Senn y luego por Hey-Groves en 1919.

Ambos mostraron los primeros casos relativos a la fijación intramedular para el tratamiento de fracturas. Sin embargo, fueron los hermanos Rush en Europa los conocidos como los verdaderos pioneros de la fijación mediante clavos intramedulares. Esta técnica consiste en la unión de los fragmentos óseos colocando un clavo en el canal medular de los huesos largos. Desde el punto de vista biomecánico, tal colocación le confiere al hueso buena resistencia a la flexión y, el paciente puede aplicar cargas más rápidamente que con otro tipo de implantes.

Los materiales metálicos, como los aceros inoxidables o el titanio y sus aleaciones, son los utilizados habitualmente como implantes para osteosíntesis, tanto en forma de placas y tornillos como de clavos endomedulares. No obstante, estos materiales precisan de su retirada una vez producida la consolidación ósea y la remodelación ósea.

Un salto conceptual llegó con la idea de aunar las propiedades mecánicas de los materiales metálicos junto con la capacidad de ser reabsorbibles, como es el caso del magnesio. La primera cita de empleo del magnesio como biomaterial se refiere a Edward Huse, quien en 1878 lo utilizó como material de sutura en humanos para frenar la hemorragia de vasos seccionados en operaciones quirúrgicas. Tanto Huse como Erwin Payr en 1900, que lo empleó en diferentes áreas quirúrgicas, ya fueron conscientes del proceso de corrosión del magnesio *in vivo*. Payr determinó una velocidad de degradación del Mg puro y constató que dicha velocidad dependía del grosor del implante y de la riqueza en vascularización del área. También pensó que el hidrógeno formado se acumularía formando cavidades rellenas de gas en el tejido que rodeaba el implante, pero descubrió que ese gas formado podía ser absorbido por el cuerpo. En esa misma época, Lambotte utilizó una placa de magnesio y tornillos de acero para fijar una fractura mal alineada en una pierna. La masiva producción de hidrógeno debido a la reacción electroquímica entre los dos metales y el dolor producido en el paciente le obligaron a retirar el implante.

McBride en 1938, llegó a la conclusión de que el Mg puro no era un material adecuado para implantes endomedulares, ya que el volumen de gas formado no tenía una vía de salida hacia el exterior. Sin embargo, también observó que la corrosión era más lenta en implantes intramedulares que en los transcorticales. Llegó a la conclusión de que si la degradación fuese relativamente lenta, como sucede con implantes intramedulares, el organismo sería capaz de absorber el gas a la misma tasa en la que éste se forma.

Como en ese momento el problema de su control se veía insalvable, el magnesio fue desplazado por el acero V2A en su uso como biomaterial.

Las aleaciones de Mg fueron introducidas en cirugía en la primera mitad del siglo XX con el fin de paliar la degradación demasiado rápida del magnesio puro que conlleva por un lado que el implante pierda sus propiedades mecánicas antes de la recuperación estructural del hueso y por otro la generación de H_2 como subproducto de la reacción el cual puede llegar a acumularse en los tejidos.

Para tratar de controlar esa tasa de corrosión, se ha probado alea el Mg puro con cantidades pequeñas de otros metales: Al, Zn y Mn (serie AZ) o tierras raras (WE43, LAE 442), con resultados prometedores.

Las aleaciones Mg-Al-Zn presentan una combinación óptima de resistencia y ductilidad junto con una buena resistencia a la corrosión y bajo coste. El aluminio se adiciona para aumentar la resistencia mecánica y la moldeabilidad. La presencia del Zn disminuye el tamaño de grano y aumenta la plasticidad y la resistencia a la tracción.

La cuestión que se plantea en la investigación es si es posible obtener un material de base Mg biodegradable, reabsorbible y con propiedades mecánicas parecidas a las del hueso, para poder ser utilizado en la osteosíntesis de fracturas tanto de huesos sometidos a carga como aquellos que no lo están. Esta cuestión está siendo ampliamente estudiada y debatida en los foros científicos.

Un grupo de investigadores (del CENIM, CIB, Hospital Universitario la Paz y de Medicina de la U. de Alcalá de Henares) llevamos estudiando el magnesio y sus aleaciones con el fin de conocer si es posible el uso del magnesio como material en la reducción de fracturas, con el fin de conseguir una reparación sin necesidad de segundas intervenciones

una vez haya consolidado la fractura y el hueso pueda ser nuevamente sometido a carga. Después de un amplio estudio y desarrollo del Mg puro procesado por distintas vías (vía pulvimetalúrgica y vía colada), y de distintas aleaciones de magnesio (aleadas con tierras raras y otras aleaciones base AZ es decir con Al y Zn en su composición) desde el punto de vista mecánico, electroquímico en soluciones fisiológicas que simulan el fluido fisiológico (citas), en medios de cultivo celular en presencia de distintos tipos celulares, se determinó que el material que presentaba las mejores propiedades en experimentación *in vitro* era la aleación de magnesio AZ31, siendo este material el seleccionado para continuar en experimentación *in vivo*. Previo a su inserción en ratas como varilla intramedular, se estudió y se seleccionó el método de seguimiento más idóneo, para poder seguir la evolución del proceso de biodegradación del material de magnesio. El primer seguimiento se realizó mediante técnicas radiológicas. La Figura 1 muestra una radiografía convencional de la calota de la rata donde se ha introducido el material a estudiar. En la imagen lateral a) se visualiza el material, y en la imagen anteroposterior b) en la que es imposible distinguir el material. Sólo era posible distinguir el material en estudio cuando existía una interfase de aire entre éste y el hueso. Esto es debido a que el número atómico del Mg es muy parecido al del Ca, y por tanto la radiopacidad es similar en la radiología convencional. Por ello las imágenes radiológicas convencionales no resultaron suficientemente discriminativas y sólo en el momento en el que el material se alejaba de la superficie ósea era posible distinguir entre el material y el contorno óseo (Figura 1a). Las probetas sólo podían visualizarse en las radiografías convencionales, en las que el material se engloba en una bolsa de gas y que se despegaba del hueso. El siguiente paso consistió en realizar pruebas con resonancia magnética (RM) y con tomografía computarizada (TC). Para ello se introdujo un clavo endomedular de AZ31 en el canal medular de los fémures. Se realizaron las dos pruebas de imagen en ese animal, como se puede observar en la Figura 2. Si bien la RM nos permitía

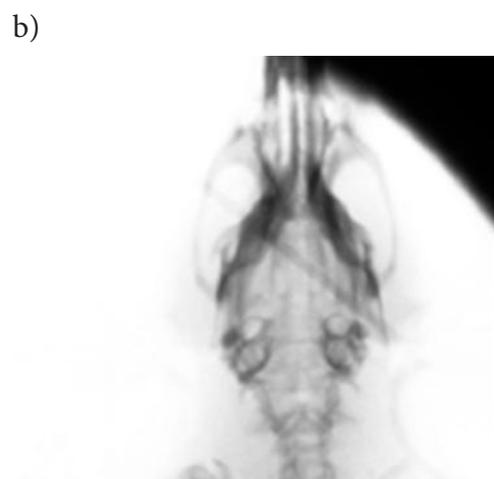
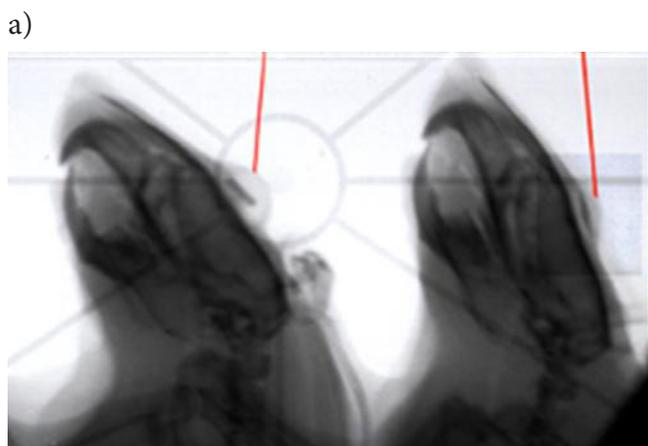


Figura 1.- Radiografía convencional de la calota de la rata a) imagen lateral, en la que se visualiza el material sólo si existe una interfase de aire entre éste y el hueso, b) imagen anteroposterior en la que es imposible distinguir el material.



Figura 2.- Derecha, imagen de tomografía computarizada. Izquierda, imagen de resonancia magnética

evaluar la disposición de los productos de corrosión, es el TC la prueba de imagen que mejor se corresponde para el estudio del fémur, el material insertado y la producción de gas.

Elegido el método de seguimiento de la fractura y de la biodegradación del material, quedaba por demostrar si la aleación AZ31, seleccionada en los ensayos previos, para su posible aplicación en forma de implante temporal era biocompatible, mantenía sus propiedades mecánicas el tiempo suficiente para permitir la reparación de la osteosíntesis y al final del tiempo de experimentación se biodegradaba hasta su desaparición, sin causar efectos perjudiciales ni a nivel local ni sistémico y por tanto sin requerir de una nueva intervención quirúrgica para extraer el material temporal de osteosíntesis.

La respuesta local del organismo observada en los estudios histológicos correspondientes al primer mes desde la inserción del implante de AZ31, permite afirmar que no se ha observado ni reacción a cuerpo extraño ni reacción inflamatoria (Figura 3a). Tampoco se ha producido osteólisis o reabsorción ósea como consecuencia de la inserción del material en la cavidad intramedular. Este proceso ha dado paso a los 9 meses a trabéculas de tejido óseo (Figura 3b) que a los 13 meses se han convertido en una capa de tejido óseo maduro que rodea al implante por completo (Figura 3c). Este hueso se encuentra adherido al implante, lo que es un indicador de la buena biocompatibilidad.

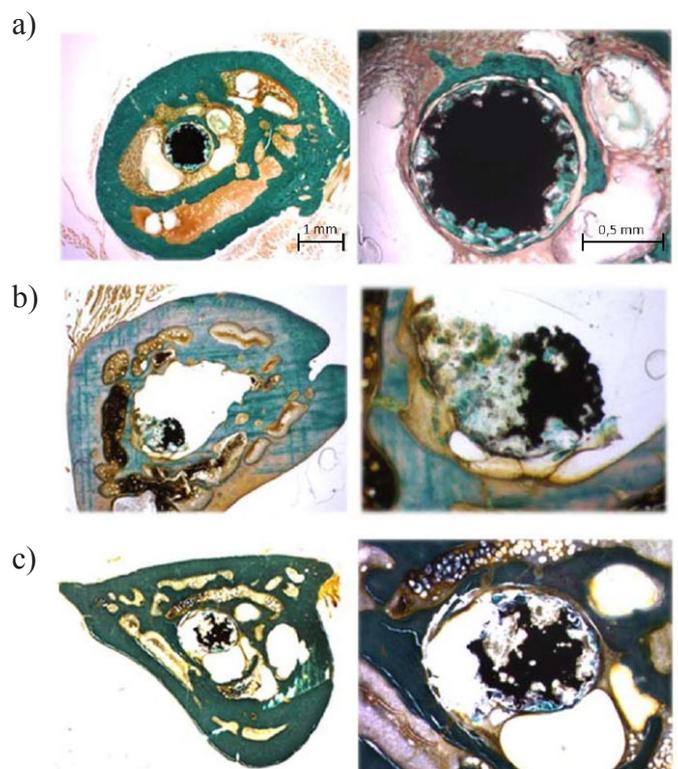


Figura 3: Cortes transversales de fémures portadores de implante, tras diversos tiempos transcurridos desde su inserción: a) 1 mes, b) 9 meses y c) 13 meses. La columna de la derecha corresponde a ampliaciones de la zona central de las imágenes de la columna de la izquierda, de forma que se pueda apreciar el proceso de biodegradación del implante.

En la Figura 4 se puede observar que el callo de fractura se formó entre el segundo y cuarto mes y se consideró completamente consolidada la fractura al quinto mes, no observándose ninguna evidencia de pseudoartrosis.

La consolidación ósea del callo fracturado se produjo en el 100% de los animales estudiados.

El equilibrio que se busca entre la consolidación ósea y la biodegradación del implante parece conseguirse adecuadamente para la aleación de magnesio AZ31 en este estudio con ratas. Cuantificando el proceso de biodegradación a través de los estudios histomorfométricos se llegó a concluir que al mes el material reabsorbido era del 24,5 % (Figura 3a). La biocorrosión no altera la estructura central del implante, progresando la corrosión por picaduras desde su superficie hacia el interior. A los 9 meses, llevando ya consolidadas las fracturas 4 meses, la cantidad de implante reabsorbido es de un 53,5 %, (Figura 3b) lo que hace que este material pueda ser considerado para su empleo en osteosíntesis. A los 13 meses de evolución se observó cómo el proceso de biodegradación de los implantes de AZ31 no había finalizado, encontrándose valores de reabsorción del material en torno al 60 % (Figura 3c).

La biodegradación de la AZ31 es por lo tanto bastante homogénea y sucede según dos semirreacciones:

Anódica o de oxidación: $Mg + H_2O \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

Catódica o de reducción: $2 H_2O + 2 e^- \rightarrow 2 OH^- + H_2 (g)$

La primera semirreacción comienza en la superficie del implante, desde el primer momento de su inserción, debido a que dichos implantes están bañados por fluido fisiológico (compuesto básicamente por agua y sales minerales donde el cloruro sódico es el componente inorgánico mayoritario). Como consecuencia de la corrosión del material, se produce así la formación de óxido e hidróxido de Mg, seguida de una formación posterior de fosfatos y carbonatos de Mg. Estos productos de corrosión se depositan sobre la superficie del implante, formando una capa protectora, y aislando al implante de los fluidos corrosivos. No obstante, si la concentración de iones cloruro en el medio alcanza una concentración de 30 mM (los valores considerados fisiológicos oscilan entre 95 y 110 mM), los hidróxidos se transforman a cloruro de magnesio, que es altamente soluble. Ello promueve el avance de la biocorrosión por picaduras (Figura 3a) sobre la superficie del implante. Si esta elevación en el nivel de cloruros no se produce, estos óxidos e hidróxidos de Mg promueven la acumulación de fosfato cálcico y por tanto la formación de nuevo hueso alrededor del implante. Esta acumulación de productos sobre la superficie del implante hace que, mediante imágenes de tomografía, (Figura 4) sea difícil distinguir la superficie del implante degradado de la de los productos de corrosión que le acompañan. Por ello se procedió a cuantificar mediante tomografía el proceso de biocorrosión midiendo la reacción catódica o de reducción, es decir la formación de gas. Dependiendo de la cantidad de gas que se produce y su velocidad de formación, el organismo es capaz de absorberlo e intercambiarlo con

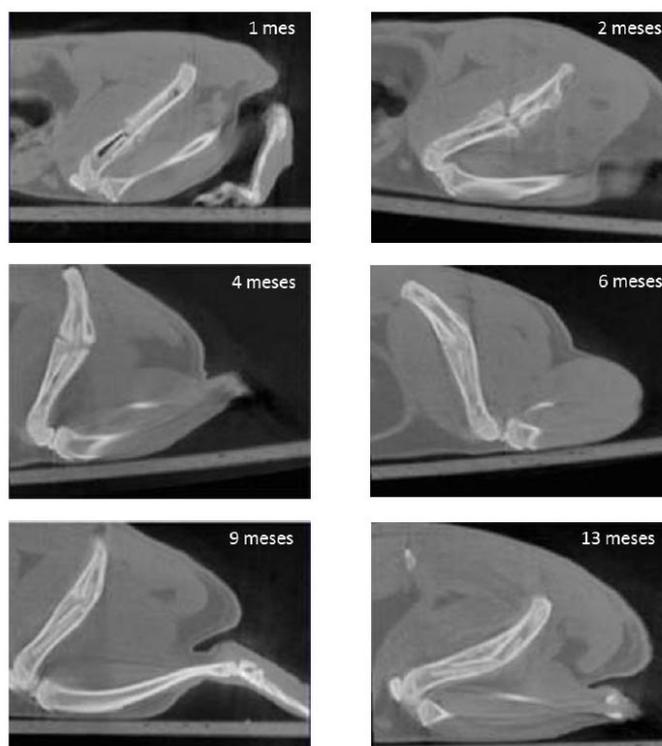


Figura 4. Imágenes de Tomografía que muestran la evolución temporal de fémures con fractura, portadores de un implante de AZ31. En el primer mes se advierte la presencia de gas acumulado (en color oscuro). Entre el 4º y el 6º mes, la fractura queda completamente consolidada.

otros gases por difusión o bien su exceso se acumula formando paquetes o bolsas de gas, que se visualizan como espacios oscuros en las imágenes de tomografía y que son muy evidentes en el primer mes (Figura 4). El gas se acumula en los extremos del implante, correspondientes a las metafisis del hueso, dado que es donde mayor vascularización hay, y en los bordes de la fractura debido a que tiene mayor aporte de medio fisiológico. Mediante las imágenes de TC es posible asegurar que se puede llevar a cabo un seguimiento de la biodegradación de implante midiendo la formación de gas in situ mediante una técnica no invasiva como es la tomografía.

La aleación AZ31 en su proceso de biodegradación no sólo impregna el medio fisiológico de productos de corrosión del magnesio, sino que en menor proporción estos productos van acompañados de productos de corrosión de los otros componentes de la aleación como son el aluminio, zinc, manganeso (procedente de la contaminación en la fabricación de la aleación). En la Tabla 1 se muestra el contenido de elementos metálicos en ratas portadoras de implante AZ31 con respecto a ratas control. Se puede apreciar como los elementos analizados en los distintos órganos muestran un mayor nivel en las ratas con implante con respecto a las ratas control, lo que demuestra que los productos de biodegradación de la AZ31 pueden difundir por el organismo hasta alcanzar diversos órganos. También se puede apreciar en la tabla que de todos los elementos analizados, Mg, Al, Zn, Mn, sólo el Al presenta una diferencia estadísticamente significativa.

Yuen (2010) ha establecido límites máximos teóricos anuales sin que se observen efectos adversos en el organismo para implantes degradables de aleaciones de Mg. Siguiendo los criterios de Yuen (2010) hemos evaluado si

los implantes de AZ31 ensayados (de 28 mg) están dentro de los márgenes de seguridad establecidos por este investigador.

El elemento que en la biodegradación se encuentra en mayor proporción es el magnesio (dado que el implante tiene un contenido del 96% de magnesio en la aleación). La toxicidad del magnesio ha sido ampliamente estudiada mostrando que incrementos moderados de su concentración no causan toxicidad ni en cultivos celulares ni en el cuerpo humano. En nuestros estudios la liberación, en el proceso de biodegradación de la AZ31, es de forma continuada, los niveles de Mg en sangre son regulados por el riñón, y el exceso es excretado por la orina. También parte del magnesio ha podido pasar al hueso, ya que el esqueleto actúa como captador de este metal (cerca del 50% del magnesio del cuerpo se almacena en los huesos). Se considera tolerable insertar anualmente en humanos implantes de 64-73 g de Mg. En el diseño experimental animal propuesto en esta investigación, equivaldría a implantes con 180-200 mg de Mg en un año. Nuestro implante de AZ31 viene a contener menos de 27 mg de Mg, esto es decir 7 veces inferior a la dosis de seguridad propuesta por Yuen (2010).

Respecto del Al, este elemento es potencialmente neurotóxico en humanos y animales de laboratorio y se ha demostrado su acumulación en órganos tales como cerebro, huesos, riñón, sangre. La dosis máxima tolerable de Al en ratas ha sido establecida de forma teórica en $1,64 \cdot 10^{-2}$ mg/kg peso/día. Como el análisis de nuestro implante da contenidos del 3,37%, el límite teórico sería 35,5 mg/año, unas 1,27 veces el peso de nuestro implante. Nuestros datos indican que al cabo de un año, tan sólo el 60% del implante se ha desintegrado, por lo que la cantidad máxima de Al que habría pasado al organismo sería aún un 40% menor, incrementando de esa forma los márgenes de seguridad.

	Sin implante		Con implante		ANOVA
	Media	Desv. Std.	Media	Desv. Std.	<i>p</i>
Mg	563,60	111,72	641,08	115,32	0,242
Al	0,81	0,75	4,64	2,98	0,024*
Mn	2,13	1,98	2,62	2,00	0,682
Zn	64,41	11,28	65,37	10,38	0,808

Datos en ppm (peso seco)..

** =Diferencias significativas al 95%*

Tabla 1. Contenido de elementos metálicos en ratas con y sin implante, sacrificadas a los 13 meses después de la cirugía. ANOVAs para las comparaciones entre pares con/sin implante para cada elemento.

Puesto que el único elemento con un aumento significativo como resultado de la inserción del implante ha sido el Al y atendiendo a los posibles problemas de toxicidad relacionados con este elemento, se procedió a evaluar exhaustivamente su presencia en los distintos órganos. En la Figura 5 se puede apreciar como el contenido de Al aumenta en todos los órganos estudiados. El análisis estadístico reflejado en la Tabla 2 confirma este aumento. La única excepción es el cerebro, donde no se encuentran diferencias significativas (ANOVA>0,05) tras 13 meses desde la inserción del implante.

La entrada del Al al cerebro no es fácil, pues la barrera hematoencefálica tiende a impedir su paso. Como contrapartida, la tasa de desaparición del Al del cerebro es baja y se sospecha que puede concentrarse allí a lo largo de toda la vida. Nuestros datos, con un valor de 3,11 ppm (peso seco) en cerebro podrían considerarse dentro de la media, aunque debemos recomendar precaución con el número y tamaño de implantes insertados para no sobrepasar el límite de seguridad.

Estos resultados concuerdan con la información existente sobre estudios en medicación parenteral donde en adultos sanos un 99% de este Al es eliminado por vía renal (por la orina) y minoritariamente también por vía hepática (por la bilis). En estudios de inyección directa de Al²⁶ en humanos, tras 24 horas sólo el 0,5% permanecía en sangre por lo que el sistema de eliminación es muy eficiente. Este eficaz funcionamiento del sistema excretor junto al depósito de productos de corrosión en las proximidades del implante son los dos principales mecanismos que ex-

plican la relativamente baja concentración de Al en los órganos estudiados, en línea con lo que apuntan otros investigadores.

La dosis máxima tolerable de Mn ha sido establecida de forma teórica en $7 \cdot 10^{-3}$ mg/kg peso/día. Considerando el contenido de Mn (0,22 %) el límite teórico admisible sería de 232 mg/año. Este valor corresponde a unas 8,3 veces el peso de nuestro implante. Si consideramos este elemento, desde el punto de vista de toxicidad se ha evidenciado que el Mn está considerado como uno de los metales menos tóxicos cuando es consumido vía oral, pero bastante tóxico cuando es administrado vía inhalación. El Mn normalmente es excretado vía heces tras ser almacenado en la bilis por el hígado.

Según Yuen (2010) la dosis máxima tolerable de Zn ha sido establecida de forma teórica en $5,53 \cdot 10^{-2}$ mg/kg peso/día. Como nuestro implante de AZ31 presenta contenidos del 0,78%, el límite teórico sería 517 mg/año, unas 18,5 veces el peso del material de la aleación AZ31 de este estudio. Hay que considerar que el Zn es un elemento altamente esencial para el organismo y que causa problemas la deficiencia del mismo.

De los resultados obtenidos y de los cálculos efectuados parece razonable descartar que el Mg, Mn y Zn en los niveles empleados en los implantes de AZ31 de este trabajo puedan producir toxicidad, en el modelo animal planteado. Que el Al en cerebro no produce concentraciones estadísticamente significativas y que es eliminado prioritariamente por bazo.

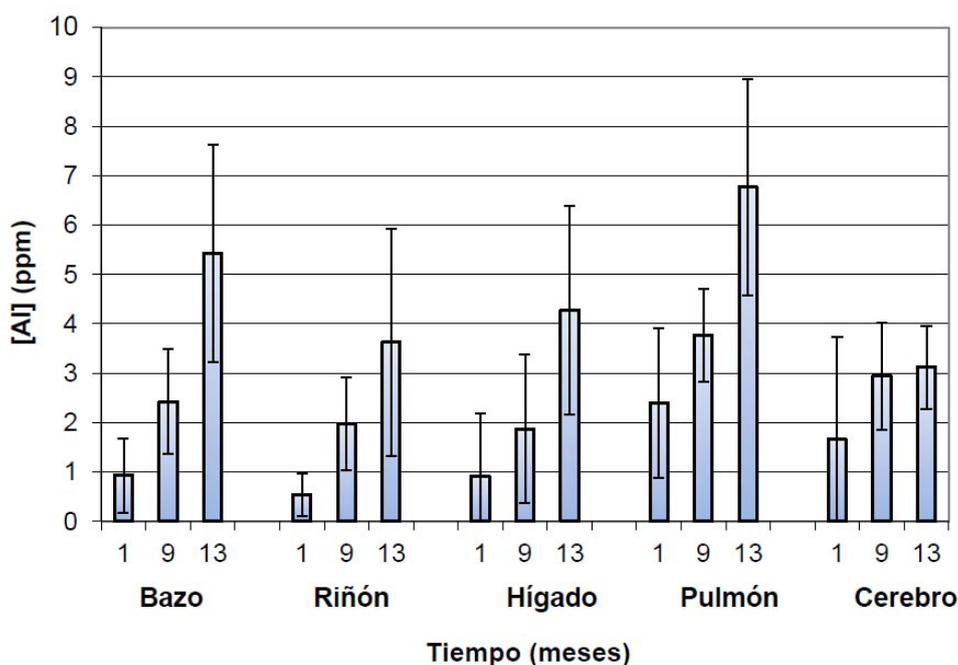


Figura 5. Acumulación de Al en los diversos órganos estudiados, tras 1, 9 y 13 meses desde la inserción del implante de AZ31.

Como resumen se puede asegurar que la aleación AZ31 muestra unas propiedades mecánicas adecuadas, en la osteosíntesis de huesos no sometidos a carga. El gas producido en el proceso de biodegradación de la AZ31 se intercambia y difunde rápidamente, no alterando la formación ni la morfología del callo óseo. La fractura ha consolidado en el 100% de los animales estudiados manteniendo sus propiedades mecánicas durante el proceso de consolidación. Este equilibrio entre la biodegradación de la AZ31 y la consolidación ósea permite proponer el uso de la aleación AZ31 como material de osteosíntesis y seguir avanzando en su estudio.

	ANOVA
Bazo	0.002*
Riñón	0.031*
Hígado	0.008*
Pulmón	0.014*
Cerebro	0.086

* =Diferencias significativas al 95%

Tabla 2. Valores de ANOVA para contenido de Al correspondientes a las comparaciones entre 0 y 13 meses para diferentes órganos de ratas portadoras de implante. (*=Diferencias significativas al 95% de confianza). El cerebro es el único órgano en el que no hay diferencias entre 0 y 13 meses.

BIBLIOGRAFÍA

- Carboneras M, Garcia-Alonso MC and Escudero ML (2011) Biodegradation kinetics of modified magnesium-based materials in cell culture medium. *Corrosion Science*. 53(4): 1433-1439.
- Carboneras M, Iglesias C, Perez-Maceda BT, et al. (2011) Corrosion behaviour and in vitro/in vivo biocompatibility of surface-modified AZ31 alloy. *Revista De Metalurgia*, 47:212-223.
- Carboneras M, Hernandez LS, del Valle JA, Garcia-Alonso MC, Escudero ML (2010) Corrosion protection of different environmentally friendly coatings on powder metallurgy magnesium. *Journal of Alloys and Compounds*. 496: 442-448.
- González-Carrasco, J.L. (2009) Metals as bone repair materials, in *Bone repair biomaterials*, J.A. Planell, Editor. CRC. 154-193.
- Iglesias C, Bodelon OG, Montoya R, et al. (2015) Fracture bone healing and biodegradation of AZ31 implant in rats. *Biomedical materials*. 10 (2): 250-58.
- Iglesias C, Bodelon OG, Onofre E, et al. (2013) Computed tomography to follow up the fracture healing and the biodegradation in situ of magnesium alloy AZ31 in Wistar femur fractures. *British Journal of Surgery*. 100:13-13.
- Kraus T, Fischerauer SF, Hanzi AC, Uggowitzer PJ, Löffler JF, Weinberg AM (2012) Magnesium alloys for temporary implants in osteosynthesis: in vivo studies of their degradation and interaction with bone. *Acta Biomater*. 8:1230-1238.
- Lozano RM, Perez-Maceda BT, Carboneras M, Onofre-Bustamante E, Garcia-Alonso MC, Escudero ML (2013) Response of MC3T3-E1 osteoblasts, L929 fibroblasts, and J774 macrophages to fluoride surface-modified AZ31 magnesium alloy. *Journal of biomedical materials research. Part A*, 101:2753-2762.
- Lozano RM, Pérez-Maceda BT, Iglesias C, Rubio JC, Clemente C, Carboneras M, del Valle JA, García-Alonso MC, Escudero ML. (2009) Degradación de biomateriales reabsorbibles de base Mg en cultivos celulares de osteoblastos e in vivo, in XXVII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica, CASEIB. *Actas del XXVII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomedica.*: Cádiz, España. p. 39-41.
- Witte F, Hort N, Vogt C, et al. (2008) Degradable biomaterials based on magnesium corrosion. *Current Opinion in Solid State & Materials Science*, 12:63-72.
- Witte F. (2010) The history of biodegradable magnesium implants: A review. *Acta Biomaterialia*. 6(5): 1680-1692.
- Yuen CK, Ip WY. (2010) Theoretical risk assessment of magnesium alloys as degradable biomedical implants. *Acta Biomaterialia*. 6(5): 1808-1812.
- Zardiackas LD. (1998) Failure Analysis of Metallic Orthopaedic Devices, in *Encyclopaedic Handbook of Biomaterials and Bioengineering Part B*. 1998, Marcel Dekker Inc: New York.

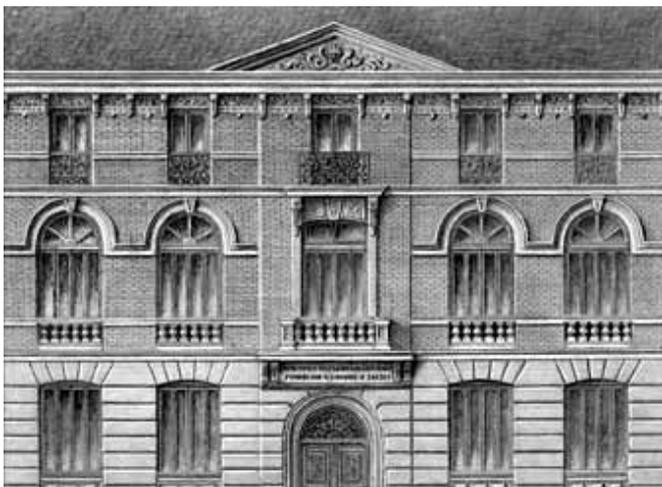
Las conferencias dominicales en la Asociación para la Enseñanza de la Mujer*

JUANA GARCÍA ROMERO
Universidad Autónoma de Madrid

En el decreto de 21 de octubre de 1868 se lee que «la enseñanza es libre en todos sus grados y cualquiera que sea su clase [y que] todos los españoles están autorizados para fundar establecimientos de enseñanza» (Labra, 1888, p. 35).

Debido a esto, don Fernando de Castro (1868) reclama, públicamente, lo siguiente «fomentar la creación de asociaciones que funden la enseñanza en las clases obreras, y la propaguen hasta en las más retiradas aldeas; abrir cursos especiales destinados a completar la educación de la mujer; procurar que la juventud se agrupe en academias científicas, y hacer de modo que nuestras bibliotecas y museos puedan utilizarse libremente [...], para mejorar el estado intelectual y moral de nuestro pueblo: mejora sin la que, creedme, la libertad perece, y se apaga en la indiferencia el amor a la patria y a las instituciones» (p. 13). Solicita, para ello, la colaboración del *profesorado español*.

Así pues, la Asociación para la Enseñanza de la Mujer (AEM) es la institución que funda Fernando de Castro, en 1870, para llevar a cabo su proyecto educativo donde se reconoce la importancia de la mujer en el progreso de la sociedad, siendo el ideal católico-cristiano el que se consolida para la posteridad.



Fundación Fernando de Castro - AEM (siglo XIX)

Recordar que Fernando de Castro (1814-1874) fue contemporáneo de Julián Sanz del Río (1814-1869), y cultiva su pensamiento en la *filosofía cristiana*.

Las *conferencias dominicales* «se dieron desde el 21 de febrero al 23 de abril de 1867, en el Paraninfo viejo de la Universidad Central» (Labra, 1888, p. 39), y dan forma a dicho proyecto desde 1869, donde el krausismo español está presente y cuyo objetivo, a corto plazo, se centra en reducir el alto analfabetismo en que se encuentra la España del siglo XIX, por ser un problema que atañe a todas las clases sociales, y así lo expresa Fernando de Castro cuando hace suyas las palabras de don Miguel de Cervantes Saavedra: «Y no penseis Señor, que yo llamo aquí solamente vulgo a la gente plebeya y humilde; que todo aquel que no sabe, aunque sea señor y príncipe, puede y debe entrar en número de vulgo» (Castro, 1869a, p. 11).



Fernando de Castro, fundador de la Asociación para la Enseñanza de la Mujer (1870)

Analizando las conferencias aparecen dos propuestas educativas que dan lugar a dos tipos de mujer, cuyo fin común es facilitar el paso a la sociedad moderna que ya existía en otros países europeos, y que empezaba a darse, paulatinamente, en España.

* Este texto sustituye al leído en las *V Jornadas de Hispanismo Filosófico* (Santander, 2001).

Rafael María de Labra (1869) muestra cómo la legislación beneficia a la mujer soltera, al concederle casi los mismos derechos que al hombre (p. 22), pero una vez contrae matrimonio su situación cambia jurídica y socialmente, y así lo especifica cuando dice «la mujer soltera es digna, respetable sin duda; pero la esposa y la madre es augusta» (p. 24) donde «la madre castellana no tiene autoridad propia sobre sus hijos» (p. 27).

Sin embargo, en ambas propuestas educativas se reconoce que el matrimonio como institución es «la única unión que guarda el debido respeto á la dignidad de los dos sexos» (Álvarez-Ossorio, 1869, p. 8) pues es el lugar donde se lleva a cabo esa «armonía de oposición, en la igualdad de dos desigualdades [gracias a] la simpatía, que es la base, que es la magnífica portadora del amor» (p. 11), y es a través del Derecho y las instituciones pertinentes desde donde se regula la vida en las sociedades humanas, considerando el matrimonio civil como una institución más, sin excluir al religioso (Rodríguez, 1869, p. 22).

Para Fernando de Castro (1869b), el cristianismo es la doctrina que garantiza la unidad humana porque integra al hombre y a la mujer, cuya personalidad racional parte del mismo origen, es decir, de su semejanza con Dios (p. 4); sin embargo, el destino que dispone la Providencia para la mujer es la de esposa y madre, quedando así limitada su capacidad de actuación al ámbito doméstico y familiar.

En la misma línea se encuentra Pi y Margall (1869) pues sigue reservando el ámbito privado para la mujer. Afirma que la misión a cumplir por aquélla es *la educación de sus hijos* (p. 10), y sólo considerando la humanidad en su conjunto y estudiándola a través de las relaciones existentes, entre las generaciones pasadas y las presentes, serán capaces de trabajar por las venideras (p. 14).

El destino a desempeñar en la Humanidad y la misión a cumplir en la Sociedad, bajo un mismo sentimiento religioso, marcan las pautas de la educación a seguir por la mujer.

Se distinguen dos líneas de actuación: una, de tendencia conservadora, representada por Fernando de Castro, Joaquín María Sanromá, Juan de Dios de la Rada y Delgado, Francisco de Paula Canalejas, Fernando Corradi, Antonio María Segovia, Francisco Asenjo Barbieri, Tomás Tapia y Antonio María García Blanco, y otra, de tendencia liberal, representada por Rafael María de Labra, Santiago Casas, Segismundo Moret y Prendergast, José Echegaray, Gabriel Rodríguez, Florencio Álvarez-Ossorio, José Moreno Nieto y Francisco Pi y Margall.

Para los conservadores, la mujer tiene que recibir una educación de tipo tradicional, pues se trata de formar su carácter. Si antes fue educada en las labores domésticas, ahora es en las labores elegantes y finas llamadas por Joa-

quín María Sanromá (1869) educación de *buen tono* (saludo, baile, piano, lenguas extranjeras) porque el prestigio social dependía, en buena medida, de su comportamiento como manifestación del ser sensible e inteligible que es y, por ello, se la invita a participar en la ciencia moderna (p. 22), centrada en ejercitar su memoria histórica para tomar conciencia de su situación actual (Rada, 1869, p. 6), y cumplir con el ideal de *mujer modesta* que la Providencia le encomendó seguir, siendo la responsable de mantener el *amor* como guía de la educación de sus semejantes (Corradi, 1869, p. 18); por tanto, su formación se basa en el estudio de la Historia, la Literatura y la Religión, principalmente.



Fundación Fernando de Castro - AEM (en la actualidad)



Fundación Fernando de Castro - AEM (en la actualidad)

Para los liberales, la razón humana es única y así lo manifiesta José Echegaray (1869) cuando dice «la mujer, como el hombre, discurre, piensa, juzga, compara, analiza, sintetiza; ejerce, en fin, las múltiples y varias funciones de la razón humana. Luego todo lo que se refiere á la razón puede y debe ser comprendido por la mujer; luego no hay ciencia que sea, ni pueda ser, radical y terminantemente ajena al pensamiento femenino» (p. 7).

Consideran que las facultades del ser humano están limitadas por su condición individual, donde la educación tiene que procurar la armonía o equilibrio entre ellas, resultando ser el gran problema a resolver porque de ello depende la vocación y la profesión del hombre (Moret, 1869, p. 9).

Esto trae consigo otro enfoque, a la hora de estimar qué tipo de educación debía recibir la mujer. Surge, entonces, una educación más moderna.

Segismundo Moret propone que la mujer, como madre y responsable de la *preparación a la educación* de sus hijos (p. 11), tiene que adquirir ciertos conocimientos que, hasta ahora, no habían sido considerados.

Esta propuesta educativa recomienda la participación de la mujer en la Ciencia porque la comprensión de la misma, no se debe a la falta de inteligencia de aquélla, sino al maestro, por no hacerse entender (Echegaray, 1869, p. 12). Se le considera un ser racional y, como tal, puede acceder al conocimiento científico a través del estudio de las Ciencias Físicas, las Ciencias Económicas y Sociales para conseguir su bienestar en la *vida*, conforme a su naturaleza humana, respetando su libertad individual. La actividad humana queda condicionada por el interés personal que tendrá que ser regulada a través de la ley, donde la Justicia será la encargada de organizar la Sociedad (Rodríguez, 1869, p. 18).

CONCLUSIÓN

En ambas propuestas educativas se estima que la mujer se interese por la Ciencia pero, a su vez, se la excluye de la misma, y así lo especifica Fernando de Castro (1869b) cuando dice «no aprendáis tanto por cultivar en sí misma la Ciencia y para profesarla en la Sociedad, cuanto para aplicarla en el círculo íntimo de la familia y contribuir poderosamente á despertar la vocación de vuestros hijos, [y para las que no adquieran estos compromisos propone que se las facilite el camino de ciertas profesiones, y] os dignifiqueis no menos que ésta ante la Sociedad, [por tanto], se trata, no de que unas cuantas mujeres de clase alcancen mucho, sino de que todas sepan lo suficiente para vivir como miembros dignos de la Sociedad [sin olvidar] que debe educarse, ante todo, para ser esposa y madre, y que la Providencia la ha colocado al lado del hombre en las tres edades que recorre la vida: en la infancia, para guiar los primeros pasos del niño; en la viri-

lidad, para moderar las pasiones del hombre; y en la vejez, para mantener el vacilante paso del anciano» (p. 13).

Así pues, la mujer continua a la sombra del hombre y, además, Fernando de Castro parece olvidar que, también, en ella se dan esas *tres edades que recorre la vida* (infancia, feminidad y vejez); todavía es más rotundo cuando afirma «vuestro destino, como esposas y como madres, es aconsejar, influir; de ninguna manera imperar» (p. 16).

Todo esto es lo que frena el desarrollo real de la mujer pues, por un lado, limitan su capacidad desde niña, para tomar conciencia por sí misma de su propia dignidad como ser humano racional, al quedar sometida a la del hombre, y así lo expresa Fernando Corradi (1869): «la dignidad del hombre es un patrimonio de la mujer. Toda medida, de cualquier género que sea, política, económica ó social, que ofenda al primero, le humille ó empobrezca; condena la segunda, al llanto, á la vergüenza ó á la miseria» (p. 21) y, por otro, se la excluye de la participación en las especulaciones racionales y filosóficas, al igual que del ámbito político (Moreno, 1869, p. 14), pues sólo puede ejercer su influencia a través del marido como así queda, también, recogido en la conferencia de José Moreno Nieto.

Sin embargo, es su trabajo el medio que asegura su dignidad como persona autónoma y útil, al ser un individuo libre que se desarrolla en *Sociedad*, y esto no queda garantizado con el proyecto educativo premoderno de Fernando de Castro, porque está enfocado a suavizar la difícil situación en la que se encuentra la mujer de dicha época, pero sin excesivos cambios, por ir dirigido a mujeres de sólida reputación y clase social acomodada, cuya actividad se centra en ser esposas y madres de familia.

En estos momentos, al *maestro* se le considera pieza clave para la modernización de la sociedad española y aunque, según consta en la *Real Cédula de 14 de Agosto de 1768 (que es la ley 9, título I, lib. VIII de la Novísima Recopilación)*, la educación de las niñas estaba a cargo de la Iglesia, sin embargo, se «manda que en los pueblos principales se establezcan otras casas, con matronas honestas é instruídas, que cuiden de la educación de las niñas, instruyéndolas en los principios y obligaciones de la vida civil y cristiana, y enseñándolas las habilidades propias de su sexo, entendiéndose preferentes las hijas de labradores y artesanos, porque á las otras podían proporcionarseles enseñanza á expensas de sus padres, y aún pagar y buscar maestras [siendo, en 1771, cuando a la *maestra* se le obliga a realizar] un examen de doctrina ante la persona que disputase el ordinario y la licencia de la justicia» (Labra, 1888, p. 49) porque «el legislador se preocupó tan solo de que la enseñanza ‘fuera uniforme’, y de que las maestras tuvieran buenas costumbres y supiesen la doctrina cristiana, coser y leer» (p. 50); no obstante, es a partir de 1855 cuando se inicia el proceso de feminización docente en España (San Román, 2006, p. 214), al que contribuirá este proyecto educativo.

Se puede afirmar que Fernando de Castro sigue las directrices marcadas por la filosofía mística importada de Alemania, por Julián Sanz del Río (Araquistáin, 1962, p. 21); se le puede llamar hombre premodernista pues, según Jobit, «el krausismo español fue una especie de premodernismo» (p. 37) porque no se preocupa «por el gran problema de España: por la reforma de nuestra economía, por la revolución industrial y agrícola del país, [sino que se centra en] la reforma del hombre y de las instituciones políticas y sociales» (p. 39), concretamente, en la reforma basada en la Constitución de 1869, en la reforma de la Iglesia española (Chacón, 2006, p. 157) y en «la interrelación entre krausismo, fröbelismo y promoción de la mujer, característica del krausismo alemán» (Menéndez, 1999, p. 35) y, por ello, la Asociación se crea en Madrid para llevar a cabo dicho ideal de mujer, siguiendo las pautas de lo que Enrique Menéndez Ureña denomina *krausofröbelismo* (p. 31); así pues, Fernando de Castro confía en la *educación individual* ante la *instrucción colectiva* para asegurar la *dignidad personal*.

En el siglo XIX, la *Pedagogía* es la gran protagonista, por ser la ciencia que garantiza el orden establecido y evita la revolución política y social, pues así lo refleja la historia de este país. La educación será la responsable del progreso y la renovación estética de la *sociedad española*; pero esto, en el caso de la mujer fue sólo un intento, así pues, la *igualdad* es la gran utopía a conseguir por el ser humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Ossorio, F. (1869). *Algunas consideraciones generales sobre el matrimonio*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Araquistáin Quevedo, L. (1962). *El pensamiento español contemporáneo*. Buenos Aires: Losada.
- Castro, F. de (1868). *Discurso que en la apertura de los estudios de la Universidad Central, en la toma de posesión del Doctor Don Fernando de Castro, Catedrático de la Facultad de Filosofía y Letras, nombrado Rector de la misma, y en la reposición de los Catedráticos separados, leyó el nuevo Rector el 1.º de noviembre de 1868*. Madrid: [s. n.], (Imprenta de José M. Ducazcal).
- (1869a). *Discurso*. En Universidad Central de Madrid, Academia de Conferencias y Lecturas Públicas, *Fiesta literaria celebrada en honor de Miguel de Cervantes Saavedra* (pp. 9-16). Madrid: [s. n.], (Imprenta de Gabriel Alhambra).
- (1869b). *Discurso inaugural* (2ª ed). Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Chacón Godás, R. (2006). *Don Fernando de Castro y el problema del catolicismo liberal español*. Madrid: Fundación Fernando de Castro/ Fundación Diego de Sagredo.
- Corradi, F. (1869). *De la influencia del cristianismo sobre la mujer, la familia y la sociedad*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Echegaray, J. (1869). *Influencia del estudio de las ciencias físicas en la educación de la mujer*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Labra, R. M. de (1869). *Sobre la mujer y la legislación castellana*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- (1888). *D. Fernando de Castro. Estudio biográfico*. Madrid: [s. n.], (Establecimiento tipográfico de El Correo, á cargo de F. Fernández).
- Menéndez Ureña, E. (1999). *La actualidad del krausismo en su contexto europeo*. Madrid: Parteluz.
- Moreno Nieto, J. (1869). *Influencia de la mujer en la sociedad*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Moret y Prendergast, S. (1869). *Influencia de la madre sobre la vocación y profesión de los hijos*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Pi y Margall, F. (1869). *Sobre la misión de la mujer en la sociedad*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Rada y Delgado, J. de D. de la (1869). *Sobre la educación de la mujer por la historia de otras mujeres*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Rodríguez, G. (1869). *Influencia de las ciencias económicas y sociales en la educación de la mujer*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- Sanromá, J. M. (1869). *Sobre la educación social de la mujer*. Madrid: [s. n.], (Imprenta y estereotipia M. Rivadeneyra).
- San Román Gago, S. (2006). *Las primeras maestras: los orígenes del proceso de feminización docente en España* (2ª ed). Barcelona: Ariel.

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN

Madrid, 27 de noviembre de 2014



De izquierda a derecha, Lorenzo García Ferriz, Rafael Álvarez Molina, José Luis Díez, Nuria Sánchez Coll, Jesús Rincón, Lluís Pinardel, M. Ricardo Ibarra, Vicent Villegas

Palabras del Presidente en el acto de entrega de placas de la AEC

Queridos socios, colegas, amigos y familiares de la AEC:

De nuevo volvemos a reunirnos (esta vez en un escenario distinto y un año más) para celebrar este encuentro o acto en el que homenajeamos a científicos y empresas españolas que se han destacado por su labor de investigación científica o técnica, así como el apoyo que desde su labor profesional o como entidades vienen dando a la I+D+i, como ahora se denomina a la actividad científica y tecnológica, y que ya todos reconocen que es fundamental potenciar en nuestro país si queremos que éste sea un país competitivo. Estamos ya en la diecisiete edición de estos galardones que se instituyeron por la AEC con el fin de reconocer a los científicos españoles y empresas aún no premiados antes por otros premios o galardones y en los que la AEC focaliza anualmente su atención para reconocer no sólo su mérito y dedicación a la ciencia de calidad, sino también a su esfuerzo constante de superación en favor del desarrollo de la ciencia. La AEC fue fundada en el año 1971 por profesionales científicos españoles con la idea de apoyar y promover la ciencia y tecnología desde una asociación totalmente independiente para despertar el interés por el apoyo económico indispensable para esta actividad por parte de nuestros políticos e instituciones y empresas, pero también para promover ideas y argumentos constructivos que ayuden a una mejor organización y dirección de nuestro sistema de ciencia y tecnología. En aquella época por lejana de hace 44 años no existía ningún ministerio

dedicado específicamente a la promoción y estructuración de la actividad científica, a pesar de que tanto universidades y el propio CSIC ya estaban ejecutando desde las décadas del fin de la guerra civil, la propia actividad científica y tecnológica con valiosas aportaciones a pesar de las limitaciones que entonces existían para esta actividad. Tampoco se había fundado la COSCE y, sin embargo, la AEC ya estaba ejerciendo una intensa labor de opinión sobre la necesidad de esta federación para la unión de las sociedades científicas. De hecho, con la creación de las PLACAS DE HONOR-AEC que se iniciaron en el año 1998 y la fundación de nuestra revista de divulgación horizontal, ACTA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA, en enero de 1998, la AEC se reafirmó en potenciar este apoyo a la I+D+i en una época en que era muy escaso el apoyo a la actividad científica en España. Celebramos ya la diecisiete edición de las Placas Honor-AEC alcanzando los 75 galardonados. De ellos, cerca del 60% son científicos y más de un 40 % empresas e instituciones. La estadística de estos años nos indica la siguiente distribución:

Investigadores 41; divulgadores y periodistas 2, empresas 26, instituciones o fundaciones 5 y organismos regionales 1. Entre los investigadores cabe señalar la siguiente distribución: químicos 7, físicos 9, geólogos 3, biólogos 6, médicos 7, ingenieros agrónomos 1, ingenieros de caminos 3, arquitectos 1, historiadores 2, matemáticos 1 y nutricionistas 1. Estos datos indican la multidisciplinariedad de la I+D+i española y de la AEC. Felicitemos, pues, a los galardonados en esta edición del 2014 con un mensaje de que este reconocimiento sea un estímulo que potencie aún más su carrera profesional.

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a José Luis Díez Martín

Hay hombres que luchan...

José Luis Díez Martín nace en Salamanca en el seno de una familia numerosa de padres comprometidos con la formación de sus hijos, por lo que recibe una sólida educación básica. En esta primera etapa, tiene especial relevancia el periodo que pasa estudiando y viviendo en casa de sus tías, maestras de escuela, en Utrero (León), pueblo de la montaña leonesa que contaba con unas decenas de habitantes antes de quedar despoblado como consecuencia de la construcción del pantano del Porma y que quedaba con frecuencia aislado por la nieve durante largas temporadas de invierno. Estudia la Licenciatura de Medicina y Cirugía en la Universidad de Salamanca obteniendo la calificación de Matrícula de Honor en casi todas las asignaturas. Posteriormente, su elevada calificación en el examen MIR le permite escoger el Servicio de Hematología, dirigido por el doctor Manuel Nicolás Fernández, en la Clínica Puerta de Hierro de Madrid para realizar su residencia. En esta etapa (1980-84) entabla estrecha relación con profesionales de gran talla entre los que destacan, a título personal, la doctora Carmen Regidor y la doctora Pilar Zabala, quienes le introducen en

el campo del entonces llamado trasplante de médula ósea. Su periodo de formación como Médico Interno Residente en Hematología tiene continuidad, durante otros cuatro años (1984-88), en la prestigiosa Clínica Mayo (Rochester, Minnesota, Estados Unidos), gracias a la consecución de una beca del programa Fulbright. En la Clínica Mayo, además de repetir la residencia en Hematología descubre la Citogenética de la mano del doctor Gordon Dewald, con quien realiza trabajos de investigación de gran relevancia, alguno de los cuales, como la caracterización citogenética de la Policitemia Vera o la distinción cromosómica de las crisis blásticas linfocítica y mielocítica de la Leucemia Mielocítica Crónica, son citados aún hoy en los libros de texto de Hematología. Durante su etapa americana, disfrutó también de una estancia de formación específica en trasplante de médula, en el Servicio de Hematología del Fred Hutchinson Cancer Center (Seattle, Washington, Estados Unidos), dirigido por el doctor Donnall Thomas, Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1990 precisamente por sus descubrimientos en dicho campo. En 1989, el doctor Díez rechaza una plaza como Hematólogo en la Clínica Mayo para volver a España y, más concretamente de nuevo a la Clínica Puerta de Hierro, donde es "fichado" tras su etapa americana. De regreso en la Clínica Puerta de Hierro simultanea su actividad clínica con el desarrollo, contando con la inestimable colaboración de Nati Polo, de la citogenética hematológica,



José Luis Díez Martín y Ismael Buño Borde

en aquel momento escasamente implantada en el contexto nacional. Poco tiempo después, en 1991, obtiene su plaza fija en el Sistema Nacional de Salud por concurso oposición en el Hospital Nuestra Señora de Sonsoles de Ávila. Sin embargo, en este periodo añora un hospital puntero en el que poner en práctica lo aprendido durante años de esfuerzo y acaba trasladándose de nuevo en 1992, en Comisión de Servicios, a la Clínica Puerta de Hierro de Madrid. Inicia una nueva etapa centrada en el Trasplante Hematopoyético y en la Terapia Celular, siendo pionero en la nación en el uso de la infusión de linfocitos del donante (ILD) post-trasplante, y alcanzando reconocimiento nacional. En 1996 gana la plaza de Jefe de Sección de Trasplante Hematopoyético en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, y emprende la aventura de iniciar el trasplante en la institución. Dicha empresa, de enorme envergadura, será posible gracias al concurso del doctor Alfonso Gómez-Pineda, quien a lo largo de los años previos había desarrollado en el Banco de Sangre que dirigía, toda la infraestructura de laboratorio y manipulación celular requerida para el trasplante clínico. La constante evolución para incorporar las más modernas modalidades de trasplante unida a su excelente desempeño clínico e investigador, coloca a la Unidad de Trasplante Hematopoyético del Marañón entre las mejores instituciones trasplantadoras del país. Finalmente, como resultado de su destacada trayectoria clínica y de gestión, en 2006 José Luis gana la plaza de Jefe de Servicio de Hematología y Hemoterapia del Hospital General Universitario Gregorio Marañón. En esta nueva etapa, sin dejar de potenciar la actividad en trasplante hematopoyético, uno de los pilares clínicos y científicos del nuevo Servicio de Hematología, establece novedosas directrices clínicas y organizativas hasta colocar al Servicio de Hematología del Marañón entre los mejores a escala nacional e internacional. Durante este periodo, y hasta la actualidad, tienen especial desarrollo nuevas modalidades y aplicaciones del trasplante hematopoyético (trasplante dual, trasplante para pacientes con linfoma asociado a SIDA, trasplante de donante haploidéntico, etc.) que consolidan su posición a escala nacional (es nombrado presidente del Grupo Español de Trasplante Hematopoyético, GETH) y le granjean prestigio internacional.

Durante toda su carrera profesional, ha mantenido una intensa actividad investigadora en paralelo a su labor asistencial, la cual le ha permitido publicar un vasto número de artículos científicos, muchos de ellos en las revistas más prestigiosas de la especialidad (*Blood*, *Journal of Clinical Oncology*, *Leukemia*, *Haematologica*, etc.) y desempeñar la figura de Jefe del Grupo "Genética y Clínica de las Neoplasias Hematológicas y el Trasplante Hematopoyético" en el Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IiSGM). Asimismo, ha cuidado con esmero la docencia, como tercer pilar que, junto a la asistencia y la investigación, definen al buen médico, obteniendo las mejores calificaciones de los alumnos en todas las valoraciones.

José Luis ha sabido rodearse de un equipo multidisciplinar de profesionales comprometidos y capaces, a los que ha apoyado incondicionalmente a la vez que les ha permitido, en un gesto de generosidad, desarrollarse de forma individual, y a los que ha transmitido no sólo su saber hacer, sino algo mucho más importante como son los valores humanos y profesionales que han iluminado su vida. José Luis es un médico convencido y defensor del Sistema Sanitario público, al que dedica dos jornadas laborales diarias, quedándose a trabajar cada tarde tras la jornada remunerada de mañana. Es un hombre de "hacer" y no de "parecer", incansable trabajador, recio organismo, que cultiva sin titubeos la "cultura del esfuerzo" hasta el extremo de no haberle podido contar una sola falta al trabajo por enfermedad desde que le conocí hace ya más de 20 años.

José Luis disfruta de practicar deporte en sus ratos libres y, con semejante ADN, no es difícil entender que el ciclismo y el montañismo sean los que más le gustan y en los que, además, destaca. Si hubiera que resaltar un rasgo de su personalidad, de entre los múltiples que le definen, éste sería su entrega, decidida y sin condiciones, en todos y cada uno de los ámbitos del ser, del existir, desde salvar una vida hasta agitar el esqueleto en un buen baile. Por todos estos motivos José Luis es uno de esos hombres imprescindibles a los que Bertolt Brecht escribió sus versos: "Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay quienes luchan muchos años, y son muy buenos. Pero hay los que luchan toda la vida, esos son los imprescindibles".

ISMAEL BUÑO BORDE.

Subdirector Científico del Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IiSGM)

Respuesta del galardonado

En primer lugar agradecer a los colegas de la Asociación Española de Científicos (AEC), a su presidente Jesús María Rincón y a la Junta de Gobierno, la distinción por haberme concedido una de las placas de honor de la asociación del año 2014.

Muchas gracias a Ismael Buño, por su elogiosa y emotiva presentación, hecha sin duda más desde el cariño y la amistad que desde el frío juicio objetivo. También quiero agradecer al secretario general, Enrique Ruiz Ayúcar, su tesón y dedicación entusiasta al mantenimiento de la asociación, desde su refundación mediada la década de los 90. Asumo que ambos no han sido ajenos a la promoción de este galardón.

Para un médico practicante, es siempre delicado dirigirse a una audiencia de científicos, no en vano durante siglos la medicina no estaba considerada entre las ciencias llamadas "exactas", y aún hoy no sé si goza de dicha consideración. Pero

es más, a los médicos nos gusta referirnos a nuestra disciplina como “el arte” de la medicina, lo cual abre todas las puertas a la inexactitud, por más que la inspiración sea acertada y muy beneficiosa para el paciente. Esa tensión entre ciencia y arte aflora y se mantiene en la práctica médica cotidiana

Contaba Laín Entralgo, la siguiente anécdota, prologando a una de sus colaboradoras. Napoleón cuando se hizo cargo del poder, decidido a renovar todo, quiso reorganizar las academias de París, entre ellas la de ciencias y para ello solicitó un informe a Laplace. Este le propuso un comité redactor, donde se encontraban algunos médicos, lo que contrarió a algunos hombres de ciencia del momento y Napoleón le preguntó por qué los había incluido. Laplace contestó “Sire, al fin y al cabo ellos (los médicos) también se encuentran entre los sabios”.

Sea como fuere, desde entonces la Medicina ha ocupado un lugar señalado entre las ciencias naturales.

Los médicos en general y en particular los Hematólogos, especialidad que yo practico, cumplimos una triple función: la asistencial, eminentemente práctica y tecnológica, la de investigación más cercana al desarrollo conceptual y la docente, todas ellas tan viejas como el primer chamán que sintió la llamada a curar.



José Luis Díez Matín

La función asistencial, la más reconocida socialmente, en mi caso incluye el uso de recursos diagnósticos cada vez más sofisticados (radiológicos, citológicos, genéticos...) para filiar de forma precisa las enfermedades de la sangre (leucemias y otras neoplasias, insuficiencias medulares, etc.) y unos recursos terapéuticos que incluyen medicamentos, cada vez más caros y más exitosos, y los trasplantes de células madre sanguíneas (trasplantes hemopoyéticos o más comúnmente llamados trasplantes medulares) para rescatar aquellos pacientes que en general ya no tienen otra alternativa.

Al diagnóstico genético y a los trasplantes he dedicado gran parte de los últimos 25 años de mi profesión en la Clínica Puerta de Hierro y en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, tras diez años de formación repartidos entre España y EEUU.

De esta faceta asistencial, yo destacaría, siguiendo la línea conceptual aprendida en la Clínica Puerta de Hierro, la utilización del trasplante medular alogénico (es decir procedente de otro sujeto genéticamente distinto al paciente) como un arma inmunoterápica para vencer la leucemia y otros cánceres hematológicos. En este sentido he contribuido a promover transgresiones a la doctrina general del trasplante medular que luego han resultado altamente beneficiosas para los pacientes. Tales son la reinfusión retardada de linfocitos del donante para rescatar pacientes recaídos tras el trasplante, el trasplante de células madre del cordón umbilical como injerto parcialmente idéntico y por tanto quizás más alorreactivo con el tumor, en el que colaboré inicialmente dentro del programa pionero de la Clínica Puerta de Hierro, cuyo pasado director también recibió una de las placas de honor de la AEC, y más recientemente desde el Hospital Gregorio Marañón el equipo viene impulsando el desarrollo en nuestro país de los trasplantes haplo idénticos, que utilizan donantes mitad idénticos, suelen ser padres o hijos o hermanos, por tanto aún más alorreactivos o con más capacidad inmunoterápica. Promoviendo estas modalidades de trasplante, los hematólogos trasplantadores, hemos llegado recientemente a lograr que todo paciente que precise de un trasplante medular disponga de un donante en el tiempo adecuado según lo requiera su enfermedad.

A comienzos del siglo, desde el Hospital Gregorio Marañón, promovimos, la utilización de los trasplantes medulares en pacientes VIH positivos con cánceres hematológicos, otra transgresión al uso establecido hasta entonces. De ella se derivó ayudar a establecer a escala internacional las indicaciones del Trasplante autólogo en estos pacientes, en condiciones similares a las utilizadas para los pacientes VIH negativos. Asimismo por nuestra práctica del trasplante alogénico, en las pacientes con SIDA, que lo precisan por su tumor hematológico, se ha derivado la invitación para formar parte del consorcio internacional, financiado por EEUU, que explora la curación del SIDA con el trasplante medular en sus distintas modalidades, proyecto que periódicamente salta a la prensa profana.

De mi faceta en el laboratorio y más conceptual, destacaría el interés por la caracterización genética de las leucemias y otros cánceres hematológicos, su implicación diagnóstica y pronóstica. A resaltar particularmente el largo proyecto de la evaluación genética de la reconstitución celular ocurrida tras el trasplante medular, que nosotros llamamos “quimerismo”, donde involucré al doctor Buño hace ya más de 21 años y que sigue siendo la espina dorsal de la actividad de nuestro laboratorio de genética hematológica.

Otras actividades han venido a completar el arsenal de los modernos laboratorios de Hematología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, que también son instrumento de investigación, como la citometría diagnóstica y para evaluar la enfermedad residual tumoral, las terapias celulares con células manipuladas *ex vivo* como el uso de las células mesenquimales o de las células fotoinactivadas y más recientemente la caracterización genotípica de la alorreactividad de las células Natural Killer, actividades que se deben más a la acción de mis colaboradores que a mí.

No puedo dejar de citar una nueva faceta promovida y desarrollada ya en mi última etapa, la gestión de los datos e información producidos, la monitorización de los mismos, la puesta en marcha de ensayos clínicos y estudios, y la coordinación y homologación con los centros y sociedades nacionales e internacionales de nuestra disciplina y entorno, con los que debemos colaborar y competir. Cómo no, esta tarea impropia recae en los más jóvenes del equipo.

Tengo que hacer énfasis en que todo este rosario de acciones médicas ha sido posible gracias a los demás, yo he sido un actor más del reparto, que ha cumplido su papel. En el camino he tenido la inmensa fortuna de encontrar maestros y colegas impresionantes, aquí y en EEUU, como el doctor Donnal Thomas padre del trasplante hemopoyético y Nobel de medicina 1990, de los que aprendí todo, en particular el entusiasmo y la disciplina implacables que conducen al éxito, en mi caso curar. Inapreciable fortuna también ha sido haber encontrado colaboradores con los que he compartido la generosidad de su dedicación, sus ideas, sus consejos, su ayuda y comprensión durante todos estos años... En verdad que pensando en todos ellos, puedo afirmar que Laplace tenía razón, y confirmar su frase, algo modificada, que “entre los médicos (y naturocientíficos) también hay sabios”.

Finalmente agradecer la contribución de mis amigos y mi familia, que no sólo han tenido y tienen que soportar mis ausencias, sino a veces incluso algo peor, mis presencias y frustraciones, a ellos gracias por su capacidad de perdón.

Y a todos ustedes muchas gracias por escuchar y buenas noches.

JOSÉ LUIS DÍEZ MARTÍN

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a M. Ricardo Ibarra

Mi relación con el Profesor Ibarra es relativamente reciente y se inicia a principios de la anterior década, cuando se daban los primeros pasos dados dentro de la comunidad científica para construir redes de investigadores relacionados con la nanociencia y la nanotecnología. En concreto, el Profesor Ibarra participó desde los primeros momentos en la Red NanoSpain, en cuya organización estuve personalmente involucrado desde 2000 hasta 2006. Desde el primer momento se observó como la red contaba con nodos fuertes ubicados en Madrid, Barcelona, San Sebastián, Sevilla, Zaragoza, Santiago de Compostela, etc. El grupo de Zaragoza, estaba formado tanto por investigadores de la Universidad de Zaragoza como del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, centro mixto entre el CSIC y la mencionada universidad. Desde un primer momento, estos investigadores mostraron su liderazgo en las temáticas del magnetismo, los fenómenos ópticos, la instrumentación, o las grandes instalaciones. El hecho de contar con una cierta masa crítica hizo posible comenzar a plantear iniciativas de diverso tipo entre las que destacó la creación de un centro de investigación dedicado a la nanotecnología. El principal promotor de este centro, que tiene el nombre de Instituto Universitario de Investigación en Nanociencia de Aragón (INA) fue el Profesor Ibarra, al que ahora brindamos nuestro homenaje. Este instituto tuvo sus comienzos en 2003, y se ha dedicado a la investigación y desarrollo en el campo de la nanociencia y nanotecnología, campos de investigación donde convergen la Física, la Química, la Biología, las Ciencias Medioambientales, la Biotecnología, la Ciencia de Materiales, etc. Tras diversos avatares, el INA parece que ha alcanzado cierta estabilidad (en medio de la incertidumbre generalizada por las sucesivas disminuciones de presupuestos dedicados a la investigación y el desarrollo) y puede decirse que es uno de los centros protagonistas de la actividad científica española en nanociencia y nanotecnología, con unas instalaciones y equipamientos de primer nivel, que está ubicado en una región estratégicamente conectada con grandes núcleos de generación del conocimiento y de desarrollo económico.

Desde que tomó las riendas del INA, la labor del Profesor Ibarra ha sido encomiable, promocionando la nanotecnología, sus aplicaciones e implicaciones, dentro de su entorno universitario, ante responsables políticos regionales y nacionales, y ante el sector empresarial. En esta búsqueda de la visibilidad del INA y sus resultados, el Profesor Ibarra ha viajado a lo largo y ancho de este mundo, y ha sido en varios de estos viajes en los que he tenido oportunidad de coincidir con él y conocer mejor su empuje. En concreto, el INA ha participado en varias ocasiones en el Pabellón de España en la Feria Nanotech que se celebra en Tokio desde hace casi una década y ha sido en este contexto en el que he tenido la oportunidad de conocer más de cerca los esfuerzos del



Pedro A. Serena y M. Ricardo Ibarra

Profesor Ibarra por conectar el INA con diversas empresas y organizaciones. Como dato anecdótico mencionaré que el Profesor Ibarra (acompañado de su esposa) y yo tuvimos encuentros en lugares y horas insospechados como el acontecido en las puertas del archiconocido mercado del pescado de Tokio a las seis de la madrugada.

Por otro lado, el Profesor Ibarra ha sido uno de los quince investigadores españoles que han liderado proyectos de la convocatoria conjunta hispano-japonesa sobre nanotecnología ante los retos energéticos y medioambientales lanzada por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y la agencia Japanese Science and Technology Agency de Japón, que he tenido la responsabilidad de gestionar en los últimos seis años. Las reuniones celebradas para realizar el seguimiento de los proyectos han permitido conocer más de cerca la enorme actividad científica desarrollada por el Profesor Ibarra y el INA.

Dicho todo lo anterior, he de destacar que el Profesor Ibarra es un emprendedor que ha destacado dentro de una tierra ya de por sí emprendedora, Aragón. Pero en este caso, el emprendedor llegó de Andalucía, tierra en la que nació, se educó y formó el Profesor Ibarra, que realizó su licenciatura en Física en la Universidad de Granada, para trasladarse posteriormente a Zaragoza para realizar su Tesis Doctoral.

Desde 1980 ha estado trabajando en la Universidad de Zaragoza, desempeñando diferentes cargos (Profesor Ayudante, Profesor Titular, Catedrático, Director del Departamento de Física de la Materia Condensada), lo que no le ha impedido realizar diversas estancias en centro de investigación de EEUU. En estos años ha desarrollado su actividad en campos siempre cercanos al magnetismo: anisotropía magnética, magneto-resistencia colosal, aleaciones con efecto magneto-calórico colosal, láminas delgadas magnéticas, nanopartículas magnéticas y su aplicación en el desarrollo de sensores y nuevas terapias contra el cáncer, etc.

Sus trabajos de investigación han dado lugar a más de 400 artículos, centenares de presentaciones en congresos, decenas de conferencias invitadas y una decena de patentes, alguna de las cuales están en explotación. Las tesis doctorales de una decena de investigadores han sido dirigidas por el Profesor Ibarra, nucleando un equipo de trabajo con ramificaciones en diversas instituciones y consolidando el peso del magnetismo de la Universidad de Zaragoza en el contexto nacional e internacional. Estos resultados no han sido ajenos a la comunidad científica ni a la sociedad, que le han reconocido su esfuerzo y su mérito en diversas ocasiones. El Profesor Ibarra ha recibido numerosos premios y distinciones, concedidos por la Fundación Domingo Martínez, la empresa 3M, el Gobierno de Aragón, El Periódico de

Aragón, etc. En el año 2008 fue nombrado Doctor "Honoris Causa" por la Universidad AGH de Cracovia. Creo que todos estos méritos son suficientes para acreditar la trayectoria del Profesor Ibarra y hacerla merecedora de una de las Placas de Honor del año 2014 que la Asociación Española de Científicos otorga a los miembros más relevantes de la comunidad científica española.

PEDRO A. SERENA.

Investigador Científico del CSIC. Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM). Coordinador Institucional del CSIC en la Comunidad de Madrid

Respuesta del galardonado

Queridos colegas, es para mí un honor y motivo de orgullo recibir la Placa de Honor de la Asociación Española de Científicos. Agradezco enormemente a esta Asociación que haya considerado mi persona como merecedora de esta distinción. Este reconocimiento lo interpreto en base a los logros del Grupo científico de nanoestructuras magnéticas, que me ha apoyado en todo momento y al fuerte apoyo Institucional de la Universidad de Zaragoza y del Gobierno Regional y Español que han permitido la creación del Instituto de Nanociencia de Aragón y el Laboratorio de Microscopias Avanzadas.

El Magnetismo y la nanociencia: Mi actividad se ha enmarcado en el ámbito del Magnetismo de los materiales. He desarrollado investigaciones del efecto del campo magnético sobre la deformación de los materiales, denominado magnetoestricción, estudios de la anisotropía magnetocristalina en materiales magnéticamente duros. Probablemente el campo en el que desarrollamos una contribución más relevante ha sido el de los óxidos magnéticos, en particular en las manganitas de valencia mixta, que presentan una magnetorresistencia colosal (CMR). Nuestros experimentos de magnetoestricción y de dispersión de neutrones de bajo ángulo, pusieron de manifiesto que el mecanismo intrínseco de este fenómeno, se producía en la fase paramagnética y propusimos que era debida a la formación de polarones magnéticos.

Recientemente, durante los últimos diez años, mi actividad se ha desarrollado en el campo de la nanociencia en particular materiales nanoestructurados. Por una parte he desarrollado actividad en la aplicación de nanopartículas magnéticas para aplicaciones biomédicas en nanoterapia y nanodiagnóstico y por otra parte en el estudio de cómo las interacciones fundamentales que dan lugar al transporte eléctrico, magnetismo y superconductividad se ven modificadas cuando las dimensiones de los objetos son del orden de magnitud de las longitudes características de dichas interacciones.

Investigación de excelencia: Vivimos un periodo excitante en la evolución de la ciencia en nuestro País. En unos años y gracias al esfuerzo de los científicos y de las inversiones en investigación se ha conseguido alcanzar un buen nivel a escala internacional. Se ha evolucionado tanto en número de publicaciones como en reconocimiento. No obstante; no se ha alcanzado una masa crítica de investigadores que asegure que este nivel puede mantenerse o superarse. La crisis económica que estamos sufriendo, está repercutiendo dramáticamente, pues aun cuando no se había llegado a esta masa crítica ha venido una reducción drástica del presupuesto dedicado a investigación. Lo que claramente es una demostración que no se tiene confianza desde los Gobiernos que podamos salir de la crisis con una apuesta científico-tecnológica. Esta reducción está propiciando una fuga de cerebros y la imposibilidad de atraer talento, el intercambio de científicos es bueno y saludable pero el flujo negativo de talento, está drenando nuestro sistema de ciencia y tecnología. Aparece como consecuencia el concepto de la excelencia científica, como los recursos son escasos, sólo los grupos excelentes deben ser financiados. Creo que hay dos niveles de financiación que no debemos confundir y que son necesarios:



M. Ricardo Ibarra

– la financiación básica, que permite establecer un tejido científico y una masa crítica que permita formar científicos y mantener un nivel, del que puedan emerger grandes científicos, pues éstos no salen de la nada;

– la financiación de proyectos de excelencia, que premia aquellas iniciativas avaladas por los científicos más eminentes y que llevan a una investigación de primera línea, que nunca hubiese existido sin la anterior.

Innovación y transferencia de tecnología: Durante estos últimos años se ha incrementado el interés en hacer que la investigación y los logros científicos puedan llegar a ser utilizados por las empresas de nuestro entorno. Este es un proceso lógico y difícil de forzar, pues requiere una maduración, no podemos recoger los frutos del árbol cuando aún están verdes, pues nunca van a madurar. Esta precipitación en aplicar y que todo tiene que ser aplicado, puede llevar a una tergiversación del papel de la investigación. La innovación desde el punto de vista de la investigación científica no es incremental para una iniciativa empresarial, sino que ha de ser rupturista, no podemos convertir a nuestros científicos en técnicos, pues además no lo saben hacer ni es su función.

Creo que uno de los papeles que pueden y deben desarrollar los equipos científicos es colaborar con los equipos de desarrollo de las empresas para crear un marco de enriquecimiento conceptual y que permita abrir nuevos campos insospechados para las industrias y los centros de investigación. Hay que potenciar la creación de empresas de base tecnológica basada en el *know how* y patentes que pueden surgir en este marco.

Queridos compañeros, concluyo esta exposición con mi agradecimiento a la AEC, a todos mis compañeros y colaboradores que me han ayudado poder entender algunos problemas científicos y en especial mi familia por el tiempo no le he dedicado y sin cuyo apoyo nunca hubiese tenido la fortaleza y dedicación que requiere la actividad científica.

M. RICARDO IBARRA

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a Nuria Sánchez Coll

Estimados miembros de la AEC, señoras y señores, es un placer para mí presentar a la doctora Nuria Sánchez Coll, que recibe este año la Placa de Honor de la AEC en la modalidad de “Jóvenes Investigadores”.

La doctora Sánchez Coll es investigadora en el prestigioso Centro de Investigación Agrigenómica de Barcelona (CRAG) donde ha impulsado una innovadora línea de investigación que dirige actualmente sobre los mecanismos moleculares de las interacciones planta-patógeno y el papel

de la muerte celular programada en los mismos, para su aplicación al diseño de estrategias de lucha contra las patologías bacterianas de plantas, problema como sabemos de gran repercusión en agricultura.

Conozco personalmente a la doctora Nuria Sánchez Coll desde hace varios años, cuando trabajaba como investigadora postdoctoral en el laboratorio del doctor Jeff Dangl en la Universidad de North Carolina (EEUU) en que iniciamos una colaboración científica, y desde entonces he tenido la oportunidad de seguir su trayectoria gracias a diversos encuentros y actividades científicas conjuntas en los que he podido comprobar su alto nivel científico, al que acompaña una gran capacidad de trabajo y rigor, entusiasmo e iniciativa, junto a carácter amigable y colaborador, cualidades sin duda muy valiosas para la labor investigadora.

La doctora Sánchez Coll, a pesar de su juventud ha tenido una trayectoria investigadora excepcional. Se licenció en Biología en la universidad de Barcelona y después se trasladó a Zúrich, al Swiss Federal Institute of Technology, donde obtuvo el doctorado en 2006, con un trabajo sobre las rutas de señalización que conducen a muerte celular programada en respuesta al estrés oxidativo. Más tarde, se marchó a los Estados Unidos, y se incorporó, como ya he comentado, al laboratorio del doctor Jeff Dangl en la Universidad de North Carolina como investigadora postdoctoral, realizando un trabajo pionero y de alto impacto internacional sobre el papel de las metacaspasas en la respuesta hipersensible de plantas a patógenos. Sus investigaciones en este campo han sido merecedoras de un alto prestigio internacional, además de haber sido publicadas en revistas de la categoría de Science o PNAS. Después, en 2012 vuelve a España para incorporarse al CRAG, donde trabaja actualmente.

Pero más allá del alto nivel científico de su trabajo, desde su incorporación al CRAG ha podido demostrar también una notable capacidad emprendedora y de liderazgo, cualidades que le han llevado, en el corto periodo de tiempo que lleva en España y con las dificultades del momento, además de impulsar su propia línea de investigación, a organizar un Workshop Internacional con conferenciantes de primer nivel sobre “Proteasas, Muerte Celular y Aplicaciones en Campo” que se celebró en noviembre de 2013, actuar como Coordinadora de grupo de trabajo en una propuesta de “COST Action” europea sobre “Autofagia” en la que participaban más de treinta grupos nacionales y europeos, liderar una propuesta ITN (International Training Network) para la Comisión Europea y organizar una Red Española de investigadores jóvenes en “Plant Sciences and Agrobiotechnology Applications” en el marco del programa Marie Curie Alumni Association, entre otras iniciativas.

A modo de ejemplo, uno de los proyectos más recientes de la doctora Sánchez Coll plantea el desarrollo de tecnologías innovadoras, alternativas a la transformación genética,

para la mejora de la patata, lo cual permitiría el diseño de nuevas estrategias para combatir los dos mayores problemas de este cultivo a escala mundial, las infecciones por *Ralstonia* en climas templados y el estrés térmico.

Por esta excelente trayectoria, sus hallazgos en el campo de los mecanismos de interacción planta-patógeno y su

relevancia en agricultura, la AEC concede este año la Placa de Honor de Jóvenes Investigadores a la doctora Nuria Sánchez Coll.

PILAR SÁNCHEZ TESTILLANO
Investigadora Científica del CIB-CSIC



Pilar Sánchez Testillano y Nuria Sánchez Coll

Respuesta del galardonado

Es un honor para mí recibir la Placa de Honor de la Asociación Española de Científicos en la categoría "Jóvenes Investigadores" por mi trabajo en el campo de la biología molecular de plantas. En los tiempos difíciles que corren es una gran alegría recibir tal premio y es además una muy buena iniciativa que nos anima a los jóvenes a seguir adelante. Mi más sincero agradecimiento pues a la AEC por otorgarme la placa.

Quiero también dar gracias a las doctoras Pilar Sánchez Testillano y María del Carmen Risueño por presentarme para el galardón. Ellas son además de unas excelentes científicas unas grandísimas amigas con quienes he podido contar en todo momento desde mi vuelta a España en el año 2012. Su apoyo ha sido muy importante a la hora de reintegrarme al

sistema científico de España, ya que me han brindado siempre consejo y me han transmitido optimismo y energía. Estas luchadoras son para mí modelos científicos de referencia a seguir. A ellas las conocí a través del doctor Miguel Ángel Moreno Risueño, también aquí presente, con quien trabé una estrecha amistad durante nuestra estancia postdoctoral en Estados Unidos. Este gran joven investigador ha supuesto un gran soporte tanto a nivel científico como moral, alguien a quien acudir siempre no sólo durante nuestros años fuera de España sino también ahora.

Les voy a hablar un poco de mi decisión de volver a España, ya que lo hice durante los peores momentos de la crisis y muchos compañeros no lo entendieron. En primer lugar, fue una decisión por motivos personales, ya que llevaba más de diez años fuera de España y quería estar más cerca de ellos. Por otro lado para mí era muy importante volver a España a la hora de establecer mi propio grupo. Decidí

marchar fuera muy pronto para formarme científicamente en centros punteros de países extranjeros con la idea de algún día volver y poder transmitir todos los conocimientos adquiridos al lugar de donde provengo, contribuyendo a mejorar la ciencia española y devolviendo la costosa inversión que el país ha hecho en mí a nivel formativo. Para mí esto fue posible y tengo que decir que hasta ahora me ha ido muy bien, gracias al financiamiento europeo recibido, así como al apoyo recibido por algunos investigadores del instituto al que me reincorporé, el Centro de Investigación Agrigenómica (CRAG) de Barcelona.

No obstante, como todos ustedes saben la situación de reincorporación de talento joven al sistema español está muy lejos de ser ideal. Los recortes presupuestarios del gobierno en el ámbito de la ciencia está llevando a la pérdida irreparable de una generación entera de científicos. Se trata de mi generación, la generación "joven" de entre 30 y 40 años, compuesta de científicos que hemos salido fuera, hemos trabajado en laboratorios de referencia en nuestros respectivos campos y hemos publicado en revistas de máximo índice de impacto. Esta generación se encuentra atrapada en una situación muy desafortunada: cuando llegan a la madurez científica necesaria para establecer sus propios grupos en España se encuentran en la mayor parte de los casos con las puertas cerradas. Muchos consiguen volver, pero tienen que conformarse con ser considerados "postdocs seniors" y no consiguen estabilizarse, teniendo en muchos casos que dejar la ciencia. Esta situación es reversible cuando el gobierno, sea del color que sea, lo decida. El gobierno tiene que priorizar la ciencia en sus planteamientos económicos de futuro, financiándola para que llegue a ser el motor económico, como es el caso en países mucho más avanzados científicamente. Además, el gobierno debe proporcionar las condiciones que permitan acoger a esa nueva generación de científicos ofreciéndoles contratos estables y unas condiciones dignas de trabajo. Esto es esencial para dinamizar la ciencia en este país y evitar que envejezca científicamente.

Como he dicho al principio, en mi caso la vuelta a España ha sido una historia bastante feliz. Hace ahora dos años me reincorporé al CRAG. Este centro ha constituido una plataforma ideal para desarrollar mi línea de investigación. El CRAG es un centro mixto formado por dos universidades (la de Barcelona y la Autónoma de Barcelona) y dos centros de investigación (el IRTA, el CSIC), cuya misión es posibilitar la transferencia de conocimientos del laboratorio al campo. Para ello, el CRAG cuenta con un amplio abanico de grupos de investigación que llevan a cabo tanto investigación básica como aplicada en temáticas diversas como son el estudio del desarrollo de las plantas, su metabolismo así como las respuestas al estrés ambiental. Mi integración en el CRAG ha sido posible sobre todo por el apoyo recibido del doctor Marc Valls, Profesor de la Universidad de Barcelona y investigador del CRAG. Él entró en contacto conmigo durante mis años de postdoc en Estados Unidos, ofreciéndome su apoyo



Nuria Sánchez Coll

para volver a España y proponiéndome, en base a nuestra afinidad de intereses científicos, si me interesaría unir fuerzas y formar grupo con él. Tras obtener financiación Europea para empezar mi propia línea de investigación decidí volver y el doctor Valls me acogió en su laboratorio. Juntos, lideramos un grupo de investigación joven y dinámico dirigido al estudio de los mecanismos que regulan la interacción planta-patógeno, desarrollando herramientas que permitan ayudar a prevenir enfermedades de interés agroeconómico. Para ello, nuestro grupo combina proyectos de ciencia básica orientados a diseccionar mecánicamente el sistema inmune vegetal, así como proyectos más aplicados en colaboración con diversas empresas dirigidos a desarrollar productos potencialmente comercializables. Nuestra investigación se nutre además de numerosas colaboraciones internacionales y consorcios científicos de los que formamos parte. El doctor Valls es una grandísima persona que me ha enseñado con la práctica que con optimismo, comunicación transparente y sobre todo trabajo duro y persistencia, es posible para los jóvenes emerger como científicos independientes en España.

Ya por último, quería aprovechar la ocasión para publicitar la biología molecular de plantas, que es un campo de investigación que países científicamente punteros ya se

considera línea científica prioritaria en la que se está invirtiendo generosamente. Tradicionalmente, se ha considerado la salud humana como el campo científico prioritario pero al final, las plantas son lo que nos nutre y la fuente principal de energía renovable. Según predicciones de Naciones Unidas la población mundial crecerá un 13% en los próximos 15 años y para el 2050 se espera que haya alcanzado los nueve mil millones de personas. Por otro lado, a causa del cambio climático y la sobre-explotación agrícola cada vez hay menos superficie de tierra arable y más sequía. Es por ello esencial disponer de plantas capaces de producir más aprovechando de manera más eficiente los recursos para abastecer a la creciente población mundial mediante cultivos sostenibles. Para generar esos cultivos, será necesario seguir investigando e innovando en el campo de la biología molecular de plantas. Este ámbito científico que se está convirtiendo en uno de los principales motores económicos a nivel mundial. Si España quiere ser competitiva en el futuro debe fomentar la investigación en este campo, invirtiendo en proyectos y contratación estable de jóvenes talentos en esta especialidad.

En este sentido el reconocimiento de la AEC es muy valioso ya que lo considero un voto de confianza no sólo a mi trayectoria sino también a todo el campo de la biología molecular de plantas. Es un golpecito en la espalda que nos dice que estamos yendo por el buen camino y a mí me anima enormemente a seguir adelante.

NURIA SÁNCHEZ COLL

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a Rafael Álvarez Molina

En primer lugar quisiera saludar a las autoridades académicas, miembros de la Junta de Gobierno de la Asociación Española de Científicos, socios, simpatizantes, compañeros y amigos. Para mí supone una gran satisfacción poder participar en este acto de entrega de las Placas de Honor de la AEC y, más aún, presentarles al doctor Rafael Álvarez Molina, investigador contratado del CSIC en mi laboratorio, el Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, y con quien colaboro científicamente desde hace cinco años.

El doctor Rafael Álvarez Molina, se licenció en el año 1998 por la Universidad de Granada, realizando posteriormente su tesis doctoral en la Universidad de Córdoba. Tras una estancia postdoctoral en la Universidad Técnica de Lisboa, Rafa, como lo conocemos en el laboratorio, llegó a Sevilla gracias al programa JAE-Doc del CSIC en el año 2009, para trabajar en una nueva línea de investigación de tipo fundamental, relacionada con la ingeniería de superficies y el control de procesos atomísticos en recubrimientos nanoestructurados. Se podrían comentar muchos aspectos de su curriculum: no sólo son destacables sus cerca de 50

publicaciones científicas en revistas internacionales de reconocido prestigio, sino también que habiendo trabajado en cuatro grupos de investigación diferentes, sea el autor principal de más de 40.

Sus resultados ponen de manifiesto la importancia hoy en día de la investigación fundamental orientada: por ejemplo, a partir de sus cálculos y experimentos fundamentales, el doctor Rafael Álvarez Molina ha estudiado cómo diferentes átomos y moléculas en fase gaseosa se pueden aglomerar y estructurar sobre una superficie, permitiendo el desarrollo de una nueva técnica para fabricar películas nanoestructuradas mediante plasmas. Cabe destacar sus trabajos sobre la producción de capas de oro nanoporoso, con aplicaciones en catálisis y eliminación de gases nocivos para el medioambiente, que aparecieron comentados en numerosos periódicos y medios de comunicación generalistas, tanto españoles como internacionales, por su gran utilidad industrial, impacto económico y valor social. También, en los últimos meses, aplicando esos mismos principios fundamentales, ha conseguido desarrollar recubrimientos de titanio estructurados en la nanoescala, que pueden ser usados en la fabricación de implantes ortopédicos al evitar la proliferación de bacterias en su superficie, reduciendo la posibilidad de rechazo. En este sentido, el doctor Álvarez Molina, junto a un equipo mixto de investigadores del CSIC y de la Universidad Complutense, ha ganado recientemente el premio IDEA2 de innovación biomédica organizado por la Comunidad de Madrid y el Massachusetts Institute of Technology, que destaca a este material como uno de los más prometedores para aplicaciones futuras.

Además de su talento científico, también es importante mencionar su gran capacidad de trabajo: en lo que llevamos de año ha publicado seis artículos en revistas internacionales de prestigio, cinco de ellos como autor principal, ha presentado dos patentes industriales y ha registrado un programa de ordenador de simulación. De hecho, no es raro verle llegar al laboratorio de los primeros por la mañana, y ser de los últimos en irse por la tarde/noche. Aun así, uno de los problemas actuales de Rafael reside en estabilizarse laboralmente como investigador, esa situación a la que nos hemos tenido que enfrentar los científicos de plantilla en algún momento de nuestras vidas. Es verdad que la coyuntura actual no es buena para la estabilización de los jóvenes científicos, pero también es tarea de todos nosotros, investigadores maduros y experimentados, la de intentar que éstos tengan oportunidades de futuro, y pedirle a los gestores que proporcionen el marco adecuado para que estos científicos puedan devolver a la sociedad, con su talento, descubrimientos y duro trabajo, lo que tanto hemos invertido en formarlos.

El doctor Rafael Álvarez Molina es en mi opinión uno de los talentos jóvenes más prometedores en el área de la Ciencia de Materiales, tanto por su nivel científico como por el impacto de sus investigaciones. Quisiera trasladar aquí



Alberto Palmero Acebedo y Rafael Álvarez Molina

mi más sincera enhorabuena a Rafael por este merecido reconocimiento, a sus seres queridos y amigos, colaboradores científicos y colegas de profesión. Desearle más éxitos científicos en esta época azarosa que nos ha tocado vivir, y que pueda continuar esta prometedora carrera que lleva como investigador muchos años.

Muchas gracias por su atención.

ALBERTO PALMERO ACEBEDO
Científico Titular del CSIC. Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla

Respuesta del galardonado

Una de las mayores satisfacciones personales en la carrera de un científico es, en mi opinión, el reconocimiento por parte de otros científicos. Esa cita a tu trabajo en una revisión de campo, o ese comentario elogioso del revisor de uno de tus artículos, son algunas de las cosas que ponen en valor los sacrificios que uno hace para poder dedicarse a esto de la ciencia. Por eso esta Placa de Honor, concedida por la Asociación Española de Científicos, es para mí una tremenda alegría por la que estoy muy agradecido. Agradecido a la AEC, y también a todas las personas que han contribuido a que yo esté aquí ahora. No voy a nombrarlas a todas, ya que sería una lista muy larga, que abarcaría desde mi pri-

mer profesor de Física de EGB hasta el director del grupo en el que trabajo actualmente, pasando por mis directores de Tesis, multitud de colaboradores pre y postdoctorales, padres, hermanas, familiares, amigos... Pero sí que quiero hacer unas breves menciones especiales: quiero agradecer al doctor Pedro José Sánchez Soto, del ICMS, el presentar mi candidatura para esta distinción. También quiero agradecer al doctor Alberto Palmero, con el que he estado trabajando en el ICMS los últimos cinco años, por su apoyo incondicional, por su paciencia, y por mantener esa sensación de descubrimiento y aventura que hace que investigar sea tan divertido. Y finalmente quiero agradecer a mi mujer, Fina, y a mis hijos, Julia y Carlos, por su comprensión y por todo el tiempo que me han regalado y me regalan para que pueda seguir intentando cumplir mi sueño de vivir de la ciencia. Ellos son los auténticos mecenas de la vocación científica.

Ya a comienzos del siglo XIX, Mary Shelley hizo decir a su personaje Victor Frankenstein: "Quien no haya experimentado la seducción que la ciencia ejerce sobre una persona, jamás comprenderá su tiranía.". Todos los científicos y familiares de científicos que estamos aquí esta noche sabemos de la seducción y la tiranía de la ciencia. Y es que para dedicarse a esto hay que tener vocación; sólo así se entiende que uno acepte estar en una situación tan precaria como es la de investigador joven hasta cerca de los 40 años, y que

encima se considere el más afortunado del mundo por poder dedicarse a hacer lo que más le gusta.

Pero es que si prestamos atención al estado del arte actual de la ciencia, veremos que verdaderamente hay motivos para sentirse afortunado, ya que estamos al borde de una revolución tecnológica de esas que ponen nombre a una edad, como lo hizo el desarrollo de herramientas de piedra, de bronce, de hierro, o las máquinas de vapor. Decía Arthur C. Clarke: "Cualquier tecnología suficientemente avanzada es indistinguible de la magia.", y estamos viendo avances que realmente parecen magia, como prótesis controladas por la mente, enjambres de robots voladores, o impresión 3D de tejidos vivos. Y en el centro de esta revolución está la nanotecnología, dispuesta a cambiar nuestro mundo, desde la nanomedicina a los nanorobots, pasando por los materiales inteligentes. Y ahí es adonde hemos apuntado nuestra línea de investigación, a la nanotecnología. Nuestro objetivo final es manipular el ensamblaje de átomos y moléculas sobre superficies, para controlar no sólo la composición química del material, sino también su estructura en la escala nanométrica, y poder así crear nanomateriales "a la carta". Esta es una tarea apasionante, pero muy compleja. Nuestro enfoque ha sido partir de lo más sencillo e ir aumentando la complejidad



Rafael Álvarez Molina

progresivamente, siempre apoyándonos en la comparación entre simulaciones por ordenador y medidas experimentales en condiciones cuidadosamente escogidas. Algunos de los frutos que hemos recogido han sido el descubrimiento y control de un modo de crecimiento universal de materiales nanoestructurados, que está presente en mayor o menor medida en todos los sistemas de crecimiento de materiales mediante técnicas de vacío; también podemos controlar la nanoestructura y la nanoporosidad de recubrimientos de oro, lo que ha llevado a una patente sobre la creación de oro nanoestructurado que absorbe gran parte de la luz visible, y que nosotros llamamos "oro negro", aunque no está hecho de petróleo, sino de oro; y más recientemente hemos desarrollado recubrimientos de titanio para implantes ortopédicos con una nanoestructura que les hace biocompatibles con el cuerpo humano, a la vez que impide la adhesión de bacterias.

Para finalizar, quisiera destacar que todos los resultados de los que he hablado tienen una componente importante de simulación por ordenador. Decía Nikola Tesla, en relación con la necesidad de planificar bien las condiciones de un experimento: "Todos cometemos errores, así que lo mejor es cometerlos antes de empezar". Uno de los objetivos últimos de nuestra línea es el diseño por ordenador de materiales nanoestructurados, que nos permitirá equivocarnos primero virtualmente antes de llevar una aplicación tecnológica a la industria.

Muchas gracias.

RAFAEL ÁLVAREZ MOLINA

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a Cotevisa

Es para mí un honor presentar a la empresa modelo COTEVISA, en la figura de su Director Científico doctor Lorenzo García, al cual conozco desde años, entusiasta e imaginativo por naturaleza, con grandes ideas y trabajador incansable, impulsor y dinamizador del mayor laboratorio de cultivo *in vitro* de España y segundo de Europa, con una capacidad de producción de hasta 12 millones de plantas en cuanto a volumen de producción con más de 30 años en el mercado.

Siempre se ha distinguido por ser una empresa ejemplar en la colaboración con Universidades y Centros de Investigación, en particular con la Universidad Politécnica de Valencia por la que el "Consejo Social de Valencia" otorgó a COTEVISA el Premio a la "Cooperación Universidad Sociedad".

Es una empresa innovadora en el sector, que lidera y participa desde el año 1990 en numerosos proyectos I+D en el área de Biotecnología, sobre saneamiento, producción



María del Carmen Risueño Almeida y Lorenzo García Ferriz

y mejora en diferentes especies vegetales, concretamente saneamiento por meristemas, caracterización molecular de variedades, micorrización forestal y de frutales, transformación genética, etc., siendo el primer vivero de España que incorporó estas tecnologías para la multiplicación de leñosas habiendo desarrollado y optimizado la selección y multiplicación de diferentes clones de estos cultivos.

Este gran laboratorio de cultivo *in vitro*, ofrece actualmente más de 60 millones de plantas micropropagadas y más de un centenar de especies diferentes. La micropropagación *in vitro* como sabéis, consiste en la producción masiva de plantas, dentro de vasos de plástico o cristal conteniendo medios de cultivo estériles, es la tecnología que representa la mejor alternativa disponible actualmente para la clonación rápida. Los materiales seleccionados en condiciones sanitarias óptimas han hecho del cultivo *in vitro* la mejor herramienta con la que contamos actualmente para la multiplicación clonal de estos materiales.

COTEVISA ofrece toda la variedad de productos para el cultivo *in vitro* y micropropagación: desde la planta clonal, la planta sana y libre de virus, la “planta contenedor” a plantar en cualquier época del año, y la planta micorrizada que facilita la implantación e incrementa la resistencia frente a sequía. Posee una gran variedad de portainjertos, un

método muy adecuado de propagación vegetativa, ya que permite el uso de portainjertos resistentes a nematodos, los cuales constituyen uno de los factores limitantes de mayor importancia. COTEVISA continúa siendo en la actualidad el único centro a escala mundial en propagación industrial de variedades de olivo por cultivo *in vitro*, habiendo puesto a punto un procedimiento eficiente para la propagación *in vitro* de material adulto de olivo, material muy recalcitrante a la micropropagación. Y también en Agroforestales COTEVISA dispone de especies de interés tales como Pawlonia, olmo, y cardo, con campos de aplicación muy amplios, en agronomía, agroenergía y agroindustria. Es importante mencionar el interés e impulso de COTEVISA en la “agroenergetica”, ciencia que trata del cultivo de vegetales destinados a producir energía y de la tecnología necesaria para transformar el material orgánico en combustible utilizable con varias especies seleccionadas.

Otro tema de gran interés en bioenergía, es un Proyecto sobre la “Selección y obtención de clones adaptados de *Nicotiana glauca*, el “tabaco moro” para su uso en programas medioambientales de regeneración de suelos y cultivos bioenergéticos, y en el marco de esta propuesta ha contactado con nuestro grupo de investigación del CIB, “Biotecnología de plantas cultivadas”, para participar en el mismo, y este programa ha sido recientemente presentado en el CDTI. El

objetivo de esta colaboración público-privada es explorar el desarrollo de un sistema *in vitro* de obtención de nuevas variedades en *Nicotiana glauca* mediante el desarrollo de protocolos enfocados a la obtención de nuevos clones homocigotos (doble haploides a partir de embriogénesis de microsporas) de plantas de *N. glauca* seleccionadas frente a mayor tolerancia al estrés hídrico.

La colaboración de nuestro grupo de Biotecnología del Polen con la empresa COTEVISA y en concreto con su Director Científico, doctor Lorenzo García, ha sido de gran ayuda en nuestra andadura científica, siempre muy receptivo e interesado en nuestro trabajo sobre doble haploides en las distintas especies de interés agroalimentario y agroforestal.

Es muy importante en ciencia colaborar con compañeros del máximo prestigio y valía, pero es más importante cuando estos compañeros te dedican, siempre, siempre que lo requieres, su interés, su atención, su ayuda, y lo más importante su amistad.

Mil gracias Lorenzo, y que nuestra relación y colaboración siga y siga ...

MARÍA DEL CARMEN RISUEÑO ALMEIDA
Profesora de Investigación CSIC. CIB. Madrid

Respuesta del galardonado

Quiero mostrar ante todo mi sorpresa y mi agradecimiento a la Asociación Española de Científicos por haber pensado en la empresa Comercial Técnica y Viveros (COTEVISA) y concretamente en su Departamento de I+D para la convocatoria de los premios de la AEC de este año 2014.

Cuando COTEVISA, un vivero dirigido por tres viveristas de la antigua escuela (plantas producidas por estaquillado e injerto tradicional), comenzó su trayectoria hace ya más de 30 años, tomó la decisión de optar por la diferenciación del resto de viveros y decidió invertir en la creación del primer laboratorio de cultivo *in vitro* de España dedicado exclusivamente a cultivos leñosos. Durante este tiempo se han producido más de 40 Millones de plantas de diferentes especies. Actualmente es uno de los mayores laboratorios de producción de leñosas por cultivo *in vitro* del mundo y es referente tanto a escala nacional como mundial del cultivo *in vitro*, donde se está colaborando con diferentes empresas de otros países en la cesión de tecnología y desarrollo de proyectos en común.

Cuando en 1985 pasé a formar parte de la empresa e iniciarme en el cultivo *in vitro* decidí que mi trabajo era la investigación y no la docencia en institutos. Tuve la suerte de que me despidiesen de COTEVISA y poder volver al ámbito Universitario para realizar el doctorado. Retornar

con más edad, y sobre todo con experiencia me permitió madurar y conocer a una serie de investigadores con los que trabajé en diferentes proyectos, como don José Alberto Pardos, Catedrático de Genética de la ETSIAM Madrid o don Jesús Fernández, catedrático de Botánica de la Universidad Politécnica de Madrid. Colaborar con ellos fue un enriquecimiento personal y científico que me ayudó a definir cuáles serían las líneas maestras en los que más tarde se trabajaría en COTEVISA. Cuando los dueños del vivero vinieron de nuevo a buscarme para la incorporación a la empresa exigí la creación de un Departamento de I+D propio, totalmente independiente del vivero y separado en costes e inversión de la parte de producción.

Para un vivero tradicional aceptar la creación de un Departamento de I+D era algo cuando menos chocante. Se planteó la contratación de dos personas y que este departamento trabajara como autogestión, tanto de proyectos como de fondos para su financiación. La libertad de trabajo ha sido absoluta y desde un principio se me permitió tanto elegir mi personal como las líneas de investigación. El trabajo durante estos casi 25 años de vida del Departamento de I+D ha sido muy gratificante y nos ha permitido conocer y crecer junto a importantes grupos de investigación de diferentes universidades Europeas, así como con empresas de características similares de otros continentes.



Lorenzo García Férriz

Para cualquier empresa el tomar conciencia de crear un departamento de investigación es algo inherente a su necesidad de sobrevivir. El mundo agrícola y forestal está cambiando con tal rapidez que los cultivos que hoy son rentables en apenas cinco años dejan de serlo. Buscar nuevas líneas de trabajo, implicarse socialmente con las zonas en las que te mueves para conocer cuáles son los recursos humanos y económicos de que se disponen y en función de ellos buscar nuevas líneas de negocio basadas en nuevos clones y especies; es algo que va a permitir el desarrollo tanto de la empresa como de los agricultores.

La necesidad de mejorar genéticamente las especies con las que se trabajaban, poner a punto nuevos protocolos de multiplicación *in vitro* o buscar nuevas especies es la base sobre la que se ha venido trabajando en el Departamento de I+D de COTEVISA durante todos estos años. Siempre partiendo desde la colaboración con centros Públicos de Investigación, que son la fuente de conocimiento con las que nos hemos podido nutrir para realizar los diferentes proyectos

Universidades tanto nacionales como la de Literaria de Valencia, la Politécnica de Valencia, el CSIC de Granada, o bien otras internacionales como el INRA de Dijon, el Max Planck, la Universidad de Turín, etc., han sido centros de investigación con los que COTEVISA ha colaborado activamente para el desarrollo de diferentes programas de investigación.

Las primeras determinaciones de variedades vegetales en *Prunus* por PCR se hicieron a mitad de los noventa. Las primeras sondas para identificación de micorrizas por ADN mediante primers específicos se llevaron a cabo también a principios de los 90. Otros trabajos como los llevados a cabo con el IBMCP de la Politécnica de Valencia nos permitieron obtener diferentes mutantes y transgénicos de portainjertos de melocotoneros. En total, un sinfín de nuevas ideas y proyectos que siempre surgían de la curiosidad de la empresa y del acompañamiento de estas ideas por parte de los investigadores que se abrían a colaborar en nuevas líneas de trabajo.

Todo ello ha sido un cúmulo de experiencias; las que después de 25 años que me han permitido obtener amigos y conocimiento. Poder disfrutar de investigar en común es crecer tanto personalmente como intelectualmente. Hay que tener claro que la investigación no es más que intentar saciar una curiosidad y que ésta sólo se cubre en la confianza y el disfrute del grupo con el que trabajas. Poder elegir mis compañeros, ayudarles y ayudarnos, es lo mejor que tengo después de todo este tiempo.

Actos como los de hoy en los que me reencuentro con amigos que he conocido durante todos estos años, y la seguridad de que los proyectos que se han ido creando han permitido que esta empresa sobreviva en estos tiempos de

crisis justifican el objetivo de tantos años de trabajo y sobre todo de disfrute de una actividad con la que espero seguir durante muchos años.

Agradecer de nuevo a la AEC este premio que nos otorga y que es tanto para COTEVISA por permitirnos crear un departamento de I+D, como para el personal de laboratorio del vivero que han ayudado a crear este Departamento. Así como a los científicos en su momento, hoy amigos, que he hecho durante estos años de investigación y que gracias a su colaboración nos han permitido crecer y disfrutar de la ciencia, nuestra pasión.

LORENZO GARCÍA FÉRRIZ.
Director científico de COTEVISA

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a UNIPRO-Perelló

Señor Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), Jesús María Rincón y miembros de su Junta de Gobierno, Señor Presidente de la Cooperativa Unión Protectora de El Perelló (UNIPRO-Perelló), Vicente Villegas y colaboradores.

Señoras y señores, se entrega la Placa de Honor 2014 de la AEC a la Cooperativa Agrícola Unión Protectora de El Perelló (UNIPRO-Perelló), que tiene su sede en los alrededores de la Albufera de Valencia, por su participación en un programa de investigación sobre "Alternativas a los Fumigantes del Suelo en Horticultura", especialmente "verduras chinas" (cultivos orientales), del que es uno de los mayores productores en nuestro país, sobre un proyecto en Biorremediación de Suelos. Este proyecto de I+D+i se enmarca dentro del Protocolo de Montreal de las Naciones Unidas, especialmente para la eliminación del bromuro de metilo (BM), fumigante de suelos agrícolas que destruye la Capa de Ozono de la estratosfera, que como bien saben los presentes es la que nos protege de los rayos ultravioletas de la luz solar altamente tóxicos produciendo cáncer de piel y cataratas en los ojos. Nuestro país, España, era en el año 1992 el cuarto país consumidor del mundo de este peligroso fumigante y al mismo tiempo es miembro del MBTOC comité de las Naciones Unidas para encontrar alternativas.

La metodología seguida con todo rigor en el inicio de esta investigación fue encontrar en los sistemas agrarios procesos con una función similar a los fumigantes, centrándose en los gases de la descomposición de la materia orgánica, especialmente estiércol, restos agrarios y de cultivos, elaborando un programa de investigación para determinar su eficacia como alternativa. Para el desarrollo de esta investigación que considero fundamental para mejorar nuestra calidad de vida, se contó con la colaboración de los técnicos Julio



Antonio Bello Pérez y Vicent Villegas

Quilis y José Herrero en los invernaderos del agricultor José Ballester, que esta noche con su hijo Raúl se encuentran con nosotros, así como los demás técnicos y agricultores, pero especialmente el Gerente de UNIPRO José Beltrán, los diferentes Presidentes de la Cooperativa, la colaboración de Ana Cano de las Cooperativas Agroalimentarias de la Comunidad Valenciana, contándose además con el apoyo de investigadores invitados y autoridades de esta Comunidad.

Los resultados se han recogido en un interesante video que les recomiendo disfrutar en la pagina web: www.Tekieroverde.com dirigida por el director de documentales: Alejandro Gallego y que son sorprendentes desde un primer momento por su eficacia para el control de los patógenos en el suelo con incremento de los organismos beneficiosos, lográndose con estos criterios agroecológicos la biodesinfección de suelos en el resto de las fincas y en otras áreas.

Queremos recordar además que como prueba de reconocimiento a la metodología y de los principios de los que parte esta investigación en el campo de la agroecología, en el año pasado 2013, nuestra asociación concedió la Placa de Honor a la empresa Mercado Rivera de la Costa Noroeste de Cádiz (Chipiona-Sanlúcar y Rota) en flores y plantas ornamentales. Lo que aún hay que destacar más con este galardón que concede la AEC, es que una vez más se ha

demostrado que la sinergia o integración entre todos los agentes que intervienen en el proceso de I+D+i empresarial: Gerencia, técnicos, agricultores en este caso, agentes locales y autonómicos, en estrecha comunicación con los científicos demuestran que en nuestro país es realmente posible llegar al éxito científico y tecnológico como ponen de relieve los resultados obtenidos en el caso de UNIPRO.

Así pues, gracias a UNIPRO por aceptar dicho galardón y una vez más mis felicitaciones a todos los premiados en esta ocasión.

ANTONIO BELLO PÉREZ
Profesor de Investigación del CSIC

Respuesta del galardonado

Señor Presidente de la Asociación Española de Científicos y miembros de su Junta de Gobierno, doctor Bello, querido Antonio, señoras y señores, como Presidente de la Cooperativa Unión Protectora de El Perelló (UNIPRO-Perelló), debo trasladar nuestra gratitud a la Asociación Española de Científicos, por distinguir a esta humilde empresa con la Placa de Honor 2014 en reconocimiento a nuestra labor de producción mediante un modelo sostenible, en términos

económicos y ambientales, a través de una metodología científica y participativa.

Dijo Cicerón que “La agricultura es la profesión propia del sabio, la más adecuada al sencillo y la ocupación más digna para todo hombre libre”.

En la Cooperativa UNIPRO-Perelló somos sencillos, amamos la agricultura y nos sentimos honrados y orgullosos de practicarla en un espacio tan singular como único: en el “Parque Natural de La Albufera de Valencia”.

Para aquellos que aún no han tenido la oportunidad de conocernos, además de invitarles a hacerlo, voy a ofrecer algunos datos que van a permitir de forma fácil hacerse una idea de nuestra labor, nuestra empresa y nuestros productos.

UNIPRO-Perelló nace en el año 1950 de la necesidad de agrupar a los agricultores para favorecer y facilitar la adquisición de productos fertilizantes necesarios para el cultivo en los suelos arenosos que componen su área productiva: una estrecha franja de arena entre el mar Mediterráneo y el lago de la Albufera, con más contras que pros:

- Una rigurosa normativa que rige los diseños del Parque Natural de la Albufera.
- Intrusiones de agua marina que ponen en jaque a nuestras cosechas.
- Vientos cargados de sal que provocan lesiones y quemaduras en los cultivos.
- Turismo, muchas veces incomprensivo con los quehaceres y los “olores” del campo,...

La Cooperativa ha sabido, con gran acierto y maestría, no sólo superar los obstáculos, sino hacer de ellos atributos diferenciadores que han incrementado la calidad de los procesos y los productos.

- Cortavientos para frenar los daños de los vientos salinos.
- Invernaderos cada vez más tecnificados y sofisticados para que los cultivos crezcan con mimo.
- Sistemas de riego para optimizar el uso del agua.
- Técnicas de cultivo compatibles con el respeto medioambiental del Parque Natural.
- Nuevos cultivos y nuevas variedades.
- Hemos implantado sistemas y referenciales de calidad certificables (ISO 9001, ISO 14000, Global GAP).

En esta pequeña empresa COOPERACIÓN se escribe con mayúsculas, como también se escribe con mayúsculas INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN y MODERNIZACIÓN.

La innovación en UNIPRO-Perelló se vive al día. Se innova cada vez que uno se calza para ir al trabajo, al campo, a los invernaderos, a la central Cooperativa. Se innova con



Vicent Villegas

ilusión porque la Cooperativa es una organización sólida y vertebrada que respalda los pasos de cada agricultor socio.

La innovación nace en no pocas ocasiones de la necesidad derivada de situaciones difíciles y soluciones complejas.

A finales de la década de los años 80 del pasado siglo XX la situación de la agricultura en la zona era muy delicada, como lo era también la de la Cooperativa. En un golpe de efecto la Cooperativa decidió apostar por los cultivos orientales como una alternativa y un complemento a los cultivos tradicionales de la horticultura valenciana (tomate y sandía eran muy representativos en esta zona, y otros como pimienta, berenjena o patata).

Los suelos estaban agotados, cansados de “siempre lo mismo” y enfermos. Los desinfectantes cada vez eran menos efectivos y los agricultores cada vez se gastaban más dinero en el cultivo; pero no obtenían mejores resultados de las cosechas, ni en producción, ni en calidad, ni en precios.

El Protocolo de Montreal (elaborado en 1987 bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio

Ambiente, entró en vigor el 1 de enero de 1989) anunciaba a principios de los 90 la retirada paulatina del bromuro de metilo, el desinfectante de amplio espectro más utilizado. En fin, el panorama no era alentador.

La cooperativa, lejos de “arrugarse”, sacó pecho y comenzó a desarrollar de forma programada los cultivos orientales, diversificando el sistema productivo con estas rotaciones que permitían sanearlo y reducir el empleo de desinfectantes.

A la par, de la mano de los investigadores más prestigiosos, liderados por el doctor Antonio Bello, profesor de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y, en aquella época, director del laboratorio de referencia de nematodos del Ministerio de Agricultura, comenzó a desarrollar una línea sostenible de manejo del suelo mediante técnicas ambientalmente positivas. Todo este trabajo de investigación aplicada y participativa, en estrecha colaboración con los agricultores –(¿cómo no recordar los desvelos de Curro, Esteve, Emilio, Miguel y algún otro socio cuando estaban en plena transición!)– y los técnicos de la cooperativa, ha derivado con los años en la reconocida técnica de la biodesinfección, que resumido a mi manera es algo así como “el empleo de materia orgánica para sanear el cultivo”.

Trabajo que, como bien saben ustedes, ha sido objeto de múltiples publicaciones científicas, premios y reconocimientos. Trabajo también que ha sido esencial para el desarrollo sostenible de nuestro modelo productivo; que ha facilitado la obtención por la Cooperativa de la Certificación de Calidad del Parque Natural de La Albufera; y, ¡cómo no!, que ha contribuido notablemente para que esta noche UNIPRO-Perelló esté ante ustedes.

También quiero referirles el Reconocimiento obtenido por UNIPRO-Perelló en 2013 en que fue distinguida como la mejor Cooperativa Agroalimentaria de la Comunitat Valenciana, por la Confederació de Cooperatives de la Comunitat Valenciana, con motivo de la celebración del 91 día mundial del cooperativismo, movimiento vertebrador de la economía social.

UNIPRO-Perelló cuenta en la actualidad con 232 socios, de los cuales, 80 son productores, que se encargan de abastecer los mercados europeos más exigentes con una amplia gama de productos orientales que cultivan en los ciclos de otoño-invierno; y el mercado interior con productos del terreno que se cultivan en la temporada de primavera-verano. Todos ellos han logrado que la Cooperativa alcance una cifra de negocio de 8.862.393 € en el ejercicio 2013. A todos ellos nuestro recuerdo y agradecimiento.

No puedo despedirme sin agradecer también a toda la plantilla de profesionales que forman parte de la Cooperativa: técnicos, comerciales, personal de administración, de las tiendas, ... y de forma muy especial al director, José Luis

Beltrán Marco, que capitanea el equipo desde hace más de seis lustros; a mis compañeras y compañeros del Consejo Rector que son mis cómplices para acatar los mandatos de la Asamblea de Socios; y a Emilio Martínez, el presidente que me precedió en el cargo, el que, con gran generosidad, me ha enseñado la esencia de la Cooperativa y de la Cooperación, el que ha dejado un ADN especial en la empresa, fruto de más de 20 años de dedicación sin fisuras.

Con el firme compromiso de seguir trabajando para compatibilizar ciencia, calidad y medio ambiente, reitero el agradecimiento de la Cooperativa UNIPRO-Perelló a la Asociación Española de Científicos por este Reconocimiento.

VICENT VILLEGAS
Presidente de UNIPRO Perelló

Placa de Honor de la AEC-2014 concedida a Flexbrick

FLEXBRICK, empresa del sector de la arquitectura que se dedica al diseño, fabricación e instalación de tejidos cerámicos en la edificación, es una joven empresa consorciada por MALPESA y PIERA, dos reconocidos fabricantes de materiales de construcción de la arcilla cocida y miembros de la asociación HISPALYT que ya en ediciones anteriores tuvo la AEC de galardonar por su apoyo a la I+D+i con estos materiales tan antiguos como la humanidad y relativamente “modestos” en comparación con materiales del siglo XXI pero que siguen aportando soluciones constructivas cada vez más punteras en este comienzo del siglo ya de internet y de la investigación planetaria. MALPESA está ubicada en Jaén, y más en concreto en Bailén, y PIERA en Hostalets de Pierola, en Cataluña, a la que tenemos el gusto de galardonar con la Placa de Honor AEC-2014 por sus méritos en I+D+i por sus desarrollos y comercialización de sistemas constructivos altamente innovadores y realizados con materiales cerámicos. Esta empresa es un magnífico ejemplo de que el sector de la construcción sigue investigando a pesar de la reciente crisis y de que gracias a un buen trabajo de investigación científica desarrollado por el también joven profesor Vicente Sarrablo, doctor arquitecto, director de la Cátedra Cerámica de la Universidad Internacional de Cataluña, es posible entroncar el trabajo de investigación con el producto final y su comercialización. El sistema FLEXBRICK es un sistema constructivo que permite revestir y rehabilitar construcciones con un “tejido cerámico” de materiales de arcilla cocida con versatilidad de diseños y aportando soluciones prácticas y de relativa facilidad de instalación a los edificios y lugares públicos. Su uso y aplicaciones cuentan ya con numerosas realizaciones de las que ya disfrutaban los ciudadanos, tanto en Cataluña, como en otras regiones españolas y también en ciudades europeas como es el caso de Toulouse y de Montpellier, en donde se ha aplicado con éxito este sistema tanto en la realización de aparcamientos como en jardines con un resultado estético



Lluís Pinardel y Jesús María Rincón

francamente sorprendente y amigable con el entorno. Por tanto, nuestra felicitación no sólo a Vicente Sarrablo (“el padre de este innovador sistema”) y su grupo de investigación en la Escuela de Arquitectura de la UIC, así como también al director, presente en este acto y a los técnicos que le acompañan, como Jaume Colom. Igualmente desde la AEC queremos hacer extensiva esta felicitación a los trabajadores de esta joven y emprendedora empresa, que saben que dedicando su trabajo en una empresa altamente innovadora, su empleo podrá estar garantizado en un mundo como el actual cada vez más competitivo. Para terminar desearía recordar las palabras del Profesor Adell-Argiles, también catalán de la Escuela Superior de Arquitectura de la UPM en Madrid que en un reciente acto del 80 aniversario del IETcc dedicado a los vidrios y materiales cerámicos expresó de manera muy hermosa lo siguiente respecto al sistema FLEXBRICK, que : “ ...la magia de sus nuevas fachadas o interiores, cautiva a los arquitectos que quedan prendidos en su “tela de araña” de cerámica flexible , lo que le augura un gran futuro...” y añadió más adelante (extracto de Acta Científica y Tecnológica , Nº.23, páginas 4,5 del pasado año 2014)...”...Sarrablo, como una nueva estrella en el firmamento nos acaba de presentar un nuevo hito con sus tejidos cerámicos ...donde gracias a una urdimbre de acero, es capaz de crear el armazón suficiente para jugar con superficies planas o de una curvatura en cualquier disposición espacial, abriendo así un campo inesperado y sorprendente en el uso de la cerámica en la arquitectura...”. Así pues, nos

congratulamos con la concesión de este galardón deseando que sea un buen ejemplo para otras empresas españolas en donde el cambio de la innovación ya se va notando.

JESÚS MARÍA RINCÓN
Profesor de Investigación del CSIC-IETcc

Respuesta del galardonado

En primer lugar quiero agradecer, en nombre de todo el equipo de FLEXBRICK, a la AEC no sólo el hecho de que nos hayan otorgado esta placa de honor, sino también de que una asociación científica de este nivel se haya fijado en el sector de la construcción para otorgar un premio. Eso quiere decir que a pesar de la situación del mundo de la construcción está aún activo, por lo menos en lo que se refiere a I+D.

Quiero aprovechar la ocasión que me brinda la AEC en esta entrega de la placa de honor, para reivindicar la investigación aplicada. Tanto FLEXBRICK, como los proyectos que se han presentado hoy aquí son la demostración palpable de que se puede investigar con el objetivo de obtener productos que tengan aplicación en nuestro día a día, en nuestro trabajo, productos que sirvan en realidad para hacernos la vida mejor, productos que le resulten interesantes a nuestra industria, que vea en ellos una posibilidad de mejorar, de



Lluís Pinardel

crecer y por tanto de explotarlos y comercializarlos, ya que es al fin y al cabo la manera en que la investigación se transforma en algo que alcanza a toda la sociedad.

Creo que es muy importante que los centros de investigación, los centros tecnológicos, la comunidad investigadora al

fin y al cabo, esté cerca de la industria, pienso sinceramente que la estrecha colaboración entre los diferentes agentes (centros tecnológicos, centros de investigación, administración, industria, universidades, etc.) es la mejor manera de transformar el conocimiento en elementos que aporten mejoras a nuestra sociedad.

En ese sentido, FLEXBRICK es un ejemplo de ello y de cómo la colaboración, en este caso de profesionales de la arquitectura (el doctor arquitecto Vicente Sarrablo y el arquitecto Jaume Colom) de la ingeniería (el doctor ingeniero de caminos, Pere Roca); universidades (UPC y UIC); la administración (Ministerio de Ciencia y Tecnología); Asociaciones empresariales (HISPALYT) y la industria (Cerámica Piera y Cerámica Malpesa), en este último caso se trata de dos empresas ladrilleras que además son competencia directa, han sabido ponerse de acuerdo para dar un paso adelante, trabajar juntos y llegar a lo que hoy es una realidad, FLEXBRICK. Es por tanto un caso de colaboración a varias bandas que ha tenido como resultado la transformación de una idea inicial, en un proyecto y finalmente en el desarrollo de un producto, de un sistema constructivo único y diferente, que aporta grandes ventajas al mundo de la construcción y por tanto a la sociedad en general.

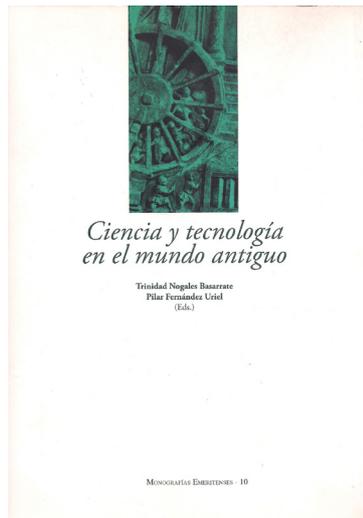
Finalmente, decirles que sin la colaboración de todas y cada una de las "piezas" que he citado, de todas y cada una de las partes que han intervenido en el desarrollo de FLEXBRICK, FLEXBRICK no hubiera sido posible y que mi deseo es que nuestro caso sirva de ejemplo a otros, especialmente al mundo de la industria de los materiales de construcción para que se animen a establecer alianzas de colaboración con otros agentes y que nos dejemos de recelos y de egocentrismos que muchas veces truncan grandes proyectos

Muchas gracias.

LLUIS PINARDEL
Director de FLEXBRICK



Personalidades en el acto de entrega Placas de honor 2014



ÍNDICE

- 13 PRESENTACIÓN. Miguel Padilla Suárez
- 15 PRESENTACIÓN. Trinidad Nogales Basarrate y Pilar Fernández Uriel
- 17 CIENCIA y TECNOLOGÍA. EL ANTIGUO EGIPTO y SU VISIÓN CIENTÍFICA. Antonio Pérez Largacha
- 37 LA TÉCNICA MILITAR EN EL MUNDO ANTIGUO. Rubén Sáez Abad
- 67 LA VISIÓN CIENTÍFICA EN EL MUNDO GRIEGO Paloma Cabrera
- 91 EL CALENDARIO ROMANO. Javier Cabrero Piquero
- 117 CIENCIA y TÉCNICA DE GALENO: LA MEDICINA EN EL MUNDO ANTIGUO. Pilar Fernández Uriel
- 143 SALUS ROMANA: CIENCIA y TÉCNICA EN EL TERMALISMO ANTIGUO. María J. Peréx Agorreta
- 157 EDILICIA ROMANA. UN ARTE AL SERVICIO DE LA TÉCNICA. Lourdes Roldán Gómez
- 177 LA CONSTRUCCIÓN DE CALZADAS Y PUENTES EN LA HISPANIA ROMANA. José María Álvarez Martínez
- 201 LÉXICO y LENGUAJE DE LA CIENCIA Y LA TÉCNICA EN EL MUNDO ROMANO. EN TORNO AL LÉXICO DE LA CONSTRUCCIÓN. Isabel Velázquez
- 229 INGENIERÍA HIDRÁULICA Y RELIGIÓN: UN ENFRENTAMIENTO EN ÉPOCA DE TIBERIO. Santiago Montero
- 241 LAS EXPLOTACIONES MINERAS ROMANAS. EN HISPANIA Julián González
- 265 TÉCNICAS ROMANAS EN LA MINERÍA DEL ORO EN ASTURIAS. Narciso Santos Yanguas
- 281 TECNOLOGÍA y COMERCIO EN EL MEDITERRÁNEO: LA MIRADA DEL PASADO AL PRESENTE. Isabel Roda
- 299 TÉCNICA EN AUGUSTA EMERITA: OBSERVACIONES y NOTAS. Trinidad Nogales Basarrate
- 333 DIRECCIONES

Ciencia y tecnología en el mundo antiguo

TRINIDAD NOGALES Y PILAR FERNÁNDEZ URIEL

Monografías Emeritenses-10

Ed. Ministerio Cultura- MNARM-Fundación de Estudios Romanos, Mérida (Badajoz) (2008)

ISBN: 978-84-612-3087-7

La monografía que presentamos fue editada hace unos siete años (2008) por el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida (MNAR) y es oportuno realizar esta revisión bibliográfica por haber descubierto recientemente el gran interés que puede tener para los lectores de nuestra revista Acta Científica y Tecnológica. La AEC no sólo defiende la promoción de la Ciencia y Tecnología actual, lo que ahora se llama: I+D+i, en el tejido social y económico español, sino además los orígenes históricos en nuestro país y en la Península Ibérica. Así, esta monografía que es consecuencia de un curso de verano celebrado previamente por la UNED-Mérida y el MNAR, recoge las lecciones de dicho curso impartidas por destacados especialistas con ejemplos muy concretos de logros tecnológicos y también científicos en el mundo antiguo desde el antiguo Egipto, pasando por la civilización antigua de Grecia y la más moderna de Roma que tiene una relevancia especial en la ciudad de Emérita Augusta.

Son un total de 14 capítulos con dos prólogos o prefacios de Miguel Padilla Suárez, director del Centro de la UNED-Mérida y por Trinidad Nogales, Consejera de Cultura y Educación de la Junta de Extremadura en la reciente legislatura autonómica (2011- 2015) y Pilar Fernández Uriel, ambas además conservadoras del MNARM. En un total de 330 páginas, incluyendo al final un directorio de los autores, que será de gran utilidad para aquéllos que quieran recabar más información sobre los temas expuestos. Contiene un total de 70 figuras bien seleccionadas y muy ilustrativas de los textos, así como un total de 224 referencias bibliográficas al final de varios capítulos. Lo cual no excluye que la mayoría de los capítulos contengan en pie de página numerosas Notas y referencias adicionales. Sin desmerecer las aportaciones de otros capítulos, queremos destacar las 88 Notas y referencias que incluye el capítulo dedicado a la Construcción de Calzadas y Puentes en el mundo romano por el director del MNAR, profesor José María Álvarez y las 219 notas recogidas en el capítulo final dedicado a la Técnica (ahora diríamos Tecnología) en Augusta Emérita cuya autora es Trinidad Nogales. Es de destacar por el gran interés que tiene respecto a la catalogación de restos tecnológicos de la civilización romana, el capítulo de Julián González que incluye un catálogo de 173 minas romanas en Asturias.

En resumen, todos los capítulos tienen un gran interés para aquéllos que les interese seguir la Historia de la Tecnología desde sus orígenes que no es otra cosa que consecuencia del desarrollo del conocimiento científico y que como bien demuestra y muestra el profesor Sánchez Ron en su libro más destacado da idea clara de que "El Poder de la Ciencia" ha estado íntimamente unido al desarrollo de las civilizaciones, al menos de las que más han influido a lo largo de la Historia y que por un efecto acumulativo y progresivo a pesar de tanta destrucción en algunas épocas han dado lugar al mundo desarrollado en el que actualmente nos encontramos en el siglo XXI.

JESÚS MARÍA RINCÓN

Presidente de la AEC

Profesor de Investigación del CSIC-IETcc



“Veo el universo un poco más pequeño”

La manera de ver el futuro puede ser mirando las estrellas. Sólo así comprenderemos la misión de SENER en ingeniería aeroespacial: hacer más accesible el universo. Y facilitar el vuelo de satélites y vehículos espaciales, como venimos haciendo desde antes de que el hombre pisara la luna. Y conquistar el cielo sobre las alas de nuestras soluciones

aeronáuticas. O regresar a la tierra para desarrollar tecnologías y productos de concentración solar fotovoltaica, y tecnologías de defensa y seguridad. Incluso explorar lo más profundo del ser humano con nuestros avances en robótica médica, que amplían las posibilidades de la cirugía.



La manera de ver el futuro