

**MARÍA BLANCO**

**Directora General del CNIO**

Director General of CNIO

**PEDRO GARCÍA BARRENO**

**Catedrático de Fisiopatología y Propedéutica**

**Quirúrgicas**

Professor of Physiopathology and Propaedeutics  
in Surgery

**INGENIERÍA BIOMÉDICA**

**BIOMEDIC ENGINEERING**

# VÉRTICES

LA REVISTA DEL CIEMAT

Diciembre 2011 • Nº 15

# VÉRTICES

LA REVISTA DEL CIEMAT

-  **Editorial** 2
-  **Entrevista** 4
- MARÍA A. BLANCO  
*Directora general del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO)*  
*Director General of the National Center for Oncological Research (CNIO)*
-  **El CIEMAT** 8
- Noticias  
*News*
-  **Artículos de fondo** 20
- El lenguaje científico y la metrología  
*Scientific language and metrology*  
- D. DEL CAMPO MALDONADO,  
B. MARTÍN BLASCO, E. PRIETO ESTEBAN 20
- Herramientas para elaborar métodos de CAD del cáncer de mama  
*Tools for building Breast Cancer CAD methods*  
- Guillermo DÍAZ-HERRERO, Jose Miguel FRANCO-VALIENTE, César SUÁREZ-ORTEGA, Manuel RUBIO DEL SOLAR, Raúl RAMOS-POLLÁN, Miguel Ángel GUEVARA-LÓPEZ, Naimy GONZÁLEZ DE POSADA Isabel RAMOS, Joana LOUREIRO 25
- Células Madre y sangre: ¿De dónde venimos y .... dónde vamos a parar?  
*Stem Cells and Blood: Where have we come from ... and where are we going?*  
- Juan A. BUEREN 29
- Ratones humanizados: la importancia de modelos experimentales preclínicos en las investigaciones biomédicas  
*Humanized mice: the importance of preclinical experimental models in biomedical research*  
- José Luis JORCANO NOVAL 35
-  **Firma invitada** 41
- Catedrático de Fisiopatología y Propedéutica Quirúrgicas en la UCM  
*Professor of Physiopathology and Propaedeutics in Surgery at the Complutense University in Madrid*  
- Pedro GARCÍA BARRENO
-  **I+D+i en España y el Mundo** 44
-  **Nuestros profesionales** 51
- Lucila IZQUIERDO ROCHA
-  **Publicaciones** 56

[www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)

**EDITA:**

**CIEMAT**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

Avenida Complutense, 40  
28040 Madrid (España).  
Tel.: +34 91 346 60 00/01 (centralita).  
Fax: +34 91 346 60 05 (central).  
E-mail: [revista@ciemat.es](mailto:revista@ciemat.es)

**DIRECTOR GENERAL:** Cayetano López Martínez

**COMITÉ CIENTÍFICO-TÉCNICO:**

**Coordinadora:** Margarita Vila Pena.  
**Vocales:** Begoña Bermejo, Marcos Cerrada, Javier Domínguez Bravo, Miguel Embid, Amparo Glez. Espartero, Carmen Martín, Fernando Martín Llorente, Isabel Redondo, Juan Carlos Sanz y Enrique Soria.

**COORDINACIÓN Y EDICIÓN:** Grupo Senda

C/ Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid.  
Tel.: +34 91 373 47 50 - Fax: +34 91 316 91 77  
E-mail: [revistaciemat@gruposenda.net](mailto:revistaciemat@gruposenda.net)

**PUBLICIDAD:** PLAN B Comunicación Integral  
E-mail: [revistaciemat@planbcomunicacion.com](mailto:revistaciemat@planbcomunicacion.com)

**ARCHIVO FOTOGRÁFICO:** CIEMAT-GRUPO SENDA

**IMPRIME:** IMGRAF. S.L.

**DEPÓSITO LEGAL:** M-46799-2006

**ISSN:** 1887-1461

**NIPO:** 471-11-029-1

## La Alianza para la Investigación y la Innovación Energéticas (ALINNE)

## The Alliance for Energy Research and Innovation (ALINNE)



**Cayetano López Martínez**  
Director general del CIEMAT  
*Director General of the CIEMAT*

El sector de la energía, y más en particular el de las energías renovables, ha sido uno de los más dinámicos en la última década, conformándose nuestro país como una de las referencias a tener en cuenta en el entorno internacional. Las causas de que se produjera un fenómeno tan poco usual en nuestra historia industrial y tecnológica se encuentran en la convergencia de, al menos, tres factores: voluntad política de los poderes públicos traducida en legislación y apoyos económicos, un potente sector empresarial que ha sido capaz de aprovechar este marco e internacionalizar su oferta, y la existencia de centros de investigación que llevaban años trabajando en el desarrollo de tecnologías energéticas renovables y que han interactuado de forma fructífera con las empresas.

En la actualidad, los actores de la investigación y la innovación en nuestro país hacen un meritorio esfuerzo que se traduce en esa posición de privilegio en el mercado mundial, pero es notorio que existen factores que impiden el salto adelante que necesitamos dar de modo decidido y urgente. Entre otros, la falta de una coordinación eficaz entre el sector privado y la administración, de forma que algunas de las iniciativas públicas para fomentar la actividad innovadora pueden no ser las más eficaces cuando se confrontan con la realidad del sector empresarial; descoordinación entre distintos sectores de la propia administración, debido a que en el campo energético confluyen varios departamentos, no siempre concertados en sus respectivas competencias; escasez de recursos, agravada la situación por la crisis económica y fiscal, en los organismos públicos que deben mantener una actividad sólida y de primer nivel mundial para ser útiles al sector productivo; descoordinación en nuestra presencia en los foros internacionales en los que se discuten iniciativas y programas de apoyo a la innovación, con el resultado de que nuestro país no tiene en esos foros la fuerza y la capacidad de influencia que correspondería a su papel en el desarrollo de las energías renovables, etc. En definitiva, un conjunto de circunstancias que resulta imprescindible corregir si no queremos perder rápidamente la ventaja comparativa que hemos cobrado en el mercado mundial.

Este es el contexto en el que surge la Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas (ALINNE). Se trata de una iniciativa surgida del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) cuyo propósito es lograr la coordinación de todos los actores dentro del campo de la innovación relacionada con la Energía. El pasado 30 de junio, la ministra Cristina Garmendia presentó públicamente la alianza acompañada por los presidentes de las empresas energéticas más importantes de nuestro país, así como representantes del sector público con competencias en la innovación energética. Allí se puso en marcha el Comité Ejecutivo de la alianza, que ha celebrado hasta el día de hoy tres reuniones, que deberá marcar el rumbo de los trabajos, constituir y definir las tareas de los diferentes comités delegados y, en general, actuar como su máximo responsable. El Comité Ejecutivo está formado, inicialmente, por 22 personas, la mitad de las cuales son representantes cualificados de las empresas más importantes del sector (nueve grandes empresas y dos PYME seleccionadas en base a parámetros objetivos de esfuerzo en I+D+i relacionado con la energía) y la otra mitad representantes

*The energy sector, and more specifically the renewable energy sector, has been one of the most dynamic industries in the last decade, with our country becoming one of the references to be accounted for on the international scene. The reasons behind such an unusual phenomenon in our industrial and technological history lie in the convergence of at least three factors: the political will of the public powers which has resulted in financial support and legislation, a powerful business sector that has been able to take advantage of this framework and internationalize its offering and the existence of research centers that for years have been working on the development of renewable energy technologies and have fruitfully interacted with enterprise.*

*The research and innovation players in our country are currently making a commendable effort to maintain that privileged position on the international market, but it is evident there are factors that are preventing the leap forward that we need to urgently and decisively make. These include the lack of effective coordination between the private sector and the administration, meaning that some public initiatives to encourage innovative activities may not be all that effective when they clash with the reality of the business sector; lack of coordination between different sectors of the administration proper because of the presence of various energy-related departments that do not always coordinate their respective competences; shortage of resources, aggravated by the economic and fiscal crisis, in the public bodies that should be maintaining a strong, world-class activity that is useful to the productive sector; lack of coordination of our presence in international forums where innovation support initiatives and programs are discussed, with the result that our country does not have the power and influence that it should, considering its role in the development of renewable energies, etc.*

*This is the context that has given rise to the Alliance for Energy Research and Innovation (ALINNE). This is an initiative launched by the Ministry of Science and Innovation (MICINN) whose purpose is to coordinate all the players in the field of energy-related innovation. On June 30, Minister Cristina Garmendia publicly presented the Alliance accompanied by the presidents of our country's leading energy companies and representatives of the public sector with energy innovation responsibilities. The Executive Committee of the Alliance, which was announced on the same day and has held three meetings to date, will chart the course of the work, set up and define the tasks of the different Delegate Committees and, in general, act as its senior authority. The Executive Committee is initially formed by 22 people, half of whom are qualified representatives of the most important companies in the sector (9 large enterprises and 2 SMEs selected on the basis of objective parameters of energy-related R&D&I) and the other half representatives of the public or academic sector with proven competences or activities in energy research and innovation.*



del sector público o académico con competencias o actividad probada en investigación e innovación energéticas. La presidencia de dicho comité recae en el director general del CIEMAT, como el Organismo Público de Investigación de referencia en el ámbito energético en nuestro país.

En una primera aproximación, se han agrupado el conjunto de las finalidades previstas de la alianza en tres líneas que son las que servirán para definir los primeros tres comités delegados del Comité Ejecutivo que se constituirán en el último trimestre del año. Estas líneas son:

Estrategia, entendiendo por tal el estudio de las prioridades del sector, las líneas básicas de desarrollo tecnológico que interesan a nuestro país, los criterios que deben informar las acciones de apoyo a la innovación energética por parte de las administraciones públicas y, en general, cualquier tipo de informe, diagnóstico, hoja de ruta o recomendación que se considere pertinente a la hora de optimizar los recursos movilizados o movilizar nuevos, actuando dónde y cómo resulte más eficiente el uso de estos recursos. El Comité Delegado de Estrategia sería así una especie de *think tank* en materia de investigación e innovación energéticas. El MICINN, por su parte, tendrá en cuenta las recomendaciones o los análisis del Comité Delegado de Estrategia a la hora de diseñar los distintos programas de financiación y apoyo a las actuaciones en I+D+i en energía.

Internacionalización, que promoverá la actuación coordinada en los organismos internacionales en los que, actualmente, se expresan posiciones dispersas por parte de los distintos representantes españoles. Es clara la importancia de este Comité en relación con los desarrollos futuros del SET-Plan así como en la preparación del octavo Programa Marco de la UE.

Coordinación, en la línea de definir y configurar proyectos conjuntos, especialmente entre los sectores público y privado, de acuerdo con las prioridades surgidas del Comité Delegado de Estrategia. Deberá también contribuir a buscar financiación específica para estos proyectos y promover una especie de "label" de proyectos Alianza, en la línea de lo que hace EERA (*European Energy Research Alliance*). Está por definir el alcance de los efectos de dicho "label", y es algo que habrá que debatir y proponer a los organismos que apoyan y financian la investigación en energía.

Los tres comités delegados así concebidos inicialmente estarán formados por representantes de las instituciones presentes en el Comité Ejecutivo, pero también de otras que no pertenecen a dicho comité, e incluso personalidades que sean invitadas a título personal debido a sus conocimientos en la materia y el convencimiento de que sus contribuciones serán positivas en los trabajos que vayan a acometer los comités delegados.

Por otra parte, se ha considerado que, siendo el sector de la innovación en energía mucho más amplio que los componentes del Comité Ejecutivo e incluso que este y las instituciones o personas que puedan estar presentes en los comités delegados, es preciso dar entrada en el proyecto a muchas otras entidades públicas, privadas o académicas que, sin duda, lo enriquecerán y que encontrarán útil conocer de primera mano las actividades de la alianza y contribuir a ellas. Se trata de la categoría de miembros de la alianza para los que se pondrán en marcha instrumentos de información y participación, en particular un encuentro anual en el que se presenten y discutan las iniciativas de la alianza.

Se trata, como se ha visto en este somero repaso de lo que no es, por el momento, más que un esquema en sus primeras fases, de un proyecto ambicioso e ilusionante, que puede cambiar las condiciones en las que se planean, definen y ejecutan los programas y proyectos de investigación e innovación en el campo energético. También se habrá comprendido fácilmente que es un proyecto complejo y difícil de llevar a efecto. En particular requerirá la buena voluntad de todas las partes implicadas, un ánimo constructivo que ha sido patente en la primera reunión formal del Comité Ejecutivo, y la disposición a contribuir generosamente a los trabajos que se proyecten. En mis contactos con muchas de las personas que han de jugar un papel decisivo en la alianza, he encontrado esa disposición que, estoy convencido, conviene hoy al conjunto del sector y es básica para dar el salto adelante que exige la evolución tecnológica e industrial en el campo de la energía.

*This Committee is chaired by the Director General of CIEMAT, as the Public Research Body of reference for energy R&D&I in our country.*

*In a first approach, all the envisaged aims of the Alliance have been divided into three lines which will serve to define the first three of the Executive Committee's Delegate Committees that will be set up during the last quarter of the year. These lines are as follows:*

*Strategy, which is understood to be the study of the sector's priorities, the basic lines of technological development that interest our country, the criteria that should inform energy innovation support actions by the public administrations and, in general, any kind of report, diagnosis, road map or recommendation that is considered to be pertinent when optimizing mobilized resources or mobilizing new ones, acting where and how the use of those resources is most efficient. The Strategy Delegate Committee would be akin to a think tank in matters of energy research and innovation. The MICINN will, on its part, take into consideration the recommendations or analyses of the Strategy Delegate Committee when designing the different funding and support programs for energy R&D&I.*

*Internationalization, which will promote coordinated action in the international bodies in which disparate opinions are currently expressed by the different Spanish representatives. It is obvious how important this Committee will be for future developments of the SET-Plan and for preparation of the 8th EU Framework Program.*

*Coordination, in the sense of defining and setting up joint projects, especially between the public and private sectors, in accordance with the priorities defined by the Strategy Delegate Committee. This area should also help to find specific funding for these projects and promote a kind of Alliance project label, along the lines of what EERA (European Energy Research Alliance) does. The scope of the effects of this label is still to be defined, and this is something that will have to be debated and proposed to the bodies that support and fund energy research.*

*The three Delegate Committees thus conceived will initially be formed by representatives of the institutions with a seat on the Executive Committee, but also by others that do not belong to the EC, and even by personalities who receive a personal invitation because of their expertise in the field and the conviction that their contributions to the work to be undertaken by the Delegate Committees will be positive.*

*On the other hand, it has been considered that, since the reach of the energy innovation sector is much broader than the components of the Executive Committee and even of the institutions or people that may form the Delegate Committees, many other public, private and academic entities must be allowed into the project because they will undoubtedly enrich it and will find it useful to have first-hand knowledge of the Alliance activities and contribute to them. This is the category of Alliance members for which instruments of information and participation will be implemented, in particular an annual meeting where the Alliance initiatives will be presented and discussed.*

*As seen in this brief description, this alliance at the moment is no more than an outline in its early phases of an ambitious, exciting project that could change the conditions under which research and innovation programs and projects in the energy field are planned, defined and executed. It is also obvious that it is a complex project that will be hard to implement. In particular, it will require the good will of all the involved parties, a constructive spirit that has been evident in the first formal meeting of the Executive Committee and a disposition to generously contribute to the work to be carried out. In my contacts with many of the people who are set to play a decisive role in the Alliance, I have found that disposition which I believe is needed today in the sector as a whole and is essential to make the leap forward required by technological and industrial evolution in the field of energy.*

# María A. Blasco

María A. Blasco es doctora en Bioquímica y Biología Molecular por la Universidad Autónoma de Madrid.

Tiene una amplia experiencia profesional como investigadora desde 1989 cuando comenzó a preparar su doctorado bajo la supervisión de la doctora Margarita Salas en el Centro de Biología Molecular (Madrid), donde realizó investigación postdoctoral así como en el Cold Spring Harbor Laboratory de Nueva York bajo la supervisión de la doctora Carol W. Greider.

En 1997 comenzó a trabajar como investigadora del CSIC en el Centro Nacional de Biotecnología de Madrid y, en 2003, se incorporó al Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) como jefa del Grupo de Telómetros y Telomerasa pasando posteriormente a ser la directora del Programa de Oncología Molecular.

Es en 2005 cuando ocupa el puesto de vicedirectora de Investigación Básica y, en la actualidad, es la directora de Investigación Básica del CNIO.

## **DIRECTORA GENERAL**

**El pasado mes de junio asumió la dirección general del CNIO. ¿Cuáles han sido sus objetivos fundamentales en estos primeros meses de gestión?**

Además de garantizar la excelencia de la investigación sobre las causas moleculares y genéticas del cáncer en base a la calidad de un equipo de más de 500 investigadores y a los recursos presupuestarios que gestiona, la nueva dirección del CNIO se ha marcado como objetivo estratégico trasladar los descubrimientos científicos del CNIO a la prevención, diagnóstico y tratamiento del cáncer a través de los programas científicos de investigación translacional: el Programa de Patología Molecular, el Programa de Genética del Cáncer Humano, y el reciente creado Programa de Investigación Clínica. Mientras que los dos primeros programas están centrados en buscar maneras más efectivas de diagnosticar y prevenir el cáncer, el Programa Clínico se centrará en el tratamiento de pacientes de cáncer con las terapias más novedosas.



## **PROGRAMAS CIENTÍFICOS**

**El CNIO es un centro de referencia en el campo de la investigación en materia de cáncer. ¿Cuáles son los programas más importantes actualmente en marcha?**

Podemos resaltar, por un lado, el Programa de Investigación Clínica, dirigido por Manuel Hidalgo, que acerca el CNIO a los hospitales para que nuestras investigaciones se traduzcan en ensayos clínicos con pacientes. Por otro, tanto el Programa de Genética Humana, dirigido por Javier Benítez y como el Programa de Patología Molecular, dirigido por María Soledad Soengas, son clave para avanzar en el diagnóstico y prevención del cáncer. También son muy importantes los programas

de Investigación Básica, tales como el Programa de Oncología Molecular del cual he sido directora desde su creación y el Programa de Biología Celular del Cáncer, dirigido por Erwin Wagner, del CNIO.

**¿En qué situación se encuentra el estudio de los telómeros, a los que ha dedicado una parte importante de su trayectoria como investigadora? ¿Realmente podremos atajar el proceso de envejecimiento?**

Se sigue profundizando en el conocimiento de los telómeros y su incidencia en el desarrollo de diversas enfermedades como distintos cánceres, enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares. El futuro de la investigación de los telómeros será explotar el potencial de la telomerasa en ayudar a prevenir o tratar enfermedades asociadas al envejecimiento de nuestro organismo, así como en los tratamientos que suprimen la enzima telomerasa para combatir el cáncer.

Más que atajar el envejecimiento, el objetivo es prolongar el tiempo en que nos encontremos libres de enfermedades asociadas con la vejez. De momento esto se logra como media hasta los 40 ó 50 años. El reto es elevar esa media a los 60, 70, 80 años ...

**¿Qué relaciones mantienen con otros organismos similares en el mundo?**

Mantenemos estrechas relaciones con los mejores centros de investigación del mundo. No obstante, también queremos fortalecer la colaboración del CNIO con otros centros de investigación del cáncer, sociedades médicas/científicas y con universidades en España y a nivel internacional, a través de todos nuestros programas de investigación.

**¿Cómo afecta la actual situación de crisis a los programas de investigación del CNIO?**

De momento la buena gestión del CNIO garantiza que los proyectos que están en marcha seguirán su curso. No obstante, y de cara al futuro, tenemos que insistir en el mantenimiento de la inversión pública para luchar contra el cáncer así como la constante diversificación de las fuentes de financiación incluyendo la decidida participación del sector privado. En este sentido, me gustaría destacar que hemos creado un área de transferencia de tecnología lo que permitirá la transferencia, vía patentes, de los descubrimientos y moléculas encontradas por el CNIO a empresas biomédicas y farmacéuticas (o a empresas nuevas que se generen a partir del CNIO) para el desarrollo de fármacos y aplicaciones clínicas para el diagnóstico, prevención y el tratamiento del cáncer.

## LA FORMACIÓN

**Una de las acciones más desarrolladas por CNIO es la formación de investigadores. ¿Cómo ha evolucionado el interés de los jóvenes por esta preparación en los últimos años?**

El CNIO es capaz de atraer a los mejores investigadores. Entre los jóvenes el atractivo del CNIO ya es internacionalmente

*Maria A. Blasco has a doctorate in Biochemistry and Molecular Biology from the Autonomous University of Madrid.*

*Her professional experience as a researcher dates back to 1989, when she began to prepare her doctoral dissertation under the supervision of Dr. Margarita Salas in the Molecular Biology Center (Madrid), where she did post-doctoral research, and in Cold Spring Harbor Laboratory of New York under the supervision of Dr. Carol W. Greider.*

*In 1997, she began to work as a CSIC researcher in the National Biotechnology Center of Madrid, and in 2003 she joined the National Center of Oncological Research (CNIO) as head of the Telomere and Telomerase Group. She later became the director of the Molecular Oncology Program.*

*In 2005 she was appointed vice-director of Basic Research, and at present she is the director of Basic Research at the CNIO.*

## DIRECTOR GENERAL

**Last June you took over as director general of the CNIO. What have your primary objectives been in these first few months of management?**

*In addition to guaranteeing the excellence of the research into the molecular and genetic causes of cancer, based on the quality of a team of more than 500 researchers and its budgetary resources, the new CNIO management has set a strategic goal of transferring the scientific discoveries of the CNIO to the prevention, diagnosis and treatment of cancer via the translational scientific research programs: the Molecular Pathology Program, the Human Cancer Genetic Program and the recently created Clinical Research Program. While the two former programs focus on finding more effective ways of diagnosing and preventing cancer, the Clinical Program will focus on the treatment of cancer patients with the most innovative therapies.*

## SCIENTIFIC PROGRAMS

**The CNIO is a reference center in the field of cancer research. What are the most important programs currently under way?**

*On one hand we have the Clinical Research Program, directed by Manuel Hidalgo, which reaches out to hospitals so that CNIO research will culminate in clinical trials with patients. On the other hand, both the Human Genetic Program, led by Javier Benítez, and the Molecular Pathology Program, directed by Maria Soledad Soengas, are key for moving forward in the diagnosis and prevention of cancer. Also of great importance are the Basic Research Programs such as the Molecular Oncology Program, which I have directed since its creation, and the Cancer Cellular Biology Program, directed by Erwin Wagner of the CNIO.*





reconocido y se traduce en una gran afluencia de los mejores investigadores en nuestro campo hacia el CNIO.

**¿Cree que la formación de nuestros investigadores está a la altura de la de otros países?**

Indiscutiblemente sí. Los jefes de grupo de investigación son todos ellos de primer nivel en el mundo. Solo hay que ver el número de publicaciones de alto impacto que se generan cada año en el CNIO.

**¿Considera que los investigadores están reconocidos socialmente en su labor?**

En España todavía no se ha conseguido el reconocimiento del que gozan los investigadores en otros grandes países de nuestro entorno. Siempre es sacrificado dedicarse a la ciencia y la investigación, especialmente si se es mujer, y en nuestro país el apoyo social al investigador es bastante limitado. No obstante en España se empiezan a abrir espacios de excelencia, como es el caso del CNIO, que muestran a la sociedad lo importante que es la investigación.

**What about the study of telomeres, to which you have devoted a large part of your career as a researcher? Will we really be able to stop the process of aging?**

There are ongoing in-depth studies of telomeres and their influence on the development of different diseases, such as the various kinds of cancer and neurodegenerative and cardiovascular diseases. The future of telomere research will be to explore the potential of telomerase in helping to prevent or to treat aging-related diseases of our body, and the treatments that suppress the telomerase enzyme to combat cancer. More than to stop aging, the goal is to prolong the time we remain free of age-related diseases. This currently can be done, on average, until 40 or 50 years. The challenge is to raise that average to 60, 70 or 80 years.

**What kind of relations do you maintain with other similar organizations around the world?**

We maintain close relations with the best research centers in the world. Nevertheless, we want to strengthen CNIO's collaboration with other cancer research centers, medical/scientific societies and Spanish and international universities through all our research programs.

**How does the current crisis affect the CNIO research programs?**

For the time being, the good management at the CNIO ensures that current projects will continue. However, looking to the future, we have to insist that public investment be maintained for the fight against cancer and that the sources of funding be constantly diversified, including a decisive participation of the private sector. In this respect, I would like to mention that we have created a technology transfer area, which will support the transfer, via patents, of the discoveries and molecules found by the CNIO to biomedical and pharmaceutical firms (or to new enterprises that arise out of the CNIO) in order to develop drugs and clinical applications for the diagnosis, prevention and treatment of cancer.

**TRAINING**

**One of the CNIO's most important activities is researcher training. How has the interest of young people in this training evolved in recent years?**

The CNIO is capable of attracting the best researchers. The CNIO's appeal is internationally recognized among young people, and as a result there is an influx of a large number of the best researchers in our field into the CNIO.

**Do you think that our researcher training is as good as that in other countries?**

Definitely yes. The research group leaders are all at the top of their rank. One only has to look at the number of highly influential publications produced by the CNIO every year.

**Do you believe that researchers are socially recognized for their work?**

In Spain, researchers are still not afforded the recognition enjoyed by researchers in other similar countries. There is

## ¿Cuáles deben ser, en su opinión, las vías para potenciar la presencia de jóvenes en las áreas científicas?

La más básica es que los programas universitarios inculquen la excelencia y la importancia del esfuerzo individual y en equipo...algo que incluso debería empezar mucho antes que en la universidad. Por otro lado, para potenciar la presencia de los jóvenes en las áreas científicas, un requisito básico es una sólida y sostenible financiación para dichos cometidos.

## ¿Cuáles son los programas de formación más destacados del CNIO?

Si bien son muchos los programas de formación en el CNIO caben destacar los programas Internacionales de Doctorado y Postdoctorado, donde el CNIO atrae alguno de los mejores estudiantes y científicos extranjeros y nacionales.

## LOS INVESTIGADORES

### ¿Cuántos investigadores trabajan en el CNIO?

Somos unos 500 investigadores en el CNIO.

### ¿Considera que la investigación es un trabajo individual o de equipo?

La investigación es cada vez más en equipo y no solo del equipo de un solo centro sino conectado entre muchos centros de excelencia en el mundo. Ahora bien, los requisitos para cada uno de los miembros del equipo de investigación son cada vez más exigentes requiriendo una gran preparación y mucha creatividad.

### ¿Qué importancia tiene ser un buen jefe de equipo?

En nuestra profesión el ser un jefe de equipo y, por lo tanto, mentor es el siguiente paso lógico del ascenso profesional de un investigador. Es un paso muy importante en la carrera de cada investigador. En el CNIO siempre buscamos que los jefes de equipo sean muy productivos y buenos líderes, capaces de fomentar la excelencia en todo su equipo y el conjunto del centro.

### ¿Qué perfil es el más demandado por el Centro?

No hay un solo perfil aunque las características fundamentales son la excelencia, la productividad y la creatividad. Buscamos tanto investigadores de ciencia básica como aplicada o traslacional.

### La nueva Ley de la Ciencia, ¿ha influido de alguna manera en la estabilidad laboral de los científicos?

Sí ha sido positiva, aunque como dije anteriormente, la clave es que la sociedad en su conjunto se conciencie de la importancia de la investigación y que esté dispuesta a seguir financiando la misma con el objetivo de prevenir, diagnosticar y tratar el cáncer.

*always a sacrifice involved in working in science and research, especially if you are a woman, and in our country the social support for researchers is quite limited. However, areas of excellence are beginning to emerge in Spain, as in the case of the CNIO, which demonstrate to society how important research is.*

### **In your opinion, what are the ways to support the presence of young people in the scientific disciplines?**

*The most important thing is for university programs to instill the idea of excellence and the importance of individual effort and teamwork, which is something that should begin even earlier than the university. On the other hand, to encourage young people to enter the scientific disciplines, one basic requirement is substantial, sustainable financing for these pursuits.*

### **What are the most noteworthy training programs in the CNIO?**

*Although there are many training programs in the CNIO, of note are the international doctorate and post-doc programs, where the CNIO attracts some of the best foreign and national students and scientists.*

## THE RESEARCHERS

### **How many researchers work in the CNIO?**

*We are some 500 researchers in the CNIO.*

### **Do you think that research should be individual work or teamwork?**

*Research is increasingly done more as a team, and not only in the team of a single center but rather in interconnection with many centers of excellence around the world. Of course the requirements to be met by each member of the research team are increasingly more demanding, which requires a great deal of preparation and creativity.*

### **How important is a good team leader?**

*In our profession, being a team leader and, consequently, a mentor is the next logical step on the professional ladder of a researcher. It is a very important step in the career of every researcher. In the CNIO, we are always looking for team leaders who are very productive and who are good leaders capable of fostering excellence in their teams and in the center as a whole.*

### **What is the profile most demanded by the Center?**

*There is no one single profile, although the fundamental characteristics are excellence, productivity and creativity. We seek researchers in both basic science and applied or translational science.*

### **Has the new Science Act influenced the labor stability of scientists in any way?**

*Yes, it has been positive although, as I previously mentioned, the key is for society as a whole to become aware of the importance of research and to be willing to continue the funding for research in order to prevent, diagnose and treat cancer.*



## Visita del CEA al CIEMAT

El Comisariado de la Energía Atómica y las Energías Alternativas de Francia (CEA) visitó el CIEMAT a finales de agosto; la delegación francesa estuvo liderada por su director general, Bernard Bigot, y en ella se integraban también los directores de energías renovables, energía nuclear de fisión, relaciones europeas y un asesor de la dirección.

La visita de la delegación del CEA comenzó con la visita a las instalaciones de la Plataforma Solar de Almería, donde les recibió el director general adjunto

del CIEMAT, Ramón Gavela, y el director de la PSA, Diego Martínez. Los miembros de la Dirección del CEA, según sus propias declaraciones, quedaron impresionados por la calidad de las instalaciones y los experimentos que se llevan a cabo en el campo de la energía solar de concentración. Precisamente a raíz de esta visita surgió su deseo de contemplar campos de colaboración conjunta en esta materia.

También tuvo lugar un encuentro en la sede del CIEMAT en Madrid, siendo recibida la delegación por el director gene-

ral del CIEMAT, Cayetano López, acompañado por el director general adjunto, el director de la División de Energías Renovables, el director de la División de Fisión, el responsable de operación del Departamento de Fusión y el responsable de la Unidad de Relaciones Internacionales. Esta reunión permitió revisar el estado de los proyectos conjuntos, estudiar estrategias comunes en el ámbito europeo y explorar nuevos acuerdos bilaterales en temas de interés mutuo. Todos coincidieron en la importancia de ampliar el ámbito de colaboración con nuevas iniciativas, especialmente en el campo de las energías renovables.

## XIV Reunión de la Red Temática Biotecnología de materiales lignocelulósicos

Con el título de "XIV Reunión de la Red Temática Biotecnología de materiales lignocelulósicos: retos moleculares, enzimáticos y químicos para su aplicación industrial y medioambiental", se reunieron a principios de septiembre en la sede del CIEMAT en Madrid, más de 60 expertos de universidades y centros de



Reunión de trabajo CEA - CIEMAT.  
CEA - CIEMAT working meeting.

## CEA Visit to the CIEMAT

The French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA) visited the CIEMAT in late August. The French delegation was headed by the CEA Director General, Bernard Bigot, and it also included the directors of renewable energies, nuclear fission power and European relations and a management advisor.

The CEA visit began with a visit to the installations of the Almería Solar Platform (PSA), where they were received by the CIEMAT Assistant Director General, Ramon Gavela, and the PSA Director, Diego Martinez. The members of the CEA Management, according to their own statements, were impressed by the quality of the installations and the experiments being carried out in the field of concentration solar energy. It

was precisely after this visit that they expressed an interest in studying areas of joint collaboration in this field.

There was also a meeting in the CIEMAT offices in Madrid, where the delegation was received by the Director General of the CIEMAT, Cayetano Lopez, accompanied by the Assistant Director General, the Director of the Renewable Energies Division, the Director of the Fission Division, the operations officer of the Fusion Department and the head of the International Relations Unit. This meeting was held to review the status of joint projects, to study common European strategies and to explore new bilateral agreements in areas of mutual interest. Everyone agreed on the importance of broadening the scope of collaboration with new initiatives, especially in the field of renewable energies.

## 14<sup>th</sup> Meeting of the Biotechnology Thematic Network for Lignocellulose Materials

Under the title of "14<sup>th</sup> Meeting of the Thematic Biotechnology Network for lignocellulose materials: molecular, enzymatic and chemical challenges to their industrial and environmental use", more than 60 experts from Spanish universities and research centers met in the CIEMAT offices in Madrid in early September to present the latest scientific advances of their respective research groups.

The meeting was divided into four scientific sessions in which 24 papers were presented on subjects such as the following: oxidative enzyme production, other enzymes and their applications,

investigación españoles que presentaron los últimos avances científicos de sus respectivos grupos de investigación.

Las jornadas estuvieron divididas en cuatro sesiones científicas que abordaron distintos aspectos como: producción de enzimas oxidativas, otras enzimas y sus aplicaciones, tecnología ambiental y producción de bioetanol, a través de 24 ponencias. Las dos primeras sesiones estuvieron dedicadas a la producción de nuevas enzimas como lacasas, peroxidases, esteras etc., así como el papel que pueden tener no sólo en la industria papelera sino también en la industria alimentaria/farmacéutica para la obtención de productos de valor añadido (nutracéuticos, alimentación animal, etc.). La sesión dedicada a biotecnología ambiental estuvo centrada en la búsqueda de nuevas estrategias para la degradación de compuestos contaminantes mediante procedimientos biológicos y sus efectos sobre los ecosistemas en los que se encuentren. Por último, en la sesión dedicada a la producción de bioetanol, en la que el CIEMAT estuvo representada por dos ponencias expuestas por el Grupo de Biocarburantes, se presentaron las

mejoras, tanto en la etapa de hidrólisis como de fermentación, en la producción de etanol a partir de materiales lignocelulósicos como la paja de trigo.

## Soriagrid

El Centro de Desarrollo de Energías Renovables, CEDER-CIEMAT, de Soria, acogió las Jornadas sobre Microrredes Eléctricas Inteligentes que bajo la denominación de Soriagrid se desarrollaron los días dos días del pasado mes de septiembre, organizadas por La Universidad San Jorge y el Ayuntamiento de Soria.

En estas jornadas, los expertos del sector debatieron acerca de las microrredes eléctricas inteligentes, tanto sobre la situación actual como sobre las perspectivas de futuro en nuestro país. El primer día, el CEDER-CIEMAT fue el anfitrión de las jornadas en sus instalaciones de Luvia, Soria, en sesiones de mañana y tarde, y se contó con la presencia de técnicos de diferentes centros de investigación y universidades españolas; además se realizaron tres workshops sobre el mercado de electricidad y *Virtual Power Plants* (VPP), modelos



Un momento de las jornadas SORIAGRID en el CEDER.  
A picture of the SORIAGRID meetings in the CEDER.

y predicción de consumos, y *load-side management in Microgrids*.

La segunda jornada, que registró una gran afluencia de público, se celebró en el Salón de Plenos del Ayuntamiento de Soria. En esta sesión, Pedro Larraz, adjunto al rector en el área de Investigación y Transferencia de la Universidad San Jorge, y David Chinarro, coordinador de investigación de la Escuela de Ingeniería Informática de la misma institución, presentaron el proyecto Optimagrid, en el marco del programa europeo Interreg-SUDOE, para el control inteligente de microrredes en áreas

*environmental technology and bio-ethanol production. The first two sessions focused on the production of new enzymes such as laccases, peroxidases, esters, etc., and on the role they could play not only in the paper industry, but also in the food/pharmaceutical industry for obtaining of value added products (nutraceuticals, animal feed, etc.). The session on environmental biotechnology focused on the search for new strategies for the degradation of polluting compounds via biological procedures and their effects on the ecosystems where they are found. Finally, the session on bio-ethanol production, in which the CIEMAT was represented by two papers given by the Biofuel group, presented the improvements in ethanol production, in both the hydrolysis and fermentation stages, with lignocellulose materials such as straw.*

## SORIAGRID

*The Renewable Energy Development Center, CEDER-CIEMAT, of Soria hosted the meeting on Smart Microgrids which, under the name of SORIAGRID, was held over two days in September. The meeting was organized by the San Jorge University and the City Council of Soria.*

*The meeting was attended by experts from the sector, who discussed smart microgrids with regard to both the current situation and future prospects in our country. On the first day, the CEDER-CIEMAT hosted the meeting in its facilities in Luvia, Soria, in morning and afternoon sessions, which were attended by technicians from various Spanish research centers and universities; there were also three workshops on the electricity market*

*and Virtual Power Plants (VPP's), consumption models and prediction, and load-side management in Microgrids.*

*The second meeting, which had a large attendance, was held in the Plenary Hall of the Soria City Council. In this session, Pedro Larraz, assistant to the rector for Research and Transfer of San Jorge University, and David Chinarro, research coordinator of the Computer Engineering School of this same institution, presented the Optimagrid project, which is part of the European program Interreg-SUDOE for the smart control of microgrids in industrial areas using renewable generation sources.*

*In addition to Optimagrid, two other projects were presented in this meeting: "Corredor CO<sub>2</sub>Cero" in the city of Soria, financed by the European Project*

industriales utilizando fuentes de generación renovables.

En esta jornada, además de Optimagrid, se presentaron otros dos proyectos: "Corredor CO<sub>2</sub>Cero" en la ciudad de Soria, financiado por el Programa Europeo LIFE+, y el Proyecto GEBE, uno de cuyos subproyectos se desarrolla en el CEDER-CIEMAT en el que participaron investigadores de la unidad de energía eólica, y está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

GEBE tiene como finalidad diseñar, construir y comprobar un sistema inteligente de gestión de redes energéticas con generación distribuida. La función es optimizar los flujos energéticos atendiendo a parámetros económicos garantizando la seguridad y estabilidad eléctricas.

Con la realización de estas jornadas se reunió a expertos en el campo de las energías renovables y de las micro-redes eléctricas para que, a través del intercambio de experiencias y de la colaboración en la investigación, se pueda seguir avanzando hacia un nuevo modelo del sistema eléctrico basado en el desarrollo sostenible.

*LIFE+, and Project GEBE, one of whose subprojects is being developed in the CEDER-CIEMAT with the participation of researchers from the wind power unit and which is financed by the Ministry of Science and Innovation.*

*The purpose of GEBE is to design, build and verify a smart energy grid management system with distributed generation. The function is to optimize the energy flows, in keeping with economic parameters in order to guarantee electrical safety and stability.*

*These meetings brought together experts in the fields of renewable energies and electric microgrids so that, through the exchange of experiences and research collaboration, progress can be made towards a new electric power system model based on sustainable development.*

## Investigación en el TJ-II de componentes de primera pared para un futuro reactor de fusión

El CIEMAT, en colaboración con la empresa Fluorit, de Moscú, ha construido dos limitadores conteniendo litio en estado líquido que serán instalados en breve en la máquina de fusión del CIEMAT, TJ-II; con lo que se espera analizar el comportamiento de metales líquidos de bajo reciclado expuestos a un plasma de fusión.



Una de las cabezas del limitador de litio líquido con los recipientes de transporte desde Moscú.  
One of the heads of the liquid lithium limiter with transport containers from Moscow.

## TJ-II Research on First Wall Components for a Future Fusion Reactor

*The CIEMAT, in collaboration with Fluorit, a Moscow-based company, has built two limiters containing liquid lithium that will soon be installed in the CIEMAT TJ-II fusion machine. The purpose is to enable analysis of non-recycled liquid metals exposed to fusion plasma.*

*The use of liquid instead of solid components, as currently proposed for ITER (Wolfram, Beryllium and Carbon), offers advantages with respect to the amount of incident power to be handled in the reactor (of the order of some tenths of megawatts per square meter) and the durability of the materials, which would show no permanent damage. In this way, the National Fusion Laboratory, a pioneer in the use of lithium as the first*

*El uso de componentes líquidos en lugar de los sólidos actualmente propuestos para ITER (wolframio, berilio y carbono) ofrece ventajas respecto a la cantidad de potencia incidente a manejar en el reactor (del orden de decenas de megawatts por metro cuadrado) y la durabilidad de los materiales, que no presentarían daño permanente. De esta forma, el Laboratorio Nacional de Fusión, pionero en el uso de litio como primera pared de los dispositivos estellarator en el mundo, contribuirá al desarrollo de alternativas para los materiales expuestos al plasma en un futuro reactor de fusión, DEMO, más allá de ITER.*

## Workshop Ibercivis

La sede en Madrid del CIEMAT acogió los días 13 y 14 de septiembre a numerosos participantes del proyecto de computación ciudadana Ibercivis, investigadores, desarrolladores y personal de comunicación y divulgación. En el *workshop* se debatieron, entre otras cuestiones, la posibilidad de introducir mejoras en cuanto a infraestructura, la visión de los investigadores como usuarios de una potente plataforma de cálculo,

*wall of the stellarator devices around the world, will contribute to the development of alternatives for materials exposed to plasma in a future DEMO fusion reactor after ITER.*

## IBERCIVIS Workshop

*On September 13-14, the Madrid offices of the CIEMAT hosted numerous participants to a workshop on the citizen computing project IBERCIVIS, including researchers, developers and communication and broadcast workers. The subjects discussed in the workshop included the possibility of implementing infrastructure enhancements and the vision of the researchers, as users, for a powerful computing platform; new collaboration projects with the University of Campina Grande in Brazil and the Catholic University of Peru were also*



también se presentaron los nuevos proyectos de colaboración con la Universidad de Campina Grande de Brasil y la Universidad Católica del Perú. Además, se aportaron nuevas ideas de comunicación y divulgación con el objetivo de consolidar el proyecto y hacerlo crecer, tanto en España como en Portugal y Latinoamérica.

Este *workshop* tiene su antecedente en el realizado el año pasado en el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI), que resultó muy pro-

ductivo y que también gozó de una excelente acogida. En el caso de estas segundas jornadas de trabajo, además de personal de los ya mencionados CIEMAT y BIFI, participaron investigadores y técnicos de CSIC, CETA-CIEMAT, Universidad de Coimbra, Universidad de Oporto, Universidad de la Rioja, del programa del Plan Euskadi en la Sociedad de la Información "I2Basque", Universidad Autónoma de Madrid, Canal BOINC y del *Citizen Ciberscience Centre*.

## La energía eólica en Power Expo 2011

La VII Edición de Solar Power Expo, celebrada en Zaragoza, del 27 al 29 de septiembre, reunió a cerca de 240 expositores, procedentes en su mayoría del sector eólico, y profesionales de la energía solar; en esta ocasión el sector solar tuvo menos protagonismo que en ediciones anteriores, resultando mayoritaria las secciones de solar térmica y de información corporativa de las instituciones y no de los fabricantes de fotovoltaica e ingenierías como venía sucediendo años atrás.

El CIEMAT, con sus proyectos sobre Eficiencia Energética en la Edificación detallada en cartelería y documentación explicativa del PSE-Arfrisol y del PLAN E Envite incidió en la idea de "ahorrar energía" aprovechando los componentes constructivos de las edificaciones ideadas para refrigerar y calentar gracias a la energía solar de baja temperatura y al propio diseño arquitectónico para aprovechar los elementos pasivos constructivos que contribuyan al ahorro energético. Tanto los visitantes del ámbito educativo,



Workshop IBERCIBIS.  
Workshop IBERCIBIS.

*presented. Also debated were new ideas for communication and dissemination in order to consolidate and expand the project, in Spain and also in Portugal and Latin America.*

*The forerunner of this workshop was the one held last year in the Institute of Complex Systems Biocomputing and Physics (BIFI), which was very productive and also had a large attendance. In addition to the CIEMAT and BIFI personnel mentioned above, this second workshop was also attended by researchers and technicians from CSIC, CETA-CIEMAT, University of Coimbra, University of Oporto, University of the Rioja, the Euskadi Plan in the Information Society program "I2Basque", the Autonomous University of Madrid, Channel BOINC and the Citizen Cyberscience Centre.*

## Wind Energy in Power Expo 2011

*The 7<sup>th</sup> edition of Solar Power Expo, held in Zaragoza from September 27-29, brought together some 240 exhibitors, mostly from the wind power sector, and solar energy professionals. On this*



Stand del CIEMAT en Power Expo 2011.  
CIEMAT Stand in Power Expo 2011.

*occasion, the solar industry was less of a protagonist than in previous years, as representatives of solar thermal and cooperative information institutional divisions were in the majority and not the photovoltaic manufacturers and engineering firms, as was the case in previous years.*

*The CIEMAT, with details on its Energy Efficiency in Building projects in its display and explanatory documentation on PSE-ARFRISOL and the E-ENVITE Plan, stressed the idea of "saving energy" by using building components conceived for cooling and heating based on low-temperature solar energy and the architectural design itself, taking advantage of passive construction components that contribute to energy savings. Visitors from the world of education and professionals were made aware of the need to make "rational use of energy".*

como profesionales, se concienciaron en la necesidad de hacer un “uso racional de la energía”.

Paralelamente, las jornadas técnicas planteadas se centraron en el sector eólico y se acompañaron de presentaciones comerciales de diferentes marcas. Además se prestó especial atención a las posibilidades de nuevas oportunidades de trabajo en los diferentes foros especializados.

## II Coloquio Hispano-Francés sobre Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>

Tuvo lugar en la sede de la Fundación Ciudad de la Energía, CIUDEN, a finales de octubre, el II Coloquio Hispano-Francés sobre Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>, organizado conjuntamente por Ciuden, BRGM (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Francia) y el consorcio de empresas Avenia. Se desarrolló un interesante programa de ponencias técnicas, así como un monográfico acerca de la Planta de Desarrollo Tecnológico (PDT) de Almacenamiento de CO<sub>2</sub> de Hontomín (Burgos), que se

complementaron con una sesión de carteles. Entre otras autoridades, se contó con la participación de José María Zapardiel, subdirector general de Minas que dio la bienvenida por parte española; y de Antonio Hernández García, director general de Política Energética y Minas, del Ministerio de Industria, Turis-

mo y Comercio, que presidió la sesión de clausura.

Las sesiones científicas, cuyas ponencias se difundieron en directo a través de la página web de Ciuden, abarcaron temas relativos a la inyección, monitorización, percepción pública y análisis y gestión del riesgo; y fueron precedidas



Presidente de Avenia, Jacques Jacobs; subdirector general de Minas del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, José María Zapardiel; director general de la Fundación Ciudad de la Energía, José Ángel Azuara; directora de Investigación del BRGM, Catherine Truffert y director del Programa de Almacenamiento de CO<sub>2</sub>, Modesto Montoto.

President of AVENIA, Jacques Jacobs; deputy director general of Mines of the Ministry of Industry, Tourism and Trade, Jose M. Zapardiel; Director General of the Ciudad de la Energía Foundation, Jose Angel Azuara; Director of Research of BRGM, Catherine Truffert; and Director of the CO<sub>2</sub> Storage Program, Modesto Montoto."

*In parallel, the technical sessions focused on the wind power sector and were accompanied by commercial presentations of different brands. Special attention was also paid to the possibilities of new work opportunities in the various specialized forums.*

## 2<sup>nd</sup> Spanish-French Conference on Geological Storage of CO<sub>2</sub>

*In late October, the 2nd Spanish-French Colloquy on Geological Storage of CO<sub>2</sub>, which was jointly organized by the Ciudad de la Energía Foundation CIUDEN, BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, France) and the corporate consortium AVENIA, took place in the headquarters of CIUDEN. There was an interesting program of technical papers and one monographic session on the*

*CO<sub>2</sub> Storage Technological Development Plant (PDT) in Hontomín (Burgos), all complemented by a poster session. The authorities in attendance included José M. Zapardiel, Deputy Director General of Mines who gave the Spanish welcome address, and Antonio Hernández García, Director General of Energy Policy and Mines of the Ministry of Industry, Tourism and Trade who chaired the closing session.*

*The scientific sessions, whose papers were directly broadcast via the CIUDEN website, covered subjects regarding in injection, monitoring, public perception and risk assessment and management. They were preceded by sessions focusing on energy policy and CO<sub>2</sub> capture and storage (CCS) in Spain and France, as well as progress reports on the following projects: PDT in Hontomín (CIUDEN, Spain), CARBOLAB (HUNOSA, Spain)*

*Lacq-Rousse Pilot Plant (TOTAL, France) and OXY300CFB (ENDESA, Spain). The monographic session discussed the various project phases under way: Site Search and Selection, Characterization and Operational Stage (design of wells and instrumentation systems).*

*The first conference was held in 2010 in Pau, France. Just as in this second edition, the objective was to bring together French and Spanish representatives to share information on the progress of their respective projects and to study the viability of future collaboration.*

## Project RES4LESS, Meeting of Experts in Madrid

*The purpose of Project RES4LESS, sponsored by the European Union, is to develop a road map for the cost-efficient*

por sesiones dedicadas a la política energética y las tecnologías de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CAC) en España y Francia, así como presentaciones de los estados de avance de los proyectos: PDT de Hontomín (Ciuden, España), Carbolab (Hunosa, España), Planta Piloto de Lacq-Rousse (Total, Francia) y OXY300CFB (Endesa, España). El monográfico desarrolló las distintas fases en curso del proyecto: búsqueda y selección del emplazamiento, caracterización y etapa operacional (diseño de pozos y sistemas de instrumentación).

El primer coloquio se celebró en 2010 en Pau, Francia, con el objetivo, que persiste en esta segunda edición, de reunir a franceses y españoles para compartir información sobre el avance de sus respectivos proyectos y estudiar la viabilidad de colaboraciones futuras.

## Proyecto RES4LESS, reunión de expertos en Madrid

El Proyecto RES4LESS, auspiciado por la Unión Europea, pretende desarrollar una hoja de ruta para la promoción coste-eficiente de las energías renovables

(RES) y cumplir el objetivo europeo de llegar al 20 % de renovables en el año 2020. El proyecto espera demostrar que, en comparación a las estrategias enfocadas a nivel nacional, el uso de mecanismos de cooperación entre estados miembros permitirá alcanzar los objetivos de renovables a un menor coste.

El pasado 19 de septiembre los expertos de este proyecto se reunieron en la sede del CIEMAT en Madrid; el planteamiento interactivo del evento permitió a asistentes no sólo discutir sobre las últi-

mas novedades en materia de cooperación de RES, sino discutir en el foro de debate con los invitados que pudieron manifestarse en relación con las implicaciones y oportunidades que ofrece la utilización de los mecanismos de cooperación para nuestro país. Durante la reunión se debatieron, entre otras, las siguientes cuestiones: la situación actual y la perspectiva de las energías renovables en el sur de Europa, ¿dónde está el potencial, qué estados deben cooperar y qué vías de cooperación existen?, las



Mesa de ponentes en la Jornada RES4LESS.  
Speakers in RES4LESS.

*promotion of renewable energies (RES) and achieve the European objective of having 20% renewables by the year 2020. The project expects to demonstrate that, in comparison to the nationally based strategies, the use of cooperation mechanisms between member states will help to achieve the renewable objectives at a lower cost.*

*On September 19, the experts from this project met in the CIEMAT offices in Madrid. The interactive format of the event allowed attendees not only to discuss the latest news in matters of RES Cooperation, but also to conduct a debate with the guests, who were able to express their ideas on the implications and opportunities offered by the use of cooperation mechanisms to our country. During the meeting, the subjects discussed included the current situation and prospects of renewable energies in*

*southern Europe; where is the potential, which states should cooperate and what are the channels of cooperation?; the implications of transport grids and instruments; and finally the actions that should be taken to support cooperation.*

*The speakers for the event included the members of project RES4LES and representatives from different sectors, including Sofia Martinez (IDEAo), Luis Crespo (Protermosolar), Jose M. Gonzalez (APPA), Umberto Ciorba (ENEA, Italy) and Christian Panzer (Technical University of Vienna, Austria).*

### **The Future of Solar Thermal Power**

*Solar energy is always associated with large heliostat and photovoltaic plants for energy production. However, in the Almería Solar Platform (PSA), Eduardo*

*Zarza's team is working on thermal storage systems, which is a technology that could reduce costs and generate cheaper thermal storage systems, as well as efficient cooling systems that consume very little water.*

*This technology, which is obviously of great interest to the business world in the renewable industry, has been under development by the PSA-CIEMAT in collaboration with many of the leading solar power companies for 25 years. At this time, the Spanish industrial fabric is prepared to take on the commercial deployment of solar thermal power plants. In this respect, the role of the PSA-CIEMAT is very important, as it makes available to the business world the experimental installations for testing the technologies, components and applications to enhance the technology and reduce costs.*



implicaciones en materia de redes de transporte e instrumentos y, por último, las acciones que deben emprenderse para potenciar la cooperación.

Como ponentes, el evento contó con la participación de los integrantes del proyecto RES4LES así como la valiosa intervención de representantes de distintos sectores, entre ellos, Sofía Martínez (IDAE), Luis Crespo (Protermosolar), José M<sup>a</sup>. González (APPA), Umberto Ciorba (ENEA-Italia) y Christian Panzer (Universidad Técnica de Viena-Austria).

## El futuro de la termosolar

La energía solar se asocia siempre a las grandes centrales de heliostatos, a la fotovoltaica para producción de energía; sin embargo, en la Plataforma Solar de Almería, el equipo de Eduardo Zarza trabaja en sistemas de almacenamiento térmico, ya que con esta tecnología se reducirán costes, se generarán sistemas de almacenamiento térmico más baratos, así como sistemas de refrigeración que consuman poca cantidad de agua y sean eficaces.

Esta tecnología que, obviamente, tiene un alto interés para el sector empresaria-



Instalaciones de la Plataforma Solar de Almería.  
Installations of the Almería Solar Platform.

rial en el ámbito de las renovables, lleva siendo desarrollado por la PSA-CIEMAT en colaboración con muchas de las empresas líderes en energía solar desde hace 25 años, permitiendo así que en este momento el tejido industrial español pueda hacer frente al despliegue comercial de las centrales termosolares. En este sentido el papel de la PSA-CIEMAT es indudablemente importante, poniendo a disposición del tejido empresarial las instalaciones experimentales que permitirán probar las tecnologías, los componentes y aplicaciones, permitien-

do la necesaria mejora tecnológica, reduciendo costes.

## Ene.

Ene., éste es el nombre del Museo Nacional de la Energía, en pleno funcionamiento desde el 14 de julio pasado, día en que se abrió al público la primera sede del Ene. Museo Nacional de la Energía, Ene.térmica. El Museo está situado en la comarca de El Bierzo, en León y tendrá tres sedes principales, dos antiguas centrales eléctricas y un jardín botánico que recreará el período Carbonífero.

## Ene.

*Ene. is the name of the National Museum of Energy, which has been functioning since last July 14 when the first venue of the Ene. National Museum of Energy, Ene.térmica, was opened to the public. The museum is located in the El Bierzo region in Leon and will have three main sites – two former electric power plants and a botanical garden that will recreate the Carboniferous period.*

*There are three main areas in this museum: Ene.central, Ene.térmica and Ene.bosque. The purpose of the museum, supported by the Spanish government through the Ciudad de la Energía Foundation (CIUDEN), is to raise awareness of science in society, thus contributing to the development of the El Bierzo region where it is located. It is for this reason that it is designed as a participative, innovative space.*

*Ene.térmica is the part of the museum that was inaugurated on July 14 and it has been visited by a good number of people since then. It is located in the old abandoned plant that was built between 1920 and 1930 and that has been reconverted to show the relationship between coal and energy from a technological and social perspective.*

*Ene.central, which is under construction, will be located in the former thermal power plant Compostilla I, which was in operation from 1949 to 1974. It will have three main exhibits, the themes of which will be energy as an engine for life on the Earth, its use and the consequences of human activity.*

*Finally, Ene.bosque, which will be an interior botanical garden in a space of some 1000 m<sup>2</sup>, will recreate some of the systems that existed on the peninsula 300 million years ago during*



Nave de Turbinas del Ene Museo Nacional de la Energía.  
Turbine room of the Ene. National Energy Museum.

*the Carboniferous period. It is due to be completed in 2013.*

## Project DES

*On October 4, the Royal Swedish Academy of Sciences announced that the Nobel Prize in Physics for 2011 had been*

Tres son los espacios principales de este museo: Ene.central, Ene.térmica y Ene.bosque. El museo, impulsado por el Gobierno de España a través de la Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN), tiene por objetivo acercar la ciencia a la sociedad, contribuyendo al desarrollo de la comarca de El Bierzo en el que se ubica; por ello está diseñado como un espacio participativo, innovador.

Ene.térmica es la parte del museo que fue inaugurada el pasado 14 de julio y



Imagen aérea de las tres sedes Ene Museo Nacional de la Energía.  
Aerial view of the three sites of the Ene. National Energy Museum.

que ha contado con un gran número de visitas desde entonces; ubicado en la antigua central abandonada que fue construida entre 1920 y 1930 y que se ha transformado para mostrar la relación del carbón con la energía desde sus aspectos tecnológico y social.

Ene.central, en construcción, tendrá por sede la antigua central térmica de Compostilla I que estuvo funcionando desde 1949 a 1974; se dedicará a mostrar tres exposiciones principales que tendrán como temática la energía como motor de vida en la Tierra y su uso y consecuencias de la actividad humana.

Por último, Ene.bosque, que será un jardín botánico interior en un espacio de unos 1000 m<sup>2</sup> que recreará algunos de los sistemas que existían en la península hace 300 millones de años, durante el Carbonífero. Se espera que esté realizado en 2013.

## El Proyecto DES

El pasado 4 de octubre la Real Academia de Ciencias Sueca anunció la concesión del Premio Nobel de Física 2011 a los investigadores Saul Perlmutter (Lawrence Berkeley National Labo-

ratory y University of California, Berkeley), Brian Schmidt (Australian National University, Weston Creek, Australia) y Adam Riess (John Hopkins University y Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland) por el descubrimiento de la expansión acelerada del universo a partir de observaciones de supernovas lejanas. Saul Perlmutter ha dirigido el *Supernova Cosmology Project* y Brian Schmidt el *High-z Supernova Search Project* del que forma parte Adam Riess.

El descubrimiento de la expansión acelerada del universo implica que una fracción importante (del orden del 70 %) de su contenido de materia-energía es una entidad de naturaleza desconocida, que provoca una fuerza repulsiva, origen del efecto observado. El estudio de la ecuación de estado de esta misteriosa forma de energía, denominada "oscura", ha generado una intensa actividad observacional, uno de cuyos objetivos prioritarios es la determinación precisa del parámetro que relaciona presión con densidad, denominado  $w$ , y su posible variación con el tiempo.

awarded to researchers Saul Perlmutter (Lawrence Berkeley National Laboratory and University of California, Berkeley), Brian Schmidt (Australian National University, Weston Creek, Australia) and Adam Riess (John Hopkins University and Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland), for the discovery of the accelerating expansion of the Universe through observations of distant supernovae. Saul Perlmutter has headed the Supernova Cosmology Project and Brian Schmidt the High-z Supernova Search Project in which Adam Riess takes part.

The discovery of the accelerating expansion of the Universe implies that a significant fraction (around 70%) of its matter-energy content is of an unknown nature which causes a repulsive force that is the origin of the observed effect. The study of the equation of state of

this mysterious form of energy, called "dark" energy, has resulted in intensive observational activity, one of the primary goals of which is to precisely determine the parameter that relates pressure to density, denominated  $w$ , and its possible variation over time.

Since 2005, the CIEMAT, and more specifically a team of researchers from the Particle Astrophysics Division, has been working on the Dark Energy Survey (DES) project (in Spanish, Cartografiado de la Energía Oscura). The main objectives of this project are to measure  $w$  with a precision of around 5 to 10% and its temporal dependence with a precision of the order of 30%, with four different methods.

DES has involved the construction of a camera of 570 Mpx equipped with latest-generation CCDs and sensitive to the red part of the spectrum. This camera is being installed in the Blanco telescope in the Cerro

Tololo Interamerican Observatory (CTIO) in Chile. There are nearly 20 institutions from various countries – USA, Brazil, UK and Germany – participating in this project; they are coordinated by the Fermi National Laboratory (Fermilab – USA). The Spanish participants are the CIEMAT, the Institute of High Energy Physics (IFAE) of Barcelona and the Catalan Institute of Space Studies (IEEC). Specifically, the CIEMAT has designed and fabricated electronic cards for the CCD camera, participated in the development of the quality control software and the preparation of the analysis of large-scale universe structures and contributed to the study of stellar pollution in the selection of galaxies and measurement of baryonic acoustic oscillations.

The first observations are scheduled for the summer of 2012. Project DES has been assigned 525 nights of observation distributed over five years.



Cámara construida para el proyecto DES.  
Camera built for project DES.

Desde 2005, el CIEMAT, y más concretamente un equipo de investigadores de la División de Astrofísica de Partículas, trabaja en el proyecto DES, *Dark Energy Survey* o, en español, el Cartografiado de la Energía Oscura, cuyo

objetivos principales son la medida de  $w$  con una precisión del orden del 5 al 10 % y su dependencia temporal con una precisión del orden del 30 %, con cuatro métodos diferentes.

DES ha construido una cámara de 570 Mpx equipadas con CCD de última generación, sensibles a la parte roja del espectro, cámara que está siendo instalada en el telescopio Blanco, en el *Cerro Tololo Interamerican Observatory* (CTIO) en Chile. En este proyecto participan cerca de 20 instituciones de varios países: EE UU, Brasil, Reino Unido y Alemania, coordinados por el Laboratorio Nacional Fermilab (EE UU). La participación española corre por cuenta del CIEMAT, el Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) de Barcelona y el Instituto de Estudios Espaciales de Catalunya (IEEC). En concreto, el CIEMAT ha diseñado y construido tarjetas electrónicas para la cámara de CCD, participado en el desarrollo del software de control de calidad y en la preparación del análisis de estructuras a gran escala del universo, y contribuido al estudio de la contaminación estelar en la selección de galaxias y a la medida de las oscilaciones acústicas bariónicas.

Las primeras observaciones, según está previsto, se realizarán en el verano de 2012. El proyecto DES tiene asignadas 525 noches de observación distribuidas en cinco años.

## Sixto Malato, premio Rey Jaime I

En la edición de 2011 de los Premios Rey Jaime I, el galardón en la categoría de Protección del Medio Ambiente, ha sido concedido a Sixto Malato Rodríguez, investigador de la Plataforma Solar de Almería, centro territorial del CIEMAT.

La concesión del premio reconoce “su trayectoria científica en la utilización de la energía solar para el tratamiento y descontaminación de aguas”, sistema de probada aplicación en la Plataforma Solar de Almería, donde el premiado realiza investigaciones en descontaminación de aguas, de lavado de plaguicidas y compuestos no biodegradables con aplicación de energía solar. Especialmente relevante es el desarrollo de fotorreactores para la aplicación industrial de procesos fotocatalíticos para la descontaminación de aguas con compuestos no biodegradables en aguas residuales y naturales.

## Sixto Malato, Rey Jaime I Prize Winner

In the 2011 edition, Sixto Malato Rodríguez, researcher of the Almería Solar Platform, which is a territorial center of the CIEMAT, has been awarded the Rey Jaime I Prize in the Environmental Protection category.

This award recognizes “his scientific career in the use of solar energy for water treatment and decontamination”, a proven system used in the Almería Solar Platform where the prize winner does research on water decontamination and washing of pesticides and non-biodegradable compounds with the application of solar energy. Of particular relevance is the development of photo-reactors for the industrial application of photo-catalytic processes for decontaminating water



Sixto Malato y su equipo de investigación en la PSA.  
Sixto Malato and his research team in the PSA.

with non-biodegradable compounds in wastewater and natural water.

As the prizewinner says, the Rey Jaime I Award “motivates my group and me to rapidly move forward with our research, due to its considerable repercussions on society in general and on the scientific

community in particular”. In part it is their worldwide impact as pioneers in the development of water decontamination and disinfection technology that has actually been recognized; in this field, the research work of Sixto Malato and his group is an international reference, and this is particularly important when considering the export of this technology to deprived areas where water is a scarce resource.

## Project Consolider, “Physics of the Accelerating Universe”

Since 2008, a group of researchers from the Particle Astrophysics Division of the CIEMAT has been working on project Consolider PAU (Physics of the Accelerating Universe), which is a collaboration agreement led by the Institute of High Energy Physics of



En palabras del propio galardonado, el premio Rey Jaime I “a mi grupo y a mí nos da impulso para poder avanzar más rápidamente en nuestras investigaciones, debido a la fuerte repercusión que tiene de cara a la sociedad en general y a la comunidad científica en particular”. En parte es el impacto mundial como pioneros en el desarrollo de la tecnología de descontaminación y desinfección de aguas lo que ha sido realmente premiado, en éste ámbito los trabajos del investigador Sixto Malato y su grupo son referencia mundial, lo que es particularmente importante en cuanto a la exportación de esta tecnología a zonas deprimidas en las que el agua es un bien escaso.

## El proyecto Consolider “Física del Universo Acelerado”

Desde el año 2008 un grupo de investigadores de la División de Astrofísica de Partículas del CIEMAT trabaja en el proyecto Consolider PAU (*Physics of the Accelerating Universe - Física del Universo Acelerado*), que es una colaboración dirigida por el Instituto de Física de

Altas Energías de Barcelona (IFAE) y en la que también participan el Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (IEEE), la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y el Puerto de Información Científica (PIC), centro CIEMAT–Generalitat de Catalunya para la computación GRID.

El objetivo es elaborar un cartografiado fotométrico utilizando unos cuarenta filtros de banda estrecha y cinco filtros de banda ancha para hacer una determinación precisa del parámetro  $w$  de la ecuación de estado de la energía oscura utilizando las distorsiones en el espacio de  $z$  y los efectos de magnificación debidos al efecto de lente gravitacional débil. Para lo cual, se está construyendo una cámara de 151 Mpx equipada con CCD de alta sensibilidad en todo el espectro visible e infrarrojo cercano, desarrollados por la compañía japonesa Hamamatsu Photonics para este proyecto. La cámara se instalará en el *William Herschel Telescope* del observatorio Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma, a finales de 2012.

La contribución del CIEMAT se centra en el diseño y construcción de tarjetas electrónicas para la lectura de CCD, la validación completa de los filtros, el de-



Telescopio William Herschel en la isla de La Palma.  
William Herschel telescope on the island of La Palma.

sarrollo de software de control de calidad y la preparación del análisis de datos.

## 500 000 € para el Laboratorio de Biomasa del CEDER

El Laboratorio de Caracterización Físico-Química de Biomasa del Centro de Desarrollo de Energías Renovables, CEDER-CIEMAT, de Lobia, Soria, tiene prevista una inversión de 500 000 € en los próximos meses. Con esta inversión se adquirirán equipos de laboratorio para ensayos y análisis de biomasa con el objetivo de la producción de energía.

Las inversiones realizadas en los últimos



Telescopio William Herschel en la isla de La Palma.  
William Herschel telescope on the island of La Palma.

*Barcelona (IFAE) in which the Catalan Institute of Space Studies (IEEC), the Autonomous University of Madrid (UAM) and the Scientific Information Gateway – a CIEMAT-Catalan Government center for GRID computing – are also participating.*

*The objective is to draw up a photometric survey using some forty narrowband and five wideband filters to precisely determine parameter  $w$  of the equation of state of dark energy using the distortions in the  $z$  space and the effects of magnification due to the effect of a weak gravitational lens. For this purpose, a camera of 151 Mpx equipped with highly sensitive CCDs in the entire visible and near-infrared spectrum is being developed by the Japanese company Hamamatsu Photonics for this project. The camera will be installed in late 2012 in the William Herschel Telescope of the*

*Roque de los Muchachos Observatory on the island of La Palma .*

*The CIEMAT's contribution focuses on the design and construction of electronic cards for CCD readings, complete validation of the filters, development of quality control software and preparation of the data analysis.*

## € 500,000 for the CEDER Biomass Laboratory

*The Physical-Chemical Biomass Characterization Laboratory of the Renewable Energy Development Center – CEDER CIEMAT – in Lobia, Soria, is planning to invest € 500,000 in the months to come. This investment will be earmarked for the acquisition of laboratory equipment to test and analyze biomass intended for energy production.*



Vista aérea del CEDER-CIEMAT, en Soria.  
Aerial view of the CEDER-CIEMAT in Soria.

cinco años ascienden a 750 000 €, cofinanciadas en un 75 % de los importes en el marco del Programa Operativo FEDER 2007-2013, de Economía basada en el Conocimiento de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, además de distintas convocatorias de proyectos para construcción y equipamiento de infraestructuras científico-tecnológicas cofinanciadas también con fondos FEDER.

Con estos fondos se podrá dotar el laboratorio de forma que pasará a ser uno de los más modernos y mejor equipados de España en este ámbito, lo que le situará en vanguardia de la investigación en el campo del análisis y estudio de la biomasa como combustible sólido. Actualmente, el Laboratorio de Caracterización de CEDER-CIEMAT es el laboratorio español de referencia en la elaboración de normas europeas para el

análisis de la biomasa, colaborando en distintos proyectos de normalización de la Unión Europea.

## Solar Paces 2011

Granada acogió el Congreso Solar Paces 2011, que consiguió reunir a más de mil expertos en energía solar en este simposio, una de las citas más relevantes a nivel internacional en el sector de la energía solar de concentración. Esta es la tercera vez que se celebra en España, organizado por el CIEMAT. La ministra de Ciencia e Innovación participó en el Congreso, en el que también intervinieron otras autoridades, como el director general del CIEMAT, Cayetano López y el director de la Plataforma Solar de Almería, Diego Martínez, que tuvo un peso específico como organizador y coordinador del Congreso y la Exposición.

Solar Paces es el foro idóneo para el intercambio de información entre la industria, los investigadores, los políticos y los inversores interesados en el sector de la energía solar de concentración y en los sistemas de energía química. El simposio se complementó con una exposición donde estuvieron representadas

*The investments made in the last five years amount to € 750,000, 75% of which has been co-financed in the framework of the 2007-2013 FEDER Economic Operating Program, based on the Knowledge of the Castilla-Leon Autonomous Region, and by various project tenders for the construction and equipment of scientific-technological infrastructures also co-financed with FEDER funds.*

*With these funds, it will be possible to equip the laboratory to make it one of the most modern, best equipped labs in Spain in this field. This will put it at the forefront of research in the field of the analysis and study of biomass as a solid fuel. The CEDER-CIEMAT Characterization Laboratory is currently the Spanish reference lab in the drafting of European standards for the analysis of biomass, and it collaborates in*

*various European Union standardization projects.*

## Solar PACES 2011

*Granada hosted the 2011 Solar PACES Congress, a symposium attended by more than one thousand experts in solar energy and one of the most important international events in the concentration solar sector. This is the third time that it has been held in Spain, and it was organized by the CIEMAT. The minister of Science and Innovation took part in the Congress, which was also attended by other authorities such as the Director General of CIEMAT, Cayetano Lopez, and the Director of the Almería Solar Platform, Diego Martinez, who played a leading role as organizer and coordinator of the Congress and Exhibit.*

*Solar PACES is the ideal forum for exchanging information between the industry, researchers, politicians and investors interested in the concentration solar energy sector and in chemical energy systems. The symposium was complemented by an exhibit displaying the most important innovations in this type of technology. Solar PACES is the biannual event of the PACES Solar Program of the International Energy Agency (IEA), whose purpose is to promote the commercial application of solar thermal energy and solar chemical energy. The two previous editions took place in France and Germany.*

## Masterclass 2011

*Once again this year, the CIEMAT took part in the 2011 Particle Physics*



La ministra de Ciencia e Innovación con el Director General del CIEMAT y el Director de la PSA.  
The Minister of Science and Innovation with the Director General of the CIEMAT and the Director of the PSA .

las más importantes novedades de este tipo de tecnologías. Solar Pacés es el evento bianual del Programa Solar Pacés de la Agencia de la Energía (IEA) que tiene por objetivo la promoción de la aplicación comercial de los sistemas de energía térmica solar y energía química solar. Las dos ediciones anteriores tuvieron lugar en Francia y Alemania.

## Masterclass 2011

Un año más, el CIEMAT participó en la Masterclass CPAN de Física de Partículas 2011. En la presente edición la actividad recibió el título de “Física de partículas en el instituto: ¡Investiga con el LHC!”, que en realidad comprendía dos seminarios sobre física de partícu-

las, aceleradores y detectores, así como un ejercicio *hands-on* de ordenador analizando sucesos reales de colisiones de partículas registrados en experimentos del CERN, o sea, datos reales del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) para buscar alguna partícula fundamental y comprender sus interacciones.

Fueron 42 los estudiantes de segundo de bachillerato que visitaron el CIEMAT, acompañados de ocho profesores. Después de las sesiones de trabajo se discutieron los resultados a través de videoconferencia con otros estudiantes españoles que participan también en la Masterclass. La sesión finalizó con un concurso de preguntas sobre Física de Partículas, donde se pudo comprobar el alto grado de asimilación de los participantes. La actividad finalizó con la entrega de acreditación de la participación.

Como en ocasiones anteriores esta fue una ocasión magnífica para que los estudiantes de hoy, profesionales futuros, se interesen en la ciencia pero formando parte de la misma, analizando datos reales, discutiendo con investigadores, o sea, realizando actividad investigadora propiamente dicha.

*CPAN Masterclass. This year the title of the event was “Particle physics in High School: Research with the LHC!”, which in fact included two seminars on particle physics, accelerators and detectors, as well as a hands-on computer exercise to analyze real events of particle collisions recorded in CERN experiments, i.e., actual data from the Large Hadron Collider (LHC) to find a fundamental particle and understand its interactions.*

*There were 42 students from last-year high school who visited the CIEMAT, accompanied by 8 teachers. After the work sessions, the results were discussed via videoconferences with other Spanish students who also participate in the Masterclass. The session ended with a series of questions on Particle Physics, which confirmed the high degree of assimilation by the*

*participants. At the end of the class, diplomas accrediting the students’ participation were handed out.*

*As on previous occasions, this has been a magnificent opportunity for the students of today – the professionals of the future – to take an interest in science by analyzing actual data and debating with researchers, i.e., by doing research work in the true sense of the word.*

## ECRA

*October 4th was established at the headquarters of the European Parliament in Brussels, the European Alliance for Climate Research (European Climate Research Alliance, ECRA) are part of ECRA eight major European organizations in climate research in Denmark, Finland, Germany, Italy, Netherlands,*

*Norway, Spain and Sweden, the Spanish representation is made by CIEMAT, public research body under the Ministry of Science and Innovation.*

*In the formal act of incorporation of ECRA was present, representing the Director General of CIEMAT, Margarita Vila, Assistant Director of Institutional Relations and Knowledge Transfer.*

*In the words of Karin Lochte, Director of the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, on behalf of the Helmholtz Association, an organization of German research centers signatory to the Covenant: “The welfare and future of our societies around the world depend on a mild climate and reliable.”*

*ECRA created with the aim to strengthen, expand and optimize the capabilities of the European Union on climate research, sharing facilities world-class national and carry out pan-European collaborative*



## ECRA

El 4 de octubre pasado se constituyó en la sede del Parlamento Europeo en Bruselas, la Alianza Europea para la Investigación en Clima (*European Climate Research Alliance*, ECRA), forman parte de ECRA ocho de las principales organizaciones europeas en investigación sobre el clima de Dinamarca, Finlandia, Alemania, Italia, Países Bajos, Noruega, España y Suecia; la representación española se realiza a través del CIEMAT, organismo público de investigación adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación.

En el acto formal de constitución de ECRA estuvo presente, en representación del director general del CIEMAT, Margarita Vila, subdirectora general de Relaciones Institucionales y Transferencia del Conocimiento.

En palabras de Karin Lochte, directora del *Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research*, en representa-

ción de la *Helmholtz Association*, organización de centros de investigación alemanes firmante de la Alianza: “El bienestar y el futuro de nuestras sociedades en todo el mundo dependen de un clima benévolo y fiable”.

ECRA nace con el objetivo de fortalecer, ampliar y optimizar las capacidades de la Unión Europea en la investigación sobre clima, compartiendo instalaciones nacionales de primer orden mundial y llevando a efecto programas de colaboración paneuropeos. ECRA tiene la firme voluntad de integrar y conducir a la excelencia la actualmente dispersa capacidad de investigación en este ámbito en Europa, optimizando tanto los recursos materiales como los humanos.

Esta alianza está abierta a la participación de todas las instituciones de investigación que puedan contribuir a la consecución de sus objetivos. Compartir información y planes estratégicos

de todos los miembros para una mayor eficiencia y evitar redundancias, así como identificar y definir los programas estratégicos de investigación, apoyando muy especialmente la educación y formación de los futuros doctores y jóvenes investigadores en sectores estratégicos. Por último, ECRA pretende colaborar con la Industria para crear y explotar las asociaciones de interés y beneficios mutuos. La Sra. Lochte afirmó que “La ECRA representa un paso muy importante hacia una nueva era de colaboración en la investigación sobre el clima en Europa. Este paso ha sido iniciado por algunas de las principales instituciones europeas de investigación sobre el clima y es necesario. Quiero convencerles de que tenemos un enorme reto científico por delante de nosotros, pero también tenemos un enorme potencial en Europa para hacer frente a las preguntas y los problemas del cambio climático.”

También se establecerán y mantendrán redes sostenibles entre los socios de investigación y los agentes interesados, donde el sector industrial estará obviamente representado.

*duplication, and identify and define Strategic Research Agendas, supporting in particular the education and training of future doctors and young researchers in strategic sectors. Finally, ECRA aims to collaborate with industry to create and exploit the associations of interest and mutual benefit. Ms. Lochte said: “The ECRA represents an important step toward a new era of collaboration in climate research in Europe. This step has been initiated by some major European research institutions on climate and necessary. I want to convince them that we have a huge scientific challenge ahead of us, but we also have a huge potential in Europe to address the questions and problems of climate change.”*

*Also establish and maintain sustainable networks between research partners and stakeholders, where the industrial sector will obviously be represented.*



Los representantes de los organismos firmantes de ECRA.  
Representatives of the signatory agencies ECRA.

*programs. ECRA has a strong desire to integrate and drive for excellence the currently scattered research capacity in this field in Europe, optimizing both material resources such as humans.*

*The Alliance is open to all research institutions that can contribute to the achievement of its objectives. Share information and strategic plans of all members for greater efficiency and avoid*

# El lenguaje científico y la metrología

## Scientific language and metrology

**D. DEL CAMPO MALDONADO, B. MARTÍN BLASCO y E. PRIETO ESTEBAN** Centro Español de Metrología / Spanish Metrology Centre.

El Sistema Internacional de Unidades (SI) recoge todas las decisiones y recomendaciones referentes a las unidades de medida, emanadas de la Conferencia General de Pesas y Medidas, incluyendo normas para la escritura de los nombres y símbolos de las unidades y para la expresión de los valores de las magnitudes. A pesar de que el SI está internacionalmente aceptado y es el declarado legal y de uso obligatorio en España, desde el Centro Español de Metrología se viene detectando un uso incorrecto de las unidades de medida, tanto en libros de texto, de todos los niveles, como en artículos científicos.

### Introducción

Una misma lengua nunca se emplea por igual en todos los ámbitos, adquiriendo distintas peculiaridades dependiendo del uso. Cuando un científico pretende comunicar los resultados de sus investigaciones emplea el lenguaje científico. Su principal característica debe ser la objetividad, de forma que se evite en todo lo posible cualquier ambigüedad, por lo que es imprescindible la claridad y la exactitud en sus expresiones. Dentro de cada disciplina científica y técnica se emplean terminologías propias, pero todas tienen algo en común: el uso de las unidades de medida, de símbolos y ecuaciones y el empleo de ciertos términos comunes a todas ellas.

La Ley de Metrología (Ley 3/1985, de 18 de marzo)[1], en su Art. 5, apartado 3, dice que el sistema educativo incorporará la enseñanza del Sistema Legal de Unidades de Medida al nivel que corresponda. A pesar de ello, el Centro Español de Metrología recibe con cierta asiduidad observaciones relativas a la inadecuada enseñanza de las unidades de medida en el sistema educativo, habiendo recibido también en ocasiones quejas formales a través del buzón de atención al ciudadano.

La incorrecta utilización de los símbolos de las unidades de medida puede comprobarse al hojear casi cualquier publicación; por ejemplo, en las especializadas en deportes, es habitual leer que determinado piloto realizó la vuelta rápida en un tiempo de 1m 21", o de 1' 21", combinando sin ningún problema los metros (m) (con el símbolo erróneamente pegado a la cifra) con los segundos de arco ("), o utilizando minutos y segundos de arco, en lugar de las unidades de tiempo, que correctamente expresadas serían 1 min 21 s.

En las revistas del mundo del motor se encuentran expresiones como "cilindrada de 2.199 c.c." (en lugar de cm<sup>3</sup> y utilizando como símbolo decimal el punto anglosajón en lugar de la coma empleada en los países lati-

nos y francófonos), "potencia de 150 CV" (sin su equivalencia en kW) o emisiones de CO<sub>2</sub> de 195 gr/km (en lugar de escribir CO<sub>2</sub> y g/km).

También se utiliza indebidamente cada día, en la información meteorológica, el término "grado centígrado" en lugar de "grado Celsius", cuando los grados centígrados fueron eliminados del Sistema de Unidades ¡en 1948! ¡hace más de sesenta años!. Asimismo, se encuentran productos con sus especificaciones técnicas mal escritas en cuanto a unidades y símbolos (televisores y teléfonos en pulgadas, equipos industriales en PSI, Kcal, ..), así como el etiquetado de los productos de consumo (cc, caloría, CV o HP).

Respecto a la enseñanza de las unidades de medida, cabe decir que es asombrosamente obsoleta y que gran parte del profesorado, e incluso los libros de texto, no aplican el Sistema Internacional de unidades (SI) [2] declarado sistema legal de unidades de medida y de uso obligatorio en España [3], al igual que en casi la totalidad de los países del mundo.

La idea de atajar los malos usos y costumbres en las etapas más tempranas de la enseñanza debe complementarse con la formación en niveles superiores y con la divulgación a la sociedad a través de los medios de comunicación, los cuales también deben hacer su propio esfuerzo de adaptación, mejorando el mal uso

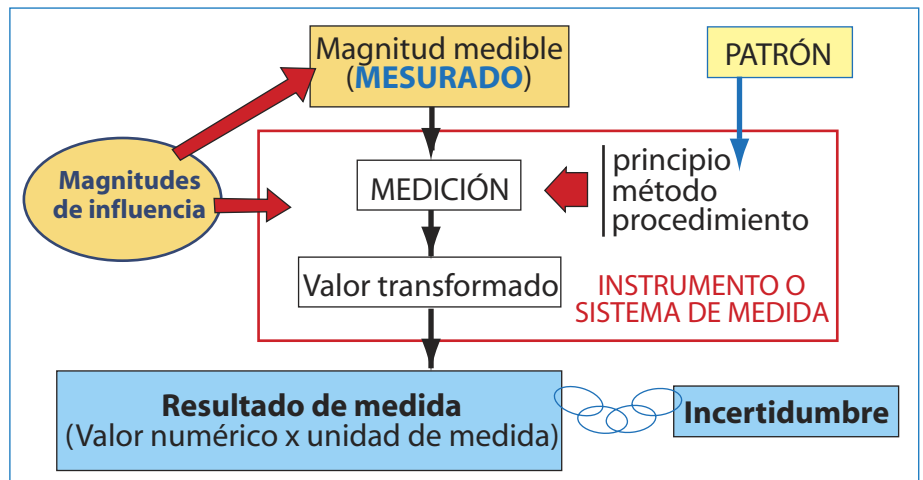


Figura 1. Esquema de relación entre diversos conceptos metrologógicos

que hacen de las unidades legales de medida y de sus reglas de escritura.

Nuestro actual sistema de unidades nació el 20 de mayo de 1875 con la firma del Convenio de París, conocido como “Convención del Metro”. El tratado fue inicialmente suscrito por diecisiete países, entre los que se encontraba España, creándose la “Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM)”, una organización intergubernamental bajo la autoridad de la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) y la supervisión del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM).

Estas instituciones mantienen su vigencia en la actualidad y se ocupan de la mejora del “Sistema Internacional de Unidades” aprobando y publicando la definición de las unidades básicas y derivadas, sus realizaciones prácticas, las reglas de escritura de los nombres y símbolos de las unidades, la expresión de los valores de las magnitudes y las reglas para la formación de sus múltiplos y submúltiplos.

Ni el sistema productivo, ni la investigación científica de ningún país pueden funcionar sin un sistema de unidades bien asimilado y diseminado. Desde un punto de vista legal, tal como recogen algunas Directivas de la Unión Europea y la Ley Española, la metrología concierne al interés, salud y seguridad públicas, a la protección del medioambiente y de los consumidores y usuarios, a la recaudación de impuestos y tasas, al cálculo de aranceles, cánones y sanciones administrativas, a la realización de peritajes judiciales y al establecimiento de las garantías básicas para un comercio leal.

### Algunos conceptos metrológicos

Como se indicó al principio de este artículo hay algunos términos comunes a todas las disciplinas científicas y técnicas que, mal utilizados, pueden inducir a confusión. En muchos casos el Vocabulario Internacional de Metrología (VIM) [4] debería ser una referencia fundamental.

Por ejemplo, la relación entre *magnitud*, *medición* y *mensurando* puede resultar poco clara, sin embargo, el VIM define *magnitud* como la *propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia*. Habitualmente, dicha referencia suele ser una unidad de medida. La *medición* se define como el *proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud* y el *mensurando*, la *magnitud que se desea medir*. Luego, de la buena definición del *mensurando*, entre otros factores, dependerá la calidad del resultado de medida. La *medición* de una *magnitud* debe realizarse empleando instrumentos o sistemas de medida calibrados; es decir, que han sido comparados con patrones o instrumentos de mayor nivel metrológico para determinar sus posibles errores, así como las incertidumbres de medida (ver figura 1).

**The International System of Units (SI) reflects all the decisions and recommendations regarding units of measurement issued by the General Conference on Weights and Measures, including rules for writing the names and symbols of measurement units and for expressing the values of quantities. Even though the SI is internationally accepted and is the declared legal system whose use is obligatory in Spain, the Spanish Metrology Centre has been detecting an incorrect use of the units of measurement both in textbooks at all levels and in scientific articles.**

### Introduction

The same language is never used the same in all fields, as it acquires certain peculiarities depending on the usage. When a scientist wants to communicate the results of his/her research, he/she uses scientific language. The main goal should be objectivity so that any ambiguity is avoided as much as possible, and for this purpose clarity and exactness of expression are essential. Each scientific discipline and technique has its own terminology, but all of them have something in common: the use of units of measurement, symbols and equations and the use of certain terms common to all of them.

Article 5, section 3, of the Metrology Law (Law 3/1985, dated March 18) [1] says that the educational system should include the teaching of the Legal Measurement System at the appropriate level. In spite of this, the Spanish Metrology Centre regularly receives messages regarding the inadequate teaching of units of measurement in the educational system, and on occasions it has received formal complaints via the citizen service mailbox.

It is possible to see to what extent the symbols of units of measurement are incorrectly used by leafing through almost any publication. For example, in specialized sports magazines, it is common to read that the fastest lap time of a certain driver was 1m 21” or 1’ 21”, where metres (m) (with the symbol erroneously placed flush with the figure) are carelessly combined with seconds of arc (“), or where minutes and seconds of arc are used instead of the units of time, which correctly expressed would be 1 min 21 s.

In car magazines, expressions such as the following can be found: “cubic capacity of 2.199 c.c.” (instead of cm<sup>3</sup> and using the Anglo Saxon period instead of the comma used in French-speaking and Latin countries), “power of 150 CV” (without its equivalence in kW) and “CO<sub>2</sub> emissions of 195 gr/km” (instead of writing CO<sub>2</sub> and g/km).

In weather information, instead of using “degree Celsius”, the term “degree Centigrade” is improperly used on a regular basis even though degrees Centigrade were eliminated from the System of Units in 1948 (more than sixty years ago)! Likewise, there are products whose technical specifications contain incorrectly written units and symbols (TVs and telephones in inches, industrial equipment in PSI, Kcal, etc.) and consumer products which are improperly labelled (cc, calorie, CV or HP).

As for the teaching of units of measurement, it is surprisingly obsolete and there are many teachers, and even textbooks, who do not use the International System of Units (SI) [2], even though it has been declared as the legal system of units of measurement whose use is obligatory in Spain [3], as it is in almost all the countries in the world.

The idea of correcting these mistakes and bad habits in the earliest stages of education should be complemented with training at higher levels and with dissemination to society via the communication media, which should also make their own efforts to adapt and improve their utilization of the legal units of measurement and their rules of writing.



El concepto de *incertidumbre de medida* es uno de los más desconocidos en el ámbito de la enseñanza y la investigación, empleándose erróneamente en su lugar, muy a menudo, el término error. Para de expresar el resultado de una medición de una magnitud física, es necesario dar alguna indicación cuantitativa de la calidad del mismo o, dicho de otro modo, de la confianza que se tiene en él. Sin dicha indicación, las mediciones no pueden compararse entre sí, ni con otros valores de referencia. Por ello, el resultado de medición suele expresarse en la forma  $R \pm U$ , donde  $R$  es el resultado más probable y  $U$  la incertidumbre expandida asociada al mismo.

El concepto de *incertidumbre* es relativamente nuevo en la historia de la medición, a pesar de que conceptos como error y análisis de errores han formado parte desde hace mucho tiempo de la práctica de la ciencia de la medida o metrología. Actualmente está ampliamente reconocido que aún cuando se hayan considerado todas las componentes conocidas o sospechadas del error de una medida, y se hayan aplicado las correcciones oportunas, aún existe una incertidumbre asociada a la corrección del resultado final; esto es, una duda acerca de la bondad con que el resultado final representa al valor de la magnitud medida.

De la misma manera que la utilización casi universal del Sistema Internacional de Unidades (SI) ha dado coherencia a todas las mediciones científico-técnicas, un consenso internacional sobre la evaluación y expresión de la incertidumbre de medida ha permitido dar significado a una gran variedad de resultados de medida en los campos de la ciencia, la ingeniería, el comercio, la industria y la reglamentación, para que fueran fácilmente entendidos y adecuadamente interpretados. En esta era del mercado global, es imprescindible que el método de evaluación y expresión de la incertidumbre sea uniforme en todo el mundo, de manera que las mediciones realizadas en diferentes países puedan ser comparadas fácilmente. La estimación de la incertidumbre de medida se realiza conforme a lo estipulado en la Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida [5].

## Las reglas de escritura

El seguir las reglas de escritura recomendadas en el SI no es algo baladí, este aspecto es importante ya que los símbolos de las unidades y de las magnitudes no son simples abreviaturas, sino entidades algebraicas cuyo uso está normalizado. Debido a ello, por ejemplo, nunca van seguidos de un punto, salvo al final de una frase, ni deben usarse en plural, ni tampoco mezclar símbolos de unidades con nombres de unidades en una misma expresión, ya que los nombres no son entidades matemáticas. Además, para formar los productos y cocientes de los símbolos de las unidades, se deben aplicar las reglas habituales de multiplicación y división algebraica.

Los símbolos de las unidades se escriben en caracteres romanos (rectos), independientemente del tipo de letra

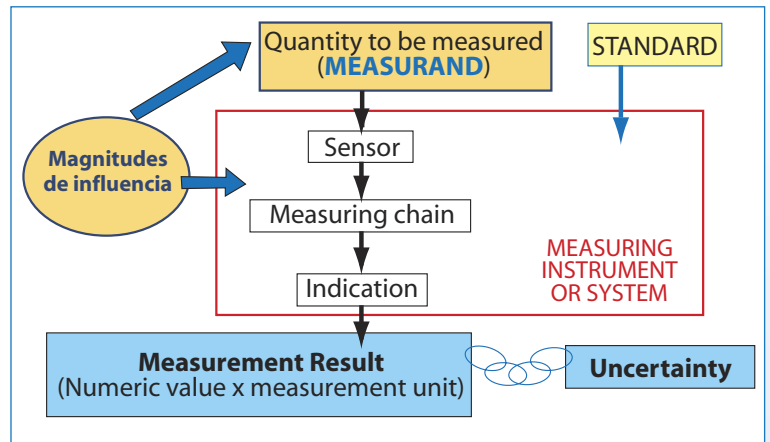


Figure 1: Scheme of relation between various metrology concepts.

Our current system of units was born on 20 May 1875 with signature of the Paris Convention, known as the “Meter Convention”. This treaty was originally signed by seventeen countries, including Spain, and it created the “International Bureau of Weights and Measures (BIPM)”, an intergovernmental organization under the authority of the General Conference on Weights and Measures (CGPM) and oversight of the International Committee for Weights and Measures (CIPM).

These institutions are still operative at present and are tasked with improving the “International System of Units” by approving and publishing the definition of base and derived units, their practical usages, the rules for writing the names and symbols of the units, the expression of the values of quantity and the rules for forming their multiples and submultiples.

Neither the productive system nor scientific research bodies in any country can function without a well assimilated and disseminated system of units. From a legal point of view, as set down by some European Union Directives and Spanish Law, metrology is a matter of public interest and concerns health and safety, environmental and consumer protection, tax collection, the calculation of administrative sanctions, royalties and tariffs, legal appraisals and the establishment of basic guarantees for fair trade.

## Some Metrology Concepts

As indicated at the beginning of this article, there are some terms that are common to all the scientific and technical disciplines which, if they are misused, can lead to confusion. In many cases the International Vocabulary of Metrology (VIM) [4] should be a fundamental reference.

For example, the relationship between *quantity*, *measurement* and *measurand* may not seem obvious; however, the VIM defines *quantity* as the *property of a phenomenon, body or substance where the property has a magnitude that can be expressed as a number and a reference*. This reference is usually a unit of measurement. *Measurement* is defined as the *process of experimentally obtaining one or more quantity values that can reasonably be attributed to a quantity and the measurand as the quantity intended to be measured*. Therefore, the quality of the measurement result will, among other factors, depend on a good definition of the *measurand*. A *quantity* should be *measured* using calibrated measuring instruments or systems, i.e., which have been compared to standards or instruments of a higher metrological level to determine the possible errors, as well as the measurement uncertainties (see figure 1).

The concept of *measurement uncertainty* is one of the least understood in the field of teaching and research, and the term error is very often erroneously used in its place. To express the result of a measurement of physical

empleada en el texto adyacente. Se escriben siempre en minúscula excepto si derivan de un nombre propio (como el kelvin, símbolo K), en cuyo caso la primera letra es mayúscula. Como excepción se permite el uso de la letra L mayúscula o l minúscula como símbolos del litro, a fin de evitar la confusión entre la cifra 1 (uno) y la letra l (ele).

Los símbolos de las magnitudes están formados generalmente por una sola letra en cursiva, pero puede darse información adicional mediante subíndices, superíndices o paréntesis. Así  $C$  es el símbolo recomendado para la capacidad calorífica,  $C_m$  para la capacidad calorífica molar (con el subíndice “m” en carácter recto por ser descriptivo),  $C_{m,p}$  para la capacidad calorífica molar a presión constante (con el subíndice “p” en cursiva por representar una magnitud). Las constantes suelen ser magnitudes físicas y, por lo tanto, sus símbolos también deben escribirse en cursiva, por ejemplo  $k_B$  representaría la constante de Boltzmann.

Las reglas de escritura facilitan la comprensión de las publicaciones científicas y técnicas, su seguimiento es obligado en el caso de las magnitudes y unidades de medida y muy recomendado en el caso de notaciones algebraicas o matemáticas. Las reglas obligatorias están incluidas en el Sistema Internacional (SI), las voluntarias proceden del mundo de la normalización y están recomendadas por las serie de normas internacionales ISO/IEC 80000, equivalente a la serie UNE 82100 de normas españolas.

### Referencias / References

- [1] Ley 3/1985, de 18 de marzo, de Metrología / [1] Metrology Law 3/1985, dated 18 March.
- [2] Sistema Internacional de Unidades. 8ª edición en español. 2006. CEM. <http://www.cem.es/sites/default/files/siu8edes.pdf>.
- [2] International System of Units. 8th edition in Spanish. 2006. CEM. <http://www.cem.es/sites/default/files/siu8edes.pdf>.
- [3] Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida.
- [3] Royal Decree 2032/2009, dated 30 December, which establishes the legal units of measurement.
- [4] Vocabulario Internacional de Metrología. 3ª edición en español. 2008. CEM. <http://www.cem.es/sites/default/files/vim3edes.pdf>.
- [4] International Vocabulary of Metrology. 3rd edition in Spanish. 2008. CEM. <http://www.cem.es/sites/default/files/vim3edes.pdf>.
- [5] Evaluación de datos de medición. Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. 3ª edición en español. 2009. CEM. <http://www.cem.es/sites/default/files/gum20digital1202010.pdf>.
- [5] Assessment of measurement data. Guide to Expression of Uncertainty in Measurement. 3rd edition in Spanish. 2009. CEM. <http://www.cem.es/sites/default/files/gum20digital1202010.pdf>.

quantity, some quantitative indication of its quality, i.e. of the confidence in it, must be given. Without such indication, the measurements cannot be compared with each other or with other reference values. Therefore, the measurement result is usually expressed as  $R \pm U$ , where  $R$  is the most probable result and  $U$  the expanded uncertainty associated with it.

The uncertainty concept is relatively new in the history of measurement, even though concepts such as error and error analysis have for a long time been part of the practice of the science of measurement or metrology. Currently it is widely acknowledged that, even when all the known or suspected components of the error of a measurement have been considered and timely corrections have been made, there is still an uncertainty associated with the correction of the final result, i.e., a doubt about how well the final result represents the value of the measured quantity.

Just as the almost universal use of the International System of Units (SI) has lent consistency to all scientific-technical measurements, an international consensus on the assessment and expression of the measurement uncertainty has made it possible to give meaning to a wide range of measurement results in the fields of science, engineering, trade, industry and regulation, so they can be easily understood and properly interpreted. In this era of global markets, it is essential that the uncertainty assessment and expression method be uniform throughout the world, so that the measurements made in different countries can be easily compared. The measurement uncertainty is estimated in accordance with the stipulations of the Guide to Expression of Uncertainty in Measurement [5].

### Rules of Writing

Following the rules of writing recommended in the SI is not a trivial matter; it is important because the symbols of the units and the quantities are not mere abbreviations, but rather algebraic entities whose use is standardized. As a result, they are never followed, for example, by a period except at the end of a sentence, nor should they be used in plural. Furthermore, symbols of units should not be mixed with names of units in the same expression, since the names are mathematical entities. In addition, to form the products and quotients of the symbols of units, the common rules of algebraic multiplication and division should be used.

The symbols of units are written in roman (upright) characters, regardless of the typeface used in the surrounding text. They are always written in lower-case letters, except when they are derived from the name of a person (e.g., the Kelvin, symbol K), in which case the first letter is upper-case. As an exception, the use of the upper-case letter L or lower-case l as symbols of the litre is allowed, in order to avoid confusion between the number 1 (one) and the lower-case letter l (el).

The symbols of quantities are generally formed by a single italic letter, but additional information may be given by means of subscripts, superscripts or parentheses. For example,  $C$  is the recommended symbol for heat capacity,  $C_m$  for molar heat capacity (with the subscript “m” in upright type because it is descriptive), and  $C_{m,p}$  for molar heat capacity at constant pressure (with the subscript “p” in italics as it represents a quantity). The constants are usually physical quantities and, therefore, their symbols should also be written in italic letters, e.g.  $k$  represents the Boltzmann constant.

The rules of writing make it easier to understand scientific and technical publications. Adherence to them is obligatory in the case of quantities and units of measurement and highly recommended in the case of algebraic or mathematical notations. The obligatory rules are included in the International System (SI) and the voluntary ones come from the field of standardization and are recommended by the series of international standards ISO/IEC 80000, equivalent to series UNE 32100 of Spanish standards.

# Herramientas para elaborar métodos de CAD del cáncer de mama

Una colaboración entre el CIEMAT y las Facultades de Ingeniería y Medicina de la Universidad de Porto

## Tools for building Breast Cancer CAD methods

A collaboration between CIEMAT and the Faculties of Engineering and Medicine of the University of Porto

**Guillermo DÍAZ-HERRERO; Jose Miguel FRANCO-VALIENTE; César SUÁREZ-ORTEGA; Manuel RUBIO DEL SOLAR y Raúl RAMOS-POLLÁN** CETA-CIEMAT / CETA-CIEMAT

**Miguel Ángel GUEVARA-LÓPEZ; Naimy GONZÁLEZ DE POSADA** INEGI-FEUP Instituto de Ingeniería Mecánica y Gestión Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Porto / INEGI-FEUP Institute of Mechanical Engineering and Industrial Management, Faculty of Engineering, University of Porto

**Isabel RAMOS y Joana LOUREIRO** HSJ-FMUP Hospital de São João, Facultad de Medicina, Universidad de Porto / HSJ-FMUP Sao Paulo, Faculty of Medicine, University of Porto

En este artículo, se describen los principales resultados de la colaboración que existe actualmente entre CETA-CIEMAT y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Porto. Se presenta el “Terminal de Imágenes de Mamografía para el Análisis y Diagnóstico” (MIWAD), así como los procesos de análisis de datos mediante los cuales se utilizan infraestructuras de computación Grid para desarrollar métodos de Diagnóstico Asistido por Computador (CAD) del cáncer de mama. MIWAD es un software integral y novedoso que incorpora una interfaz gráfica de usuario especializada donde se combinan el procesamiento de imágenes digitales, el reconocimiento de pautas y técnicas de inteligencia artificial. En este trabajo, se describe su aplicación con éxito, en una experiencia piloto, al primer repositorio digital de cáncer de mama portugués.

### Introducción

En este trabajo, describimos el proceso mediante el cual (1) se utilizó el MIWAD para crear conjuntos de datos (*datasets*) extraídos de mamografías anotadas por radiólogos especializados, y (2) se usaron recursos de computación Grid para elaborar clasificadores de aprendizaje automático para el CAD del cáncer de mama. En conjunto, esto constituye una experiencia piloto de éxito con MIWAD llevado a cabo con casos reales de cáncer de mama, donde hemos obtenido clasificadores automáticos produciendo valores del área bajo la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) de entre 0,661 y 0,996 para los distintos conjuntos de datos elaborados.

### El repositorio digital de cáncer de mama

Construimos el “Repositorio Digital de Cáncer de Mama” (BCDR) con casos anónimos procedentes de los archivos médicos históricos (en cumplimiento con la actual reglamentación de privacidad, ya que se utilizan también para la enseñanza de estudiantes médicos regulares o de post-grado) facilitados por la Facultad de Medicina – Hospital São João, Universidad de Porto (FMUP), Portugal. El BCDR está soportado y alojado en la Infraestructura de Repositorios Digitales (DRI) desarrollada por los autores en CETA-CIEMAT [1], y su modelo de datos es un subconjunto del formato de fichero médico DICOM [2] personalizado por radiólogos de la FMUP. En el momento de la redacción de este artículo, el BCDR está compuesto

por 950 casos, y las lesiones en mamografías son segmentadas (delimitadas) por especialistas y posteriormente clasificadas según la familia de clases del Sistema de Informes y Registro de Datos de Imagen de Mama (BI-RADS) [3]. Luego se elaboran los *datasets* para el entrenamiento de clasificadores de aprendizaje automático, que serán posteriormente integrados en MIWAD para su clasificación automática y su uso por especialistas como segunda opinión para respaldar su diagnóstico y sus decisiones relativas a la gestión del paciente.

### Terminal de Imágenes de Mamografía para el Análisis y Diagnóstico (MIWAD)

MIWAD es una aplicación Java que permite el almacenamiento, recuperación y gestión de información sobre pacientes y casos en el BCDR y que constituye un terminal gráfico (ver Figura 1) para el procesamiento, análisis y diagnóstico de imágenes de mamografía. MIWAD incorpora distintos grupos de algoritmos de procesamiento y/o análisis de imágenes, tales como: filtros clásicos de pre-procesamiento, operadores morfológicos matemáticos, filtros de realce de imagen, etc. MIWAD se diferencia de los productos CAD comerciales porque está dedicado al diagnóstico asistido por computador (CADx) de posibles lesiones patológicas sobre regiones definidas por el usuario, y no a la detección asistida por computador (CADe). El proceso mediante el cual se diagnostica una imagen de mamografía con la ayuda de MIWAD sigue los pasos mostrados



## Computación GRID • GRID Computing

en la Figura 1: (1) Selección de la Región de Interés (ROI), (2) Pre-procesamiento de las imágenes, (3) Segmentación, (4) Extracción de características, (5) Clasificación.

En el paso 4 (extracción de características), se extraen de la región segmentada medidas (características) de distinta naturaleza para producir un vector de características que es representativo de la región segmentada (perímetro, superficie, elongación, aspereza, contraste, etc.). En el paso 5 (clasificación), se asigna el vector de características extraído a una determinada clase, correspondiente a un tipo de lesión y/o a un estado de benignidad/malignidad.

### Preparación de conjuntos de datos

A partir del BCDR, unos radiólogos especializados de la FMUP evaluaron, utilizando MIWAD, y clasificaron, utilizando BI-RADS, 286 casos. Solo se seleccionaron los casos en los que había imágenes de mamografía tanto *craneocaudal* (CC) como *oblicua medio-lateral* (OML) de las mamas izquierda y derecha, incluyendo información crítica asociada como el tipo de lesión, resultados de biopsias, etc. Unos pocos casos eran normales (sin lesión), mientras que el resto presentaba una de las siguientes lesiones: microcalcificaciones, calcificaciones, masas, distorsiones de la arquitectura o asimetrías. Los radiólogos trataron especialmente de localizar y segmentar posibles ROI para la misma lesión en las imágenes de mamografía asociadas tanto a la CC como a la OML en cada caso. Se realizó esta doble segmentación con éxito en 126 casos, produciendo cada uno dos vectores de rasgos (uno para cada imagen CC y OML), mientras que en los restantes 160 casos, solo se segmentó una ROI en la imagen CC o en la OML, produciendo un solo vector de características. Esto es atribuible a varias causas, entre ellas problemas técnicos, dificultades en la identificación de ROI's tanto en las imágenes CC como las OML o contingencias fortuitas. Para cada ROI segmentada (en imágenes OML y/o CC),

This paper describes the main results of the collaboration currently ongoing between CETA-CIEMAT and the Faculty of Engineering at the University of Porto. It introduces the “Mammography Image Workstation for Analysis and Diagnosis” (MIWAD) and the data analysis processes through which Grid infrastructures are used to develop Breast Cancer Computer-Aided Diagnosis (CAD) methods. MIWAD is a novel integrated software framework that integrates a specialized graphical user interface combining digital image processing, pattern recognition and artificial intelligence techniques. This paper describes its successful application in a pilot experience, on the first Portuguese Breast Cancer Digital Repository.

### Introduction

In this work we describe the process by which (1) MIWAD was used to create datasets extracted from annotated mammograms by specialized radiologists and (2) Grid computing resources were used to build machine learning classifiers for breast cancer CAD. Overall, this constitutes a successful MIWAD pilot experience with real breast cancer cases, where we obtained automatic classifiers producing areas under the receiver operating characteristic (ROC) curve values between 0.661 and 0.996 for the different datasets built.

### The Breast Cancer Digital Repository

We built the “Breast Cancer Digital Repository” (BCDR) with anonymous cases from medical historical archives (complying with current privacy regulations as they are also used to teach regular and postgraduate medical students) supplied by the Faculty of Medicine - Hospital São João, University of Porto (FMUP), Portugal. BCDR is supported and hosted on the Digital Repositories Infrastructure (DRI) platform developed by the authors at CETA-CIEMAT [1] and its data model is a subset of the DICOM medical file format [2] customized by radiologists at the FMUP. At the time of writing, BCDR is composed of 950 cases and lesions in mammograms are to be segmented (marked out) by specialists and then classified according to the Breast Image Reporting and Data System (BI-RADS) class family [3]. Datasets are then built to train machine learning classifiers to be later integrated in MIWAD for automatic classification to be used for second opinion by specialists as second opinion to support their diagnosis and patient management decisions.

### Mammography Image Workstation for Analysis and Diagnosis (MIWAD)

MIWAD is a Java application that allows storage, retrieval and management of patient and case information in the BCDR and provides a graphical workstation (see figure 1) for processing, analyzing and diagnosing mammography

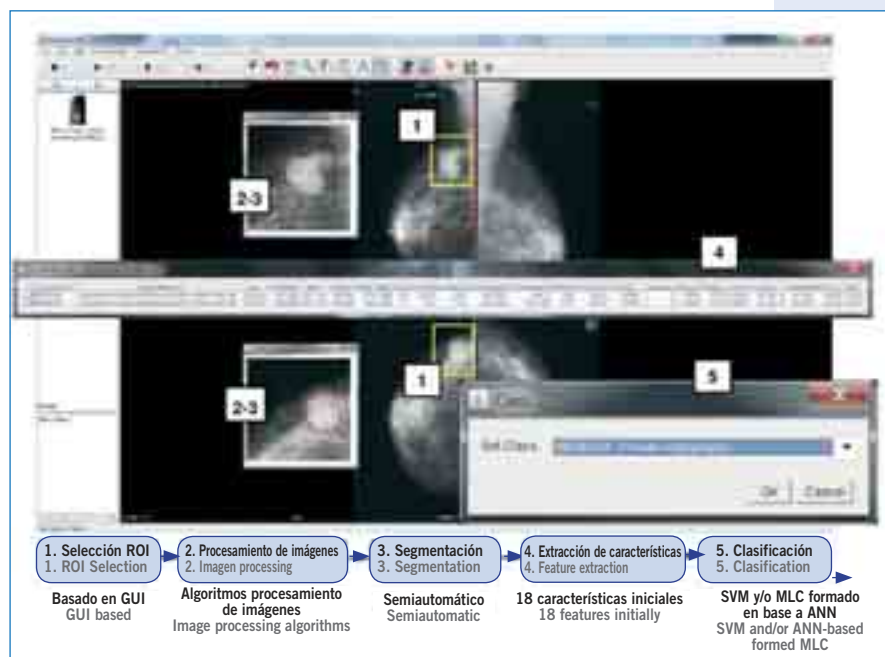


Figura 1. Mamografía CAD.  
Figure 1. Mammography CAD.

se extrajo un vector de características y se construyeron varios datasets combinando distintos conjuntos de características extraídas y operaciones de normalización. La clasificación BIRADS efectuada por los especialistas dio lugar a un 62% de los casos benignos y un 38% malignos.

## Exploraciones del espacio de búsqueda de clasificadores de aprendizaje automático basados en SVM y ANN

Usamos recursos de computación Grid para realizar exploraciones masivas de clasificadores basados en redes neurales artificiales (ANN) y máquinas de vectores de soporte (SVM), con el fin de buscar clasificadores de alto rendimiento para nuestros conjuntos de datos. Entrenamos miles de configuraciones, consumiendo unos 200 días de tiempo CPU. La validación fue realizada con *leave-one-out cross-validation* [4] y un variante del método bootstrap [5, 6] donde, antes del entrenamiento de cada configuración de una exploración, se marcó de forma aleatoria el 40% del conjunto de datos para el test y el resto para el entrenamiento. Después del entrenamiento y la validación, utilizado dos medidas para evaluar el rendimiento del clasificador en la parte del test del conjunto de datos: TESTPCT, el porcentaje de elementos clasificados correctamente (precisión) y TESTAZ, el área bajo la curva ROC (AUC). Solo los clasificadores de mejor desempeño seleccionados que resultasen de la exploración de todos los datasets se integrarán en MIWAD para el diagnóstico asistido del cáncer de mama.

## Resultados y conclusiones

En la Tabla 1, se resumen los resultados de clasificación para los *datasets* en los que se seleccionó solo una ROI en la imagen OML o en la CC. Para cada tipo de SVM y ANN, se muestran los valores medios y máximos para TESTAZ y TESTPCT para todas las configuraciones entrenadas. En la Tabla 2, se muestran los mejores resultados de clasificación para los conjuntos de datos donde se podían segmentar las lesiones en ambas imágenes, junto con las configuraciones obtenidas de clasificadores específicos.

Los resultados de nuestra investigación muestran como se puede utilizar MIWAD para identificar qué combinaciones de procesamiento de imágenes digitales, reconocimiento de patrones y técnicas de inteligencia artificial son las más apropiadas para el diagnóstico del cáncer de mama, y que la identificación de la misma lesión tanto en las imágenes de mamografía CC como las OML aumenta de forma significativa el desempeño de

images. MIWAD implements distinctive groups of image processing and/or analysis algorithms, such as: classical pre-processing filters, mathematical morphological operators, image enhancing filters, etc. MIWAD differs from commercial CAD products because it is devoted to computer assisted diagnosis (CADx) for possible pathological lesions on user defined regions, rather than to computer assisted detection (CADe). The process by which a mammography image is diagnosed with the help of MIWAD goes through the steps shown in figure 1: (1) Region of Interest (ROI) selection, (2) Image Preprocessing, (3) Segmentation, (4) Features Extraction, (5) Classification.

In step 4 (features extraction) quantitative measures (features) of different nature are extracted out from the segmented region to produce a features vector which is representative of the segmented region (perimeter, area, elongation, roughness, contrast, etc.). In step 5 (classification), the extracted features vector is assigned to a certain class, corresponding to a lesion type and/or a benignancy/malignancy status.

## Dataset Preparation

From BCDR, specialized radiologists at the FMUP using MIWAD evaluated and BI-RADS classified 286 cases. Only cases having both craniocaudal (CC) and mediolateral oblique (MLO) mammography images of left and right breasts were selected, including associated critical information such as lesion type, biopsies results, etc. A few cases were normal ones (no lesion) and the rest showed one of the following lesions: microcalcifications, calcifications, masses, architectural distortions and asymmetries. Radiologists made a special effort trying to locate and segment possible ROIs for the same lesion in both CC and MLO associated mammography images for each case. This double-segmentation was successfully performed in 126 cases producing each one two features vectors (one for each CC and MLO image), whereas in the remaining 160 cases only one ROI was segmented, either in the CC or in the MLO image, producing one single features vector. This was attributable to various reasons, including technical issues, difficulties in ROI identification in both CC and MLO images or casual contingencies. For each segmented ROI (in MLO and/or CC images) a features vector was extracted and several datasets were constructed combining different sets of extracted features and normalization operations. BIRADS classification by specialists produced 62% of the cases benign and 38% malignant.

MOTOR/ ENGINE	MAX TESTPCT	AVG TESTPCT	STDDEV TESTPCT	MAX TESTAZ	AVG TESTAZ	STDDEV TESTAZ
libsvm.csvc	0,750	0,654	0,031	0,778	0,660	0,053
encog.ffsa	0,709	0,656	0,025	0,788	0,704	0,044
encog.ffbpiroc	0,721	0,640	0,054	0,758	0,679	0,032
encog.ffsaroc	0,726	0,650	0,038	0,752	0,683	0,044
encog.ffbp	0,709	0,635	0,039	0,744	0,662	0,045
encog.ffga	0,709	0,618	0,052	0,737	0,622	0,060

Tabla 1.  
Table 1.

## Explorations of SVM and ANN based Machine Learning Classifiers Search Space

We used Grid computing resources to make massive explorations of artificial neural networks (ANN) and support vector machines (SVM) classifiers to find well performing classifiers for our datasets. We trained thousands of configurations taking around 200 days of CPU time. We used leave-one-out cross validation [4] and a variant of the bootstrap validation method [5, 6] where before training each configuration of an exploration, 40% of the dataset was labeled randomly for testing and the rest for

MOTOR/ ENGINE	PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN / CONFIGURATION PARAMETERS	VALORES DE CONFIGURACIÓN / CONFIGURATION VALUES	TESTPCT / TESTPCT	TESTAZ / TESTAZ
libsvm.csvc	kernel degree gamma shrink coef0 cost weight probestimates	pol 2 0.0048 true 1.0 64.0 0.5 true	0,937	0,984
libsvm.csvc	kernel degree gamma shrink coef0 cost weight probestimates	pol 2 0.0010 true 0.1 1.0 0.1 true	0,937	0,982
libsvm.csvc	kernel degree gamma shrink coef0 cost weight probestimates	sigm 2 0.0010 true 0.1 1.0 0.1 true	0,921	0,981
libsvm.csvc	kernel degree gamma shrink coef0 cost weight probestimates	rbf 2 0.01 true 0.6 1.0 1.0 true	0,913	0,981
encog.ffbp	layers and neurons learnrate momentum epochs	[36:54:27:14:2] 0.1 0.2 500	0,941	0,996
encog.ffsa	layers and neurons starttempdtemp cycles epochs	[36:54:27:14:2] 100.0 2.0 100 200	0,940	0,983
encog.ffbiroc	ayers and neurons learnrate momentum epochs	[36:54:27:14:2] 0.1 0.2 500	0,902	0,964
encog.ffsaroc	layers and neurons starttempdtemp cycles epochs	[36:54:27:14:2] 100.0 2.0 100 200	0,902	0,960

Tabla 2.  
Table 2.

los clasificadores, lo que confirma los hallazgos descritos en la literatura. En términos generales, MIWAD ha resultado ser una aplicación informática apropiada para soportar al ciclo de vida completo del desarrollo y validación de métodos CAD del cáncer de mama.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto de colaboración en la investigación GRIDMED entre INEGI (Portugal) y CETA-CIEMAT (España). El CETA-CIEMAT agradece la aportación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional. El Prof. Guevara agradece el POPH - QREN-Tipología 4.2 –Promoción de empleo científico, financiado por el ESF y MCTES, Portugal.

## Referencias / References

- [1] R. Ramos-Pollan, et al., "Exploiting elnfrastuctures for medical image storage and analysis: A Grid application for mammography CAD," in The Seventh IASTED International Conference on Biomedical Engineering, Innsbruck, Austria, 2010.
- [2] NEMA. (2010). Digital Imaging and Communications in Medicine. Available: <http://dicom.nema.org/>
- [3] C. J. D'Orsi, et al., Breast Imaging Reporting and Data System: ACR BI-RADS-Mammography, 4th Edition ed.: American College of Radiology, 2003.
- [4] B. Efron, "Estimating the Error Rate of a Prediction Rule: Improvement on Cross-Validation," Journal of the American Statistical Association, vol. 78, pp. 316-331, 1983.
- [5] J.-H. Kim, "Estimating classification error rate: Repeated cross-validation, repeated hold-out and bootstrap," Computational Statistics & Data Analysis, vol. 53, pp. 3735-3745, 2009.
- [6] B. Efron and G. Gong, "A Leisurely Look at the Bootstrap, the Jackknife, and Cross-Validation," The American Statistician, vol. 37, pp. 36-48, 1983

training. After training and validation, we used two measures to evaluate classifier performance on the test part of the dataset: TESTPCT, the percentage of elements correctly classified (accuracy) and TESTAZ, the area under the ROC curve (AUC). Only selected well performing classifiers resulting from exploring all datasets would be integrated back into MIWAD for assisted breast cancer diagnosis.

## Results and conclusions

Table 1 summarizes the classification results for datasets where only one ROI was selected either on the MLO or in the CC images. For each SVM and ANN engine it shows averages and maximum values for TESTAZ and TESTPCT for all configurations trained. Table 2 shows the best classification results for datasets where the lesions could be segmented on both images, along with the specific classifier configurations obtained.

The results of our investigation show how MIWAD can be used to identify what combination of digital image processing, pattern recognition and artificial intelligence techniques are most appropriate to diagnose breast cancer; and that identifying the same lesion in both CC and MLO mammography images increased meaningfully classifiers performance, which confirms literature reported findings. Overall, MIWAD proved to be an appropriate software framework supporting the full lifecycle to develop and validate breast cancer CAD methods.

## Acknowledgements

This work is part of the GRIDMED research collaboration project between INEGI (Portugal) and CETA-CIEMAT (Spain). CETA-CIEMAT acknowledges the support of the European Regional Development Fund. Prof. Guevara acknowledges POPH-QREN-Tipología 4.2 – Promotion of scientific employment funded by the ESF and MCTES, Portugal.



# Células Madre y sangre:

¿De dónde venimos y ... dónde vamos a parar?

## Stem Cells and Blood:

Where have we come from ... and where are we going?

**Juan A. BUEREN** - Jefe de la División de Hematopoyesis y Terapia Génica del CIEMAT/CIBER de Enfermedades Raras y presidente de la Sociedad Española de Terapia Génica y Celular / Head of the Hematopoiesis and Gene Therapy Division of the CIEMAT/CIBER for Rare Diseases and President of the Spanish Society of Gene and Cell Therapy

Desde que en el año 1961 se describió el primer ensayo que permitía caracterizar el comportamiento de una célula madre en ratones expuestos a altas dosis de radiación, la investigación en este campo ha sufrido un ritmo difícilmente predecible. El conocimiento de la función de las células madre hematopoyéticas -las responsables de la formación de las células sanguíneas- facilitó el desarrollo de terapias basadas en el trasplante de médula ósea y de otras fuentes celulares, tales como la sangre del cordón umbilical. Estos avances, unidos al progreso de la biología molecular y la virología, permitieron manipular el genoma de las células madre hematopoyéticas con tal



División de Hematopoyesis y Terapia Génica del CIEMAT / CIBER de Enfermedades Raras.  
Hematopoiesis and Gene Therapy Division of the CIEMAT / CIBER for Rare Diseases

eficacia y seguridad que el trasplante de células modificadas genéticamente ha pasado a ser una alternativa terapéutica real para el tratamiento de determinadas enfermedades genéticas y también el cáncer. En este breve artículo se describen algunas de las contribuciones que la División de Hematopoyesis y Terapia Génica del CIEMAT y del CIBER de Enfermedades Raras ha venido desarrollando en este fascinante campo de las células madre y la terapia génica, en el contexto de la investigación internacional realizada en este área.

### EL DESCUBRIMIENTO DE LAS CÉLULAS MADRE HEMATOPOYÉTICAS Y EL TRASPLANTE DE MÉDULA ÓSEA

Como introducción, no puedo dejar de mencionar alguno de los trabajos pioneros realizados por otros investigadores, que nos han permitido abordar hitos impensables pocos años atrás. Mención especial merece la investigación realizada en el año 1961 por los investigadores canadienses Ernest McCulloch y James Till, quienes publicaron un estudio que marcó un hito en la historia de las células madre [1]. En este trabajo los autores demostraron que el trasplante de médula ósea en ratones irradiados generaba, al cabo de unos 10 días, nódulos esplénicos cuyo número era proporcional a la cantidad de cé-

lulas de médula ósea trasplantadas. La célula responsable de la formación de cada nódulo esplénico se denominó "unidad formadora de colonias esplénicas ó CFU-S", representando un tipo particular de célula madre. Durante esa época, una gran parte de los estudios realizados en el campo de las células madre estaba relacionada con la protección radiológica; en particular tratando de comprender el comportamiento de estas células ante las radiaciones ionizantes, y también tratando de proteger o estimular estas células ante exposiciones elevadas de radiación. Estos fueron, de hecho, algunos de los objetivos que perseguimos en el Grupo de Radiobiología del CIEMAT [2, 3] [4] hasta que decayó el interés por la investigación radiobiológica relacionada con dosis altas y moderadas de radiación, y por el contrario se despertó una gran expectación por las aplicaciones terapéuticas de las células madre.

### EL TRASPLANTE HEMATOPOYÉTICO: EL PARADIGMA DE LA TERAPIA CELULAR

El Dr. Donald Thomas comenzó sus experimentos de trasplante de médula ósea en perros en los años 50, lo que le permitió trasladar sus observaciones al tratamiento de los primeros pacientes que padecían enfermedades hematológicas. Gracias al esfuerzo pionero del Dr. Thomas, el trasplante de médula ósea se ha venido expandiendo progresivamente para el tratamiento de numerosas enfermedades de la sangre, constituyendo hoy en día el paradigma de la terapia celular [5]. Por su indiscutible contribución al campo del trasplante hematopoyético, en el año 1990, el Dr. Thomas recibió el premio Nobel de Fisiología y Medicina.

Los estudios realizados en la década de los 80 sobre las propiedades de la sangre del cordón umbilical pusieron de manifiesto el elevado número de células madre hematopoyéticas presentes en este tejido. Entre los trabajos realizados en esta época, han de destacarse los llevados a cabo por los pediatras españoles Fernández-Delgado, Besalduch y Colomer [6], y por los hematólogos Broxmayer y Boys [7], quienes predijeron las posibilidades de la sangre de cordón umbilical para ser utilizada en terapias de trasplante. En el año 1988 la Dra. Eliane Gluckman realizó en el Hospital San Louis de París el primer trasplante de células de sangre de cordón a un paciente [8]. En este caso un paciente pediátrico que padecía una enfermedad genética que afecta a la producción de células sanguíneas: la anemia de Fanconi, de la que hablaremos posteriormente. Es de destacar que en la actualidad, la sangre del cordón umbilical está siendo utilizada con eficacia terapéutica comparable a otras fuentes de células madre hematopoyéticas, tales como la médula ósea o las células madre movilizadas a sangre periférica. La limitación fundamental del trasplante de sangre de cordón umbilical proviene de su reducida celularidad, y, por tanto, de su capacidad para reconstituir en un periodo corto de tiempo los diferentes componentes celulares de la sangre, particularmente en trasplantes de pacientes adultos. Para tratar de soslayar esta limitación, diferentes laboratorios desarrollamos estrategias dirigidas a la expansión *in vitro* de células madre hematopoyéticas. Consecuencia de estas investigaciones mejoramos la velocidad del injerto hematopoyético, y con ello, la tasa de supervivencia de ratones trasplantados con células madre hematopoyéticas expandidas *in vitro* [9, 10]. Asimismo, demostramos que el cultivo *in vitro* de sangre de cordón umbilical humano permite amplificar el contenido de sus progenitores hematopoyéticos, manteniendo su potencial para reconstituir la hematopoyesis de ratones inmunodeficientes a largo plazo [11]. Recientemente las técnicas de expansión *ex vivo* de células madre hematopoyéticas han rendido ya resultados clínicos satisfactorios, lo que hace vislumbrar nuevas aplicaciones al trasplante de la sangre del cordón umbilical [12].

Since 1961, the year when the first trial that characterized the behavior of a stem cell in mice exposed to high doses of radiation was described, research in this field has proceeded at an unpredictable pace. Knowledge of the function of hematopoietic stem cells – which are responsible for forming blood cells – facilitated the development of therapies based on the transplant of bone marrow and other cell sources, e.g. blood from the umbilical cord. These breakthroughs, together with the progress of molecular biology and virology, made it possible to manipulate the genome of hematopoietic stem cells so effectively and safely that the transplant of genetically modified cells has become a viable therapeutic alternative for the treatment of certain genetic diseases and also cancer. This brief article describes some of the contributions that our Hematopoiesis and Gene Therapy Division of the CIEMAT and the CIBER for Rare Diseases has been developing in this fascinating field of stem cells and gene therapy, in the context of the international research being carried out in this area.

### THE DISCOVERY OF HEMATOPOIETIC STEM CELLS AND BONE MARROW TRANSPLANTS

By way of introduction, I should mention some of the pioneering work of other researchers that has enabled us to achieve breakthroughs that were unthinkable just a few years ago. Special mention goes to the research carried out in 1961 by Canadian researchers Ernest McCulloch and James Till, who published a study that marked a turning point in the history of stem cells [1]. With this work, the authors demonstrated that, ten days after a bone marrow transplant in irradiated mice, splenic nodules were generated in a number proportional to the number of transplanted bone marrow cells. The cell responsible for the formation of each splenic nodule was



Colonias generadas en el bazo de ratones irradiados tras un trasplante de médula ósea. Por primera vez se describe un ensayo funcional para caracterizar células madre hematopoyéticas en el ratón.

Colonies generated in the spleen of irradiated mice after a bone marrow transplant. This is the first time a functional trial to characterize hematopoietic stem cells in mice was reported.

## LA MANIPULACIÓN GENÉTICA DE LAS CÉLULAS MADRE ABRE PASO A LA TERAPIA GÉNICA

La demostración de que virus de diferentes familias podían infectar células madre hematopoyéticas tuvo grandes repercusiones en la biología y la terapia de las células madre. Así, en colaboración con el Dr. Almendral, del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa pudimos demostrar por primera vez que determinados parvovirus, el *Minute Virus of Mice* (MVMi), interaccionaban con células madre hematopoyéticas del ratón [13, 14]. Por otra parte, en el año 1985, el Dr. John Dick y colaboradores demostraron por primera vez la posibilidad de introducir marcadores genéticos en células madre hematopoyéticas mediante la utilización de vectores retrovirales derivados de oncoretrovirus murinos [15]. Quince años después, el equipo dirigido por el Dr. Alan Fischer y la Dra. Cavazanna-Calvo conmovieron a la comunidad científica y la opinión pública con sus resultados sobre la curación de 9 de 10 pacientes que padecían una enfermedad genética mortal (la inmunodeficiencia severa combinada SCID-X1) tras el tratamiento genético de sus células madre hematopoyéticas [16]. Los resultados del equipo francés fueron confirmados por el Dr. Aiuti, en Milán y también por el Dr. Thrasher, en Londres, en pacientes con diferentes inmunodeficiencias severas combinadas. Posteriormente el Dr. Manuel Grez, en Frankfurt, obtuvo también resultados esperanzadores asociados al tratamiento genético de pacientes con granulomatosis crónica (ver revisión en [17]).

Desgraciadamente, uno de los pacientes con inmunodeficiencia X1-SCID tratado en París desarrolló una leucemia linfocítica al cabo de los tres años de la terapia [18]. En la actualidad cinco de los más de 40 pacientes tratados por estas técnicas de terapia génica han desarrollado efectos adversos severos similares. Los equipos de los Drs. Baum y Von Kalle contribuyeron de manera muy significativa a comprender la causa por la cual estos fenómenos se habían producido en algunos de los pacientes tratados por terapia génica. Estos investigadores demostraron que las secuencias reguladoras encargadas de activar los transgenes terapéuticos también habían activado oncogenes situados junto a la región en la que se habían insertado los genes terapéuticos [19, 20].

Para prevenir los efectos secundarios que en ocasiones se producían como consecuencia del tratamiento con vectores gammaretrovirales, el Dr. Naldini desarrolló nuevos vectores de la familia de los lentivirus, en donde la región reguladora de los genes terapéuticos se podía elegir a la carta. Estos vectores han demostrado ser significativamente más seguros que los generados con anterioridad [21, 22].

Mediante el uso de esta familia de vectores lentivirales, en nuestro laboratorio hemos venido generando vectores más eficaces y seguros [23, 24] para el tratamiento de diferentes patologías entre las que se incluyen anemias [25], inmunodeficiencias [26, 27], y también una enfermedad asociada a defectos en la reparación del DNA que cursa



Laboratorio de cultivos en donde se realiza el cultivo *in vitro* de células madre hematopoyéticas procedentes de modelos murinos de enfermedad y de pacientes con enfermedades genéticas. Culture laboratory where hematopoietic stem cells from murine disease models and patients with genetic diseases are cultured *in vitro*.

called “spleen colony forming unit or CFU-S” and represented a particular type of stem cell. At that time, a good part of the studies made in the field of stem cells were related to radiation protection, in particular in an attempt to understand the behavior of these cells in the presence of ionizing radiation and also to stimulate or protect these cells against high radiation exposures. In fact, these were some of the goals we pursued in the CIEMAT Radiobiology Group [2, 3] [4] until the interest in radiobiological research related to high and moderate doses of radiation declined and, conversely, attention began to focus on the therapeutic applications of stem cells.

### HEMATOPOIETIC TRANSPLANTATION: THE PARADIGM OF CELL THERAPY

Dr. Donald Thomas began his bone marrow transplant experiments in dogs in the decade of the 1950s, enabling him to apply his observations to the treatment of the first patients suffering from hematological diseases. Thanks to the pioneering efforts of Dr. Thomas, the bone marrow transplant has been progressively extended to the treatment of numerous blood diseases and today is the paradigm of cell therapy [5]. For his indisputable contribution to the field of hematopoietic transplantation, Dr. Thomas was awarded the Nobel Prize in Physiology and Medicine in 1990.

The studies on the properties of umbilical cord blood carried out in the decade of the 1980s revealed the high number of hematopoietic stem cells present in this tissue. The work performed at that time included studies by Spanish pediatricians Fernández-Delgado, Besalduch and Colomer [6], and by hematologists Broxmayer and Boys [7], who predicted the possibilities of umbilical cord blood for use in transplant therapies. In 1988, Dr. Eliane Bluckman performed the first transplant of cord blood cells to a patient in the San Louis Hospital in Paris [8]; this was a case of a pediatric patient who suffered from a genetic disease that affects the production of



con anemia aplásica y predisposición tumoral: la anemia de Fanconi [28, 29]. Así, en diciembre de 2010, y a propuesta de la Agencia Europea del Medicamento, el vector desarrollado por nuestro laboratorio para el tratamiento de la anemia de Fanconi recibió por parte de la Comisión Europea la designación de Medicamento Huérfano. Con este vector hemos demostrado la curación genética de ratones que padecen esta enfermedad [30, 31] y también de células madre hematopoyéticas obtenidas de la médula ósea de estos pacientes [29, 32]. En virtud del conocimiento adquirido en colaboración con otros expertos con los que formamos la Red Nacional para la anemia de Fanconi, confiamos desarrollar próximamente un ensayo clínico de terapia génica que permita un tratamiento eficaz de aquellos pacientes que no dispongan de un donante adecuado.

### ¿DONDE VAMOS A PARAR....?

Ante el limitado número de células madre hematopoyéticas presentes en la médula ósea de enfermos que padecen anemias aplásicas -como es el caso de la anemia de Fanconi- nos planteamos la posibilidad de generar células sanguíneas a partir de otros tejidos, tales como la piel. Para ello establecimos una eficaz colaboración con los equipos de los Drs. Raya e Izpisua-Belmonte, en el Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona y el Dr. Surrallés, de la Universidad Autónoma de Barcelona, y aprovechamos el magnífico descubrimiento que realizó el investigador japonés Dr. Yamanaka en el año 2006. Sorprendentemente este investigador demostró que la simple transferencia de 4 genes (Oct4, Sox2, c-Myc y Klf4) a células de la piel, inducía la desdiferenciación (reprogramación) de estas células, convirtiéndolas en células similares a las células madre embrionarias. Estas células se denominaron células inducidas pluripotentes o iPS [33], y en virtud de su carácter pluripotente podían posteriormente diferenciarse a linajes de cualquiera de las líneas de diferenciación embrionaria. El uso de esta aproximación experimental, por entonces ya desarrollada en el Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona, unido al uso de los vectores terapéuticos desarrollados en nuestro laboratorio, nos permitió demostrar por primera vez la generación de células sanguíneas sanas a partir de la piel de pacientes con una enfermedad genética; en este caso con anemia de Fanconi (ver esquema Figura 1 y referencia [34]).

Aunque sin duda son todavía numerosos los obstáculos que faltan por vencer antes de que las células reprogramadas puedan ser utilizadas en la clínica, los hallazgos realizados en estos años muestran nuevas perspectivas a la aplicación terapéutica de las células madre. En todo caso, el uso de células, ya sea modificadas genéticamente o no, ha dado lugar a lo que en la actualidad se conoce como “Medicamentos de Terapias Avanzadas” cuya rápida

blood cells – Fanconi Anemia (which we will discuss later). Of note is the fact that umbilical cord blood is currently being used with a therapeutic effectiveness comparable to that of other sources of hematopoietic stem cells, e.g. bone marrow or peripheral blood stem cell mobilization. The primary limitation of umbilical cord blood transplantation stems from its reduced cellularity and, consequently, from its capacity to reconstitute the various cellular components of the blood in a short period of time, particularly in adult patient transplants. In an attempt to overcome this limitation, different laboratories are developing strategies of *in vitro* expansion of hematopoietic stem cells. As a result of this research, we are improving the speed of the hematopoietic engraftment and, accordingly, the survival rate of mice transplanted with *in vitro* expanded hematopoietic stem cells [9, 10]. We are also demonstrating that the *in vitro* culture of human umbilical cord blood expands the content of its hematopoietic progenitors, maintaining the potential for the long-term reconstitution of the hematopoiesis of immunodeficient mice [11]. The hematopoietic stem cell *ex vivo* expansion techniques have recently yielded satisfactory clinical results, which gives an idea of the new applications of umbilical cord blood transplantation [12].

### THE GENETIC MANIPULATION OF STEM CELLS PAVES THE WAY FOR GENE THERAPY

The demonstration that different families of virus could infect hematopoietic stem cells had very significant repercussions on biology and stem cell therapy. In collaboration with Dr.



Generación de células sanguíneas sanas a partir de fibroblastos de piel de pacientes mediante técnicas de terapia génica y reprogramación celular [34]

Generation of healthy blood cells from skin fibroblasts of patients via gene therapy and cell reprogramming techniques [34]

implantación en la clínica humana está suponiendo un gran esfuerzo por parte de las diferentes Agencias del Medicamento para que estos nuevos medicamentos vivos puedan llegar a la clínica en condiciones precisas de seguridad.

## Agradecimientos

Los trabajos realizados por los investigadores de la División de Hematopoyesis y Terapia Génica del CIEMAT han sido financiados por numerosas programas de investigación, entre los que destacan los del Ministerio de Ciencia e Innovación; Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; el Centro de Investigación en Red de Enfermedades Raras; los Programas Europeos (FPIII-FPVII), y diferentes instituciones privadas entre las que destaca la Fundación Botín. Nuestro agradecimiento a los colegas clínicos con los que colaboramos estrechamente, y a los enfermos que padecen enfermedades genéticas en las que trabajamos, y a sus familiares.

## Referencias/References

- [1]. Till, J., and McCulloch, E. (1961). A direct measurement of the radiation sensitivity of normal mouse bone marrow cells. *Radiat. Res.* 14: 1419-1430.
- [2]. Grande, T., Tejero, C., González, J., Maganto, G., and Bueren, J. A. (1987). *In vitro* and *in vivo* production of CFU-S-stimulating activities after 5-Gy total body irradiation. *Exp Hematol* 15: 389-393.
- [3]. Real, A., Guenechea, G., Bueren, J. A., and Maganto, G. (1992). Radioprotection mediated by the haemopoietic stimulation conferred by AM5: a protein-associated polysaccharide. *Int J Radiat Biol* 62: 65-72.
- [4]. Guenechea, G., et al. (1995). AM5, a protein-associated polysaccharide, stimulates hematopoiesis and modulates the expression of endogenous hematopoietic growth factors in murine long-term bone marrow cultures. *Stem Cells* 13: 175-185.
- [5]. Thomas, E. D. (1994). The evolution of scientific evolution of marrow transplantation based on human studies. *Bone Marrow Transplantation*. Blackwell Scientific Publications, Boston. Forman SSJ, Blume KG, Thomas ED (eds). 12-15.
- [6]. Fernandez-Delgado, R., et al. (1986). [Granulocyte-macrophage precursor cells in umbilical cord blood]. *An Esp Pediatr* 24: 221-226.
- [7]. Broxmeyer, H. E., et al. (1989). Human umbilical cord blood as a potential source of transplantable hematopoietic stem/progenitor cells. *Proc Natl Acad Sci USA* 86: 3828.
- [8]. Gluckman, E., et al. (1989). Hematopoietic reconstitution in a patient with Fanconi's anemia by means of umbilical-cord blood from an HLA-identical sibling. *N Engl J Med* 321: 1174-1178.
- [9]. Serrano, F., Varas, F., Bernad, A., and Bueren, J. A. (1994). Accelerated and long-term hematopoietic engraftment in mice transplanted with *ex vivo* expanded bone marrow. *Bone Marrow Transplantation* 14: 855-862.
- [10]. Albella, B., Segovia, J. C., and Bueren, J. A. (1997). Does the granulocyte-macrophage colony-forming unit content in *ex vivo*-expanded grafts predict the recovery of the recipient leukocytes? *Blood* 90: 464-470.
- [11]. Guenechea, G., et al. (1999). Delayed engraftment of nonobese diabetic/severe combined immunodeficient mice transplanted with *ex vivo*-expanded human CD34(+) cord blood cells. *Blood* 93: 1097-1105.
- [12]. Delaney, C., Heimfeld, S., Brashem-Stein, C., Voorhies, H., Manger, R. L., and Bernstein, I. D. (2011). Notch-mediated expansion of human cord blood progenitor cells capable of rapid myeloid reconstitution. *Nat Med* 16: 232-236.
- [13]. Segovia, J. C., Real, A., Bueren, J. A., and Almendral, J. M. (1991). *In vitro* myelosuppressive effects of the parvovirus minute virus of

Almendral of the Severo Ochoa Molecular Biology Center, we were able to demonstrate for the first time that certain parvovirus – the Minute Virus of Mice (MVMi) – interacted with hematopoietic stem cells of mice [13, 14]. On the other hand, in 1985, Dr. John Dick and collaborators demonstrated for the first time the possibility of introducing genetic markers into hematopoietic stem cells using retroviral vectors derived from murine oncoretrovirus [15]. Fifteen years later, the team led by Dr. Alan Fischer and Dr. Cavazanna-Calvo surprised the scientific community and public opinion with their results in curing 9 of 10 patients who suffered from a fatal genetic disease (severe combined immunodeficiency SCID-X1) after genetic treatment of their hematopoietic stem cells [16]. The results of the French team were confirmed by Dr. Aiuti in Milan and also by Dr. Thrasher in London in patients with different severe combined immunodeficiency diseases. Subsequently, Dr. Manuel Grez in Frankfurt also obtained promising results associated with the genetic treatment of patients with chronic granulomatosis (see review in [17]).

Unfortunately, one of the patients with SCID-X1 treated in Paris developed lymphocytic leukemia 3 years after the therapy [18]. At present, 5 of the more than 40 patients treated with these gene therapy techniques have developed similar severe adverse effects. The teams of Drs. Baum and Von Kalle made a very significant contribution to the understanding of why these phenomena had occurred in some of the patients treated with gene therapy. These researchers demonstrated that the regulating sequences in charge of activating the therapeutic transgenes had also active oncogenes located next to the region where the therapeutic genes had been inserted [19, 20].

To prevent the side effects which have occasionally been caused by treatment with gammaretroviral vectors, Dr. Naldini developed new vectors from the lentivirus family, in which the regulating region of the therapeutic genes could be selected a la carte. These vectors have proved to be significantly safer than the previous ones [21, 22].

By using this family of lentiviral vectors, our laboratory has been generating more effective, safer vectors [23, 24] for the treatment of different pathologies, including anemia [25], immunodeficiencies [26, 27], and also a disease associated with defects in DNA repair that presents with aplastic anemia and tumoral predisposition: Fanconi Anemia [28, 29]. In December 2010, at the proposal of the European Medicines Agency, the vector developed by our laboratory for the treatment of Fanconi Anemia was designated as an Orphan Drug by the European Commission. With this vector, we have demonstrated that it is possible to genetically cure mice that have this disease [30, 31], as well as hematopoietic stem cells obtained from the bone marrow of these patients [29, 32]. Thanks to the knowledge acquired in collaboration with other experts

- mice (MVMi) on hematopoietic stem and committed progenitor cells. *Blood* 77: 980-988.
- [14]. Segovia, J. C., Gallego, J. M., Bueren, J. A., and Almendral, J. M. (1999). Severe leukopenia and dysregulated erythropoiesis in SCID mice persistently infected with the parvovirus minute virus of mice. *J. Virol.* 73: 1774-1784.
- [15]. Dick, J. E., Magli, M. C., Huszar, D., Phillips, R. A., and Bernstein, A. (1985). Introduction of a selectable gene into primitive stem cells capable of long-term reconstitution of the hemopoietic system of W/Wv mice. *Cell* 42: 71-79.
- [16]. Cavazzana-Calvo, M., et al. (2000). Gene therapy of human severe combined immunodeficiency (SCID)-X1 disease. *Science* 288: 669-672.
- [17]. Naldini, L. (2011). *Ex vivo* gene transfer and correction for cell-based therapies. *Nat Rev Genet* 12: 301-315.
- [18]. Hacein-Bey-Abina, S., et al. (2003). A serious adverse event after successful gene therapy for X-linked severe combined immunodeficiency. *N Engl J Med* 348: 255-256.
- [19]. Li, Z., et al. (2002). Murine leukemia induced by retroviral gene marking. *Science* 296: 497.
- [20]. Hacein-Bey-Abina, S., et al. (2003). LMO2-associated clonal T cell proliferation in two patients after gene therapy for SCID-X1. *Science* 302: 415-419.
- [21]. Naldini, L., et al. (1996). *In vivo* gene delivery and stable transduction of nondividing cells by a lentiviral vector. *Science* 272: 263-267.
- [22]. Guenechea, G., Gan, O. I., Dorrell, C., and Dick, J. E. (2001). Distinct classes of human stem cells that differ in proliferative and self-renewal potential. *Nat Immunol* 2: 75-82.
- [23]. Barquinero, J., et al. (2000). Efficient transduction of human hematopoietic repopulating cells generating stable engraftment of transgene-expressing cells in NOD/SCID mice. *Blood* 95: 3085-3093.
- [24]. Almarza, E., et al. (2007). Characteristics of lentiviral vectors harboring the proximal promoter of the *vav* proto-oncogene: a weak and efficient promoter for gene therapy. *Mol Ther* 15: 1487-1494.
- [25]. Meza, N. W., et al. (2009). Rescue of pyruvate kinase deficiency in mice by gene therapy using the human isoenzyme. *Mol Ther* 17: 2000-2009.
- [26]. Santilli, G., et al. (2011). Biochemical correction of X-CGD by a novel chimeric promoter regulating high levels of transgene expression in myeloid cells. *Mol Ther* 19: 122-132.
- [27]. Almarza, E., et al. (2011). Correction of SCID-X1 using an enhancerless *Vav* promoter. *Hum Gene Ther* 22: 263-270.
- [28]. Jacome, A., et al. (2009). Lentiviral-mediated Genetic Correction of Hematopoietic and Mesenchymal Progenitor Cells From Fanconi Anemia Patients. *Mol Ther*.
- [29]. Gonzalez-Murillo, A., et al. (2010). Development of lentiviral vectors with optimized transcriptional activity for the gene therapy of patients with Fanconi anemia. *Hum Gene Ther* 21: 623-630.
- [20]. Navarro, S., et al. (2006). Hematopoietic dysfunction in a mouse model for Fanconi anemia group D1. *Mol Ther* 14: 525-535.
- [31]. Rio, P., et al. (2008). *In vivo* proliferation advantage of genetically corrected hematopoietic stem cells in a mouse model of Fanconi anemia FA-D1. *Blood* 112: 4853-4861.
- [32]. Jacome, A., et al. (2009). Lentiviral-mediated genetic correction of hematopoietic and mesenchymal progenitor cells from Fanconi anemia patients. *Mol Ther* 17: 1083-1092.
- [33]. Takahashi, K., and Yamanaka, S. (2006). Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell* 126: 663-676.
- [34]. Raya, A., et al. (2009). Disease-corrected haematopoietic progenitors from Fanconi anaemia induced pluripotent stem cells. *Nature* 460: 53-59.

with whom we formed the National Network for Fanconi Anemia, we expect to develop soon a gene therapy clinical trial that will lead to an effective treatment for those patients who do not have a suitable donor.

### WHERE ARE WE GOING....?

In view of the limited number of hematopoietic stem cells present in the bone marrow of patients suffering from aplastic anemia, as in the case of Fanconi Anemia, we are considering the possibility of generating blood cells from other tissues such as the skin. To do so, we have entered into an effective collaboration agreement with the teams of Drs. Raya and Izpisúa-Belmonte in the Regenerative Medicine Center of Barcelona and Dr. Surrallés of the Autonomous University of Barcelona, and we have taken advantage of the magnificent discovery made by Japanese researcher Dr. Yamanaka in 2006. Surprisingly, this researcher demonstrated that the simple transfer of 4 genes (Oct4, Sox2, c-Myc and Klf4) to skin cells induced the dedifferentiation (reprogramming) of these cells, converting them into cells similar to embryonic stem cells. These cells were called induced pluripotent cells or iPS [33], and thanks to their pluripotent nature they could subsequently be differentiated into lineages of any of the lines of embryonic differentiation. The use of this experimental approach, which had already been developed in the Regenerative Medicine Center of Barcelona, together with the use of therapeutic vectors developed in our laboratory, enabled us to demonstrate for the first time the generation of healthy blood cells from the skin of patients with a genetic disease, in this case Fanconi Anemia (see Figure 2 diagram and reference [34]).

Although there are certainly numerous obstacles still to be overcome before reprogrammed cells can be used in clinical medicine, the findings of recent years open up new prospects for the therapeutic application of stem cells. In any case, the use of cells, whether or not they are genetically modified, has given rise to what are currently known as "Advanced Therapy Medicinal Products", whose rapid implementation in human clinical medicine has involved a great effort by the various drug agencies so that these new medicines can be clinically used under the requisite conditions of safety.

### Acknowledgements

The work carried out by the researchers of the Hematopoiesis and Gene Therapy Division of the CIEMAT has been funded by numerous research programs, including those of the Ministry of Science and Innovation, the Ministry of Health, Social Policy and Equality, the Network Research Center for Rare Diseases, the European Programs (FPIII-FPVII) and various private institutions including the Botín Foundation. We thank our clinical colleagues with whom we closely collaborate and the patients who suffer from the genetic diseases we are working on and their families.



# Ratones humanizados: la importancia de modelos experimentales preclínicos en las investigaciones biomédicas

## Humanized mice: the importance of preclinical experimental models in biomedical research

**José Luis JORCANO NOVAL** - Director de la Unidad Mixta de Ingeniería Biomédica CIEMAT-Universidad Carlos III / Director of the Mixed Unit of Biomedical Engineering, University Carlos III CIEMAT

### CULTIVOS DE PIEL PARA AUTOINJERTOS: REEMPLAZO PERMANENTE DE LA PIEL

La aparición de sustitutos de piel y cultivos de células epidérmicas como terapias experimentales para el tratamiento de heridas surgió principalmente a raíz de la necesidad de lograr una rápida cobertura permanente de quemaduras extensas.

Por ejemplo, actualmente, en los Estados Unidos, requieren atención médica unos 2.000.000 de quemaduras al año. De éstas, aproximadamente 70.000 requieren hospitalización y aproximadamente 15.000 son referidas a centros especializados en atención de quemaduras y requieren algún tipo de procedimiento de injerto de piel.

Hasta la fecha, el tratamiento estándar para quemaduras severas se basa en el injerto de piel obtenida de una zona no dañada del cuerpo del propio paciente (técnica conocida como autoinjerto). Este método es el de elección siempre que el daño no sea demasiado extenso y el paciente disponga de suficiente piel sana. Generalmente, la piel se toma del mismo sitio donante varias veces y se permite que éste regenere entre tomas. Este procedimiento es lento y da como resultado una piel con un efecto cosmético muy deficiente en la zona transplantada debido a que, para expandir su superficie tres o cuatro veces, la piel procedente del sitio donante se somete a un proceso de mallado y estiramiento. Por otra parte, este método es de difícil aplicación en paciente con quemaduras en un alto porcentaje de la superficie corporal.

A pesar de que aún no se ha logrado sintetizar un sustituto cutáneo ideal y que puede no ser relista esperar que esto ocurra, recientemente nuestro equipo ha desarrollado un

producto que tiene un alto potencial clínico. Este producto, denominado equivalente cutáneo o piel bioingenierizada, (Figura 1) se desarrolló basándose en el proceso de cicatrización de heridas y consta de: 1) Componente celular formado por queratinocitos epidérmicos y fibroblastos dérmicos, bien de origen autólogo (del propio paciente) o alogénico (de un donante); 2) compartimento dérmico formado por una matriz rica en fibrina, obtenido a partir de plasma del propio paciente o de donante (en este último caso, obtenida de criopreservados de bancos de sangre). La dermis artificial se prepara embebiendo los fibroblastos en el plasma, que posteriormente se coagula por añadido de sales de calcio.

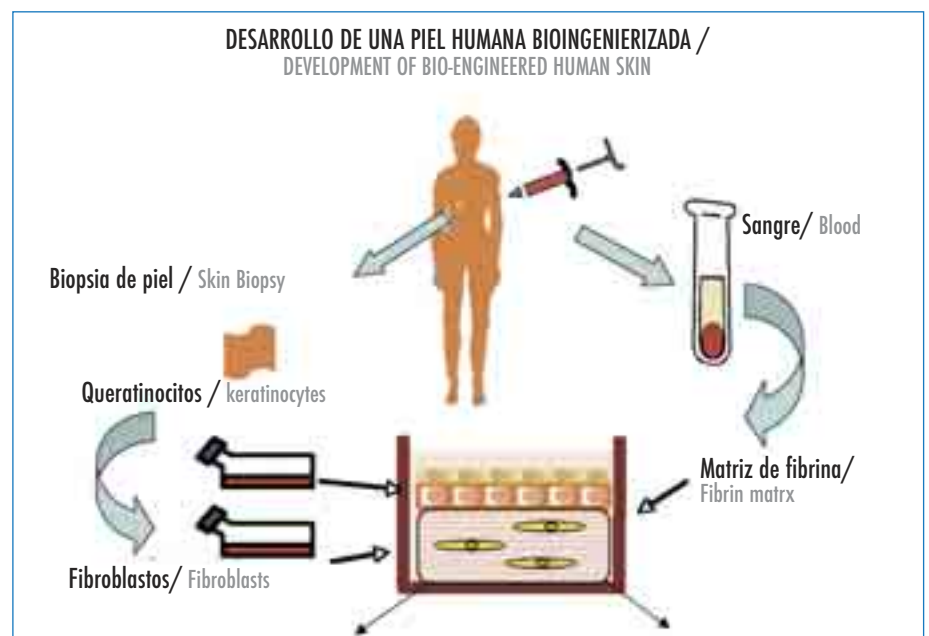


Figura 1. Esquema de la generación de sustitutos o equivalentes cutáneos humanos a partir de una pequeña biopsia de piel de un paciente o donante. Este método permite producir, en tiempos relativamente cortos, grandes superficies de piel para su aplicación clínica.

Figure 1: Diagram of the generation of human cutaneous substitutes or equivalents from a small skin biopsy of a patient or donor. This method enables the production of large skin surface areas for clinical application in a relatively short time.

De este modo, se genera un soporte dérmico en el que los fibroblastos se distribuyen de forma tridimensional. Finalmente, sobre esta estructura se siembran los queratinocitos. Con este método, a partir de una biopsia inicial de unos dos años, es posible generar en tres semanas una superficie de 2 m<sup>2</sup> de piel, la extensión de la piel de un humano.

Este desarrollo ha sido patentado y durante los últimos ocho años ha sido aplicado a más de 100 pacientes con quemaduras extensas y severas así como a otras patologías tales como úlceras crónicas y diabéticas, fascitis necrotizante o *Epidermolis bullosa* (niños mariposa). Aparte de estos tratamientos clínicos, esta piel demostró tener un valor incalculable como sistema experimental preclínico, como se describe a continuación.

### MODELIZACIÓN DE ENFERMEDADES Y PROCESOS CUTÁNEOS: RATONES HUMANIZADOS

Para estudiar mejor las diversas enfermedades cutáneas así como para ensayar nuevos medicamentos o estrategias terapéuticas, es necesario acceder a voluntarios y pacientes, lo cual está limitado por cuestiones éticas y prácticas. Aunque los modelos animales tienen gran valor como herramientas para desvelar mecanismos críticos en enfermedades, la piel murina frecuentemente no reproduce de manera fiel las patologías cutáneas equivalentes en humanos. Los cerdos, cuya piel es relativamente similar a la humana, son animales experimentales costosos y de compleja estabulación y manejo. Los cultivos *in vitro* de equivalentes de piel representan una alternativa válida a los estudios *in vivo* en piel nativa. Sin embargo, están limitados, entre otras restricciones, por la corta vida media de estos cultivos y la ausencia o deficiencia en determinadas respuestas cruciales, como la angiogénesis y la inflamación que ocurren *in vivo*. Para evitar estos problemas, los investigadores han realizado habitualmente trasplantes xenogénicos, injertando biopsias cutáneas de donantes o pacientes en ratones inmunodeficientes, para llevar a cabo experimentos *in vivo* en un contexto humano. No obstante, además de las dificultades en la obtención de las muestras humanas, uno de los principales inconvenientes que presenta este tipo de experimentos es la gran heterogeneidad que tienen las muestras de piel a injertar. De hecho, diferencias en el fondo genético, lugar del cuerpo o el historial de exposición al sol del donante, entre otros factores, pueden complicar en gran medida la interpretación del resultado del estudio. Además, no es fácil ni ético contar con el número de pacientes o donantes que requeriría la investigación en este campo.

### SKIN CULTURES FOR AUTO-GRAFTS: PERMANENT SKIN REPLACEMENT

The emergence of skin substitutes and cultures of epidermal cells as experimental therapies for the treatment of injuries resulted primarily from the need for rapid permanent coverage of extensive burns.

For example, in the United States, some 2,000,000 burns a year currently require medical attention. Of these, approximately 70,000 require hospitalization and approximately 15,000 are referred to specialized burn centers and require some sort of skin graft procedure.

To date, the standard treatment for severe burns has been based on grafting skin obtained from an undamaged zone of the patient's own body (a technique known as auto-graft). This is the method of choice whenever the damage is not too widespread and the patient has enough healthy skin. The skin is generally taken several times from the same donor site and it is allowed to regenerate between operations. This is a slow procedure and the result is skin with a very deficient cosmetic effect in the transplanted zone because, to expand its surface area 3-4 times, the skin from the donor site is subjected to a meshing and stretching process. On the other hand, this method is hard to apply to patients with burns on a high percentage of the body surface.

Even though an ideal cutaneous substitute has still not been developed and it may not be realistic to expect this to happen, our team has recently developed a product that has a high clinical potential. This product, called cutaneous equivalent or bio-engineered skin (Figure 1), was

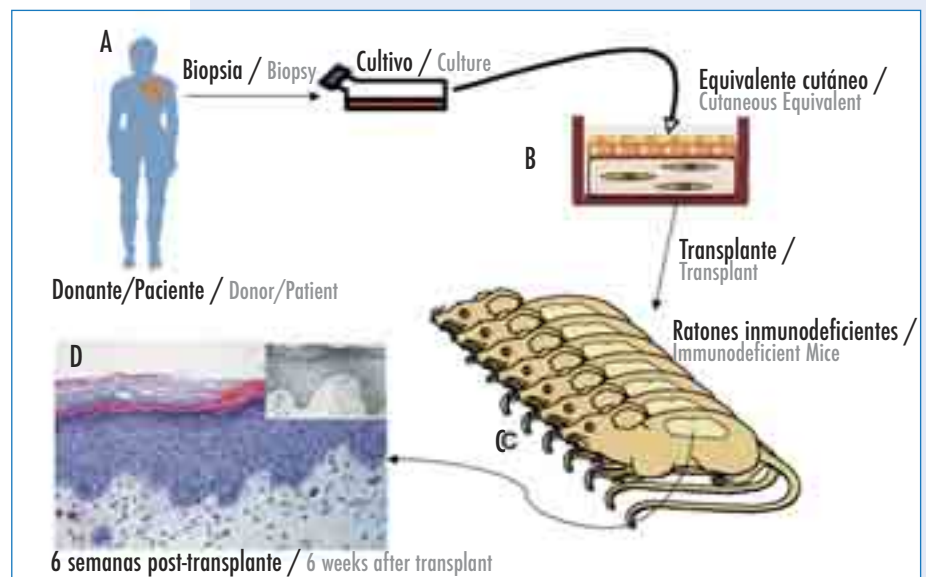


Figura 2: Diseño de un sistema experimental de piel humana (ratones humanizados). A partir de una biopsia de un donante o paciente, y utilizando un procedimiento quirúrgico optimizado por nuestro equipo, se puede producir un alto número de equivalentes cutáneos y trasplantarlos a ratones inmunodeficientes, sobre los que persisten viables al menos 6 meses, tiempo en el que pueden ser utilizados experimentalmente. Como se muestra en el recuadro D, el trasplante en el ratón genera una piel indistinguible de la humana real (mostrada en el pequeño recuadro D). Este método ofrece una gran flexibilidad y reproducibilidad, evitando los inconvenientes éticos y prácticos de utilizar voluntarios o pacientes en experimentación básica o preclínica.

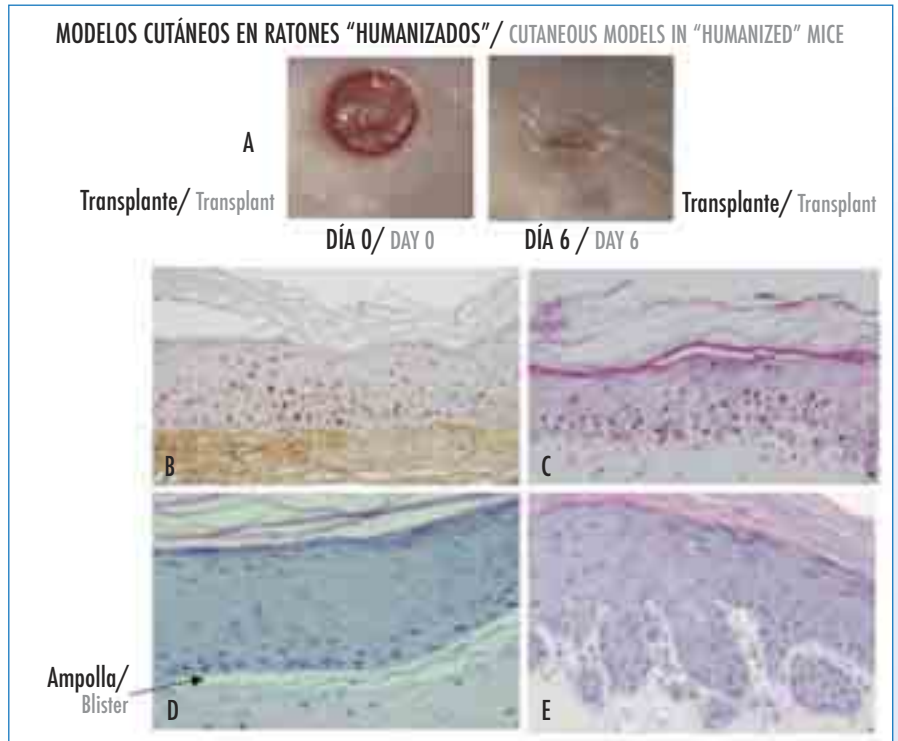
Figure 2: Design of an experimental human skin system (humanized mice). With a donor or patient biopsy and using a surgical procedure optimized by our team, a large number of cutaneous equivalents can be produced and transplanted to immunodeficient mice, on which they remain viable for at least 6 months and can be experimentally used during this time. As shown in box D, the mouse transplant generates skin that is indistinguishable from real human skin (shown in the small box D). This method is very flexible and reproducible, and it avoids the ethical and practical drawbacks of using volunteers or patients in basic or preclinical experimentation.

Dado que, como se comentó anteriormente, a partir de un donante se pueden obtener grandes superficies de piel a través de cultivos *in vitro* la solución a este problema podría ser el injerto en ratones inmunodeficientes de equivalentes cutáneos humanos generados *in vitro*. Aunque factibles, estos injertos requerían normalmente procedimientos complejos y tediosos y su tasa de éxito era baja. A partir de los cultivos de equivalentes de piel humana descritos, nuestro grupo ha optimizado un nuevo procedimiento quirúrgico que resuelve buena parte de los problemas existentes (Figura 2). Este método facilita la generación de un elevado número de ratones inmunodeficientes injertados con piel humana, en un periodo de tiempo relativamente corto. Una gran ventaja de este sistema es que, utilizando una única muestra de piel de un donante, permite conseguir un alto número de ratones portadores de injertos de piel genéticamente homogéneos. Estudios previos, de nuestro grupo y de otros, demostraron que la piel humana regenerada de esta manera mantiene todas las características estructurales de la piel nativa. También mantiene las características funcionales de la piel de la que se obtuvieron las células, lo que permite, como veremos a continuación, generar modelos de enfermedades humanas para el análisis de éstas y el ensayo de nuevos medicamentos o terapias innovadoras.

## Modelización de procesos fisiológicos: Cicatrización de heridas

Tras conseguir una eficiente regeneración de piel humana en los ratones trasplantados, quisimos determinar si nuestro modelo de ratones “humanizados” en su piel era capaz de recrear fielmente un proceso fisiológico como el de la cicatrización de heridas. Para esto, se realizaron heridas en la piel humana regenerada en ratones inmunodeficientes y se siguió cuidadosamente el proceso de cicatrización, estudiando la expresión de múltiples marcadores epidérmicos y dérmicos. Este estudio demostró que todas las características principales de la cicatrización de heridas cutáneas, es decir, re-epitelización, remodelación de la matriz dérmica y reorganización de la membrana basal, se reprodujeron de manera precisa (Figura 3a). Recientemente, un análisis de la expresión genética global del proceso de cicatrización, comparando tejido obtenido de heridas producidas en voluntarios frente al obtenido en heridas producidas en ratones humanizados en su piel, reveló grandes similitudes entre ambos (*De/ R10 y cols.*, datos no publicados), apoyando aún más la validez de este modelo.

Dada la creciente importancia de la diabetes en nuestra sociedad y del impacto hospitalario y la morbilidad de las úlceras a ella asociadas, nuestro laboratorio desarrolló



**Figura 3:** Versatilidad de los ratones humanizados en su piel para modelar procesos y patologías cutáneas. A) La cicatrización de una herida, desde su producción (día 0) hasta su curación (día 6) reproduce fielmente el proceso en humanos. B) Modelización de Epidermolísis Ampollosa. Nótese la presencia de extensas roturas dermo-epidérmicas (ampollas), características de la enfermedad.

Figure 3: Versatility of humanized mouse skin for modeling skin processes and pathologies. A) The healing process of an injury, from the time it occurs (day 0) to the time it is cured (day 6), faithfully reproduces the process in humans. B) Modeling of Epidermolysis Bullosa. Note the presence of extensive dermal-epidermal separations (blisters), characteristic of this disease.

developed on the basis of an injury healing process and consists of: 1) Cellular component formed by epidermal keratinocytes and dermal fibroblasts, either of an autologous origin (from the patient himself) or allogeneic origin (from a donor); 2) dermal compartment formed by a matrix rich in fibrin obtained from plasma from the patient himself or from a donor (in the latter case, obtained from blood bank cryopreserves). The artificial dermis is prepared by embedding the fibroblasts in the plasma, which is subsequently coagulated by adding calcium salts. In this way, a dermal support is generated in which the fibroblasts are three-dimensionally distributed. Finally, on this structure, the keratinocytes are seeded. With this method, after an initial biopsy of some 2 years, it is possible to generate in 3 weeks a surface area of 2 cm<sup>2</sup> of skin, which is the extension of the human skin.

This development has been patented, and during the last eight years it has been applied to more than 100 patients with extensive, severe burns, as well as to other pathologies such as chronic and diabetic ulcers, necrotizing fasciitis and Epidermolysis Bullosa (Butterfly Children). In addition to these clinical treatments, this skin proved to be invaluable for use as a preclinical experimental system, as described below.

## MODELING OF DISEASES AND CUTANEOUS PROCESSES: HUMANIZED MICE

To better study the various skin diseases and to test new drugs or therapeutic strategies, it is necessary to have access to volunteers and patients, but this is limited by ethical and practical issues. Although animal models

un modelo de “úlceras diabéticas humanas”. Para ello, tras transplantar equivalentes cutáneos obtenidos a partir de donantes sanos, como se ha descrito anteriormente, los ratones inmunodeficientes eran tratados con estreptozotina (STZ), droga que disminuye drásticamente sus células pancreáticas productoras de insulina y los vuelve diabéticos (Figura 4a). A las tres o cuatro semanas post-tratamiento, la piel transplantada presentaba la disminución en el número de vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas característica de los pacientes diabéticos, demostrando de nuevo la utilidad de nuestro sistema experimental para reproducir patologías humanas. Cuando se producían heridas en la piel humana transplantada, se observaba que, similarmente a lo que se observa en pacientes diabéticos, éstas cicatrizaban significativamente más lentamente (Figura 4b), obteniéndose una correlación inversa entre el porcentaje de re-epitelización y los valores de glucemia (Figura 4c).

## Modelización de enfermedades cutáneas humanas: Epidermólisis bullosa

Estudios recientes, llevados a cabo por nuestro equipo de investigación en colaboración con el grupo dirigido por el Dr. Meneguzzi (INSERM, Francia), han demostrado que es posible conseguir la recreación a largo plazo de una enfermedad cutánea hereditaria monogénica (la forma distrófica de la Epidermólisis bullosa o ampollosa; (EBD) en ratones humanizados. Para ello, es necesario partir de una muestra de piel del paciente, a partir de la que se consigue aislar y amplificar sus células (fibroblastos y queratinocitos) y generar los correspondientes equivalentes cutáneos. Esta piel humana regenerada en el ratón mantiene las principales características fenotípicas de la piel del paciente, es decir, la formación de ampollas por debajo de la membrana basal debido a la falta de colágeno VII y, por tanto, de fibrillas de anclaje de la epidermis a la dermis (Figura 3b). Con este método, también ha sido posible modelizar fielmente otros tipos de *Epidermolysis bullosa*, así como enfermedades o respuestas fisiológicas cutáneas de otros tipos (por ejemplo, la respuesta a la luz UV, el síndrome de Gorlin (predisposición al cáncer) o la psoriasis)

## TERAPIA GÉNICA CUTÁNEA

La piel es un órgano que desde el principio ha despertado grandes expectativas para el desarrollo de estrategias terapéuticas basadas en la modificación génica (terapia génica). Su fácil acceso permite evaluar directamente el área modificada genéticamente y estudiar las consecuencias de esta modifi-

are very valuable as tools for revealing critical mechanisms in diseases, the murine skin often does not faithfully reproduce equivalent skin pathologies in humans. Pigs, whose skin is relatively similar to human skin, are costly experimental animals that are complicated to house and handle. *In vitro* cultures of skin equivalents represent a valid alternative to *in vivo* studies on native skin. However, they are limited, among other restrictions, by the short average life of these cultures and the absence or deficiency of certain crucial responses, e.g. the angiogenesis and inflammation that occur *in vivo*. To avoid these problems, researchers have normally made xenogeneic transplants, grafting cutaneous biopsies of donors or patients on immunodeficient mice in order to carry out *in vivo* experiments in a human context. Nevertheless, apart from the difficulties of obtaining human samples, one of the main drawbacks of this type of experiment is the great heterogeneity of the skin samples to be grafted. In fact, differences such as the genetic background, body site, history of sun exposure of the donor, etc. can to a great extent complicate the interpretation of the study results. Moreover, it is neither easy nor ethical to recruit the number of patients or donors that would be required for research in this field.

Since, as commented above, large areas of skin can be obtained from a donor through *in vitro* cultures, the solution to this problem could be to graft human cutaneous equivalents generated *in vitro* on immunodeficient mice. Although feasible, these grafts normally required complex, tedious procedures and the success rate was low. Based on cultures of human skin equivalents, our group has optimized a new surgical procedure that solves most of the existing problems (Figure 2). This method facilitates the genera-

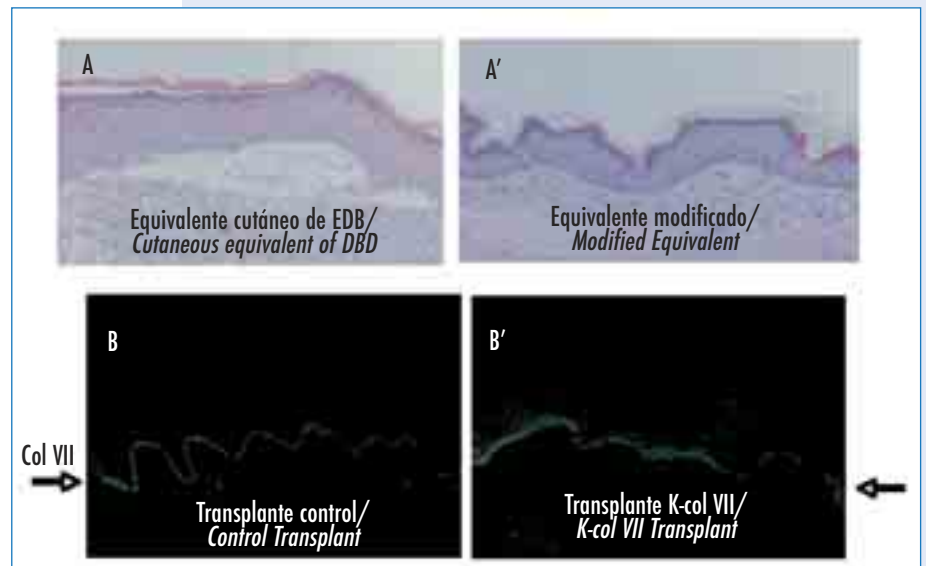


Figura 4: Uso de ratones humanizados en ensayos preclínicos de terapia celular (A, A') y génica (B, B') de Epidermólisis Ampollosa Distrófica (EAD). A) Piel reconstruida a partir de queratinocitos y fibroblastos de un paciente en EAD, mostrando extensas rupturas por debajo de la membrana basal, características de esta enfermedad. A') Piel reconstruida a partir de queratinocitos del mismo paciente modificados genéticamente, mostrando la ausencia de ampollas. B) Piel reconstruida a partir de queratinocitos y fibroblastos de un donante sano, mostrando la presencia de colágeno VII humano por debajo de la membrana basal (visualizado por histoquímica, utilizando un anticuerpo monoclonal específico). B') Recuperación de la producción de colágeno VII en un trasplante reconstruido a partir de células de un paciente EAD, en el que los queratinocitos fueron transducidos con un vector retroviral portador del gen del colágeno VII.

Figure 4: Use of humanized mice in preclinical trials of cell therapy (A, A') and gene therapy (B, B') for Dystrophic Epidermolysis Bullosa (DEB). A) Skin reconstructed from keratinocytes and fibroblasts of a DEB patient, showing extensive separations below the basement membrane, which is characteristic of this disease. A') Skin reconstructed from genetically modified keratinocytes of the same patient, showing the absence of blisters. B) Skin reconstructed from keratinocytes and fibroblasts of a healthy donor, showing the presence of human collagen VII below the basement membrane (displayed by histochemistry, using a specific monoclonal antibody). B') Recovery of the production of collagen VII in a transplant reconstructed from cells of a DEB patient, in which the keratinocytes were transduced with a retroviral vector of the collagen VII gene.



cación, produciendo poco malestar al paciente y, más importante aún, extirpar el tejido genéticamente modificado en caso de detectarse efectos adversos. Como hemos visto, las células cutáneas son relativamente fáciles de obtener y de expandir *in vitro* a partir de una pequeña biopsia de piel, y se han logrado avances importantes en el desarrollo y uso clínico de equivalentes cutáneos obtenidos mediante ingeniería tisular para la regeneración cutánea permanente. Por último, las células madre epidérmicas, que son el blanco requerido para cualquier estrategia de terapia génica permanente en la piel, se pueden modificar genéticamente. La corrección genética de la mayor parte de las patologías hereditarias de piel requiere introducir una versión “sana” (*wild-type*) que compense o sustituya a la versión defectuosa (mutante) existente en las células madre epidérmicas. Para ello, varios laboratorios, incluyendo el nuestro, están desarrollando métodos crecientemente complejos.

Estos estudios han aportado evidencias firmes de que la transferencia génica correctiva es factible y constituyen el punto de partida para el desarrollo de la terapia génica cutánea, que culminó con la puesta en marcha en Italia, en 2005, de un ensayo de fase I-II para la corrección de la Epidermolisis Bullosa Juntural (EBJ), genodermatosis debida a deficiencia física o funcional de laminina.

En estos momentos, existen en el mundo varios protocolos de terapia génica de piel en marcha, fundamentalmente

tion of a high number of immunodeficient mice grafted with human skin in a relatively short period of time. A big advantage of this system is that, by using a single sample of donor skin, it is possible to obtain a high number of mice carrying genetically homogeneous skin grafts. Studies by our group and others demonstrated that human skin regenerated in this way keeps all the structural characteristics of the native skin. It also maintains the functional characteristics of the skin from which the cells were obtained which, as we will see below, enables the generation of human disease models for analyzing these diseases and testing new innovative therapies or drugs.

## Modeling of physiological processes: Wound healing

After achieving an efficient regeneration of human skin in transplanted mice, we wanted to determine if our “humanized” mice skin model was capable of faithfully recreating a physiological process such as the healing of injuries. For this purpose, injuries were made on the regenerated human skin on immunodeficient mice and the healing process was carefully tracked, studying the expression of multiple epidermal and dermal markers. This study demonstrated that all the main characteristics of skin injury healing, i.e., reepithelization, remodelling of the dermal matrix and reorganization of the basement membrane, were precisely reproduced (Figure 3a). A recent analysis of the overall genetic expression of the healing process, comparing tissue obtained from injuries caused to volunteers with tissue obtained from injuries made on humanized mice skin, revealed great similarities between the two (*Del Río et al*, data not published), which supports even more the validity of this model.

In view of the growing prevalence of diabetes in our society and the hospital impact and morbidity of the ulcers associated with it, our laboratory developed a “human diabetic ulcers” model. To do so, after transplanting cutaneous equivalents obtained from healthy donors, as described above, the immunodeficient mice were treated with streptozotocin (STZ), a drug that drastically

reduces their insulin producing pancreatic cells and makes them diabetic (Figure 4a). Between 3 and 4 weeks after treatment, the transplanted skin presented the reduced number of blood vessels and nerve endings characteristic of diabetes patients, again demonstrating the utility of our experimental system to reproduce human pathologies. When injuries were made on the transplanted human skin, it was observed that, just as with diabetic patients, they healed at a significantly slower rate (Figure 4b), resulting in an inverse correlation between percentage of reepithelization and the glucose values (Figure 4c).

## Modeling of human skin diseases: Epidermolysis Bullosa

Recent studies carried out by our research team in collaboration with the group led by Dr. Meneguzzi (INSERM, France) have demonstrated that it is possible to achieve the long-term recreation of a monogenic hereditary skin disease (the dystrophic form of Epidermolysis Bullosa or Ampollosa – EBD) in humanized mice. To do so, it is necessary to start with a skin sample from the

patient, from which its cells (fibroblasts and keratinocytes) are isolated and amplified and the corresponding cutaneous equivalents generated. This human skin regenerated in the mouse keeps the main phenotypic characteristics of the patient’s skin, i.e., the formation of blisters under the basement membrane due to the lack of collagen VII and, therefore, of anchoring fibrils of the

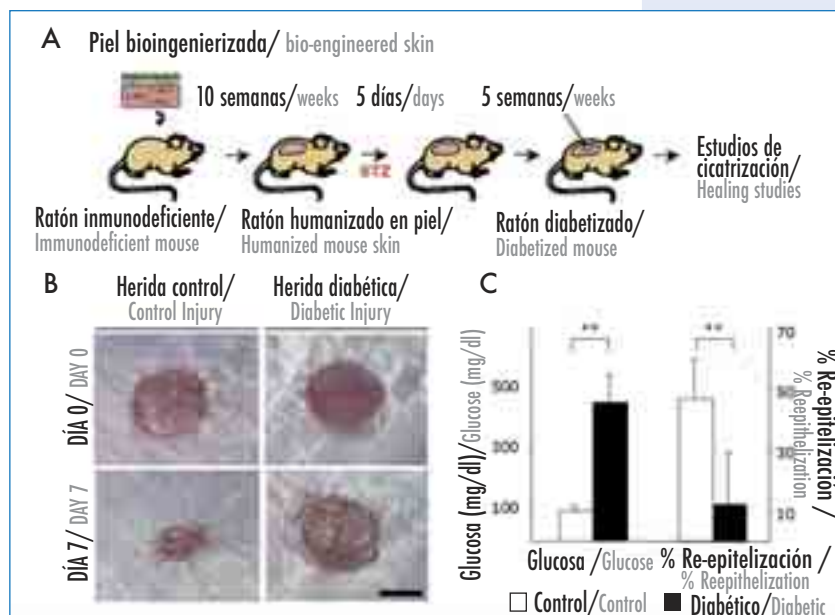


Figura 5: Diseño experimental del modelo de cicatrización diabética en el ratón humanizado en piel. A) Representación esquemática del protocolo de diabetización. B) Aspecto clínico de las heridas. La cicatrización está retrasada en los animales diabetizados. Barra de escala: 1mm. C) Efecto de los niveles de glucosa en el porcentaje de re-epitelización.

Figure 5: Experimental design of the diabetic healing model in humanized mouse skin. A) Schematic representation of the diabetization protocol. B) Clinical appearance of the injuries. The healing is delayed in diabetized animals. Scale bar: 1mm. C) Effect of the glucose levels on the reepithelization percentage.

en estado preclínico. Nuestro grupo está participando en algunos de ellos, orientados a la corrección de diferentes enfermedades cutáneas, (tales como EBD, EBJ, Paquioniquia congénita y Xeroderma Pigmentosum) y a la mejora del proceso de cicatrización a través de factores de crecimiento, factores pro-angiogénicos y péptidos antimicrobianos. A modo de ejemplo, sólo me referiré aquí a nuestros resultados en EBD dado que en esta enfermedad también lideramos un ensayo clínico basado en terapia celular.

La terapia génica de la EBD requiere introducir una copia correcta del gen del colágeno VII en queratinocitos del propio paciente. Con los queratinocitos corregidos y fibroblastos del mismo paciente se construirían equivalentes cutáneos que se le trasplantarían a la manera que se hace con los quemados extensos. Aunque quizás sea poco realista, en el momento presente, pensar que se puede sustituir toda la piel de un paciente por piel genéticamente corregida, al menos se pueden trasplantar las zonas más críticas, como las manos o las úlceras que cronifican y que acaban generando tumores malignos con alta probabilidad.

Como prueba preclínica de esta aproximación, nuestro laboratorio, en colaboración con el Dr. Meneguzzi, generó equivalentes cutáneos a partir de células de pacientes de EBD. Los queratinocitos de parte de los equivalentes provenían directamente del paciente. Pero en otros equivalentes, los queratinocitos del paciente fueron transducidos con un vector retroviral que portaba el gen del colágeno VII. La piel humana regenerada en ratones inmunodeficientes mediante el trasplante de queratinocitos provenientes del paciente mostraba la dramática fragilidad en la adhesión dermo-epidérmica y la formación de ampollas espontáneas como consecuencia de la ausencia del colágeno tipo VII, y por tanto de las fibrillas del anclaje, características de esta enfermedad (ver figura 5a). Por el contrario el fenotipo fue corregido en el injerto de las células EBD modificadas genéticamente (figura 5a') y la presencia de colágeno VII en la zona de unión dermo-epidérmica alcanzaba, en los injertos EBD, niveles similares a los encontrados en un trasplante control, portador de células de un donante sanos (Figura 5b, 5b').

### Agradecimientos

Este artículo no hubiera podido escribirse sin la fructífera y larga colaboración de Alvaro Meana, Fernando Larcher y Marcela del Río (por orden alfabético) y sus equipos, y a la de múltiples colaboradores clínicos. Agradezco especialmente a la Asociación Española de Epidermolisis Bullosa (AEBE) y a todos nuestros pacientes y sus familias el constante apoyo y motivación que nos dan.

epidermis to the dermis (Figure 3b). With this method, it has also been possible to faithfully model other kinds of Epidermolysis Ampollosa, as well as other kinds of skin diseases or physiological responses (e.g., the response to UV light, Gorlin's syndrome [predisposition to cancer] and psoriasis).

### CUTANEOUS GENE THERAPY

The skin is an organ that has always generated great expectations for the development of therapeutic strategies based on gene modification (gene therapy). Because of its easy access, it is possible to directly assess the genetically modified area and study the consequences of this modification without causing too much bother to the patient and, even more importantly, with the possibility of extirpating the genetically modified tissue if adverse effects are detected. As we have seen, skin cells are relatively easy to obtain and multiply in vitro on the basis of a small skin biopsy, and significant progress has been made in the development and clinical use of cutaneous equivalents obtained via tissue engineering for permanent skin regeneration. Finally, the epidermal stem cells, which are the necessary target for any permanent gene therapy strategy for the skin, can be genetically modified. The genetic correction of most of the hereditary skin pathologies requires that a "healthy" (wild-type) version of the involved gene be introduced to offset or replace the defective version (mutant) existing in the epidermal stem cells. To this end, several laboratories (including ours) are developing increasingly complex models.

These studies have provided strong evidence that corrective gene transfer is feasible and they are the starting point for the development of cutaneous gene therapy, which culminated with the implementation in Italy in 2005 of a phase I-II trial for the correction of Junctional Epidermolysis Bullosa (EBJ), a genodermatosis caused by a physical or functional deficiency of laminin.

At this time, there are several skin gene therapy protocols being developed in the world, primarily at a preclinical level. Our group is taking part in some of the ones that focus on correcting different skin diseases (e.g., EBD, EBJ, Pachyonychia Congenita and Xeroderma Pigmentosum) and improving the healing process with growth factors, pro-angiogenic factors and antimicrobial peptides. By way of example, I will only refer here to our results with EBD because we are also leading a clinical trial based on cellular therapy for this disease.

EBD gene therapy requires that a correct copy of the collagen VII gene be introduced into keratinocytes of the patient. With the corrected keratinocytes and fibroblasts of the same patient, cutaneous equivalents would be transplanted in the same way as with extensive burns. Although it is perhaps not very realistic at present to think that all a patient's skin can be replaced with genetically corrected skin, at least it is possible to transplant the most critical zones, such as the hands or the ulcers that chronify and are highly likely to end up producing malignant tumors.

As a preclinical trial, our laboratory, in collaboration with Dr. Meneguzzi, generated cutaneous equivalents from EBD patient cells. The keratinocytes for the equivalents came directly from the patient. But in other equivalents, the patient keratinocytes were transduced with a retroviral vector carrying by the collagen VII gene. The human skin regenerated in immunodeficient mice by transplanting keratinocytes from the patient showed the dramatic fragility in the dermal-epidermal adhesion and the formation of spontaneous blisters as a result of the absence of collagen VII and, consequently, of anchoring fibrils, which is characteristic of this disease (see Figure 5a). On the contrary, the phenotype was corrected in the graft of the genetically modified EBD cells (Figure 5a'), and the presence of collagen VII in the dermal-epidermal junction zone reached similar levels in the EBD grafts as those found in a control transplant carrying healthy donor cells (Figures 5b, 5b').

### Acknowledgements

This article could not have been written without the long, fruitful collaboration of Alvaro Meana, Fernando Larcher and Marcela del Río (in alphabetical order) and their teams, or of multiple clinic collaborators. I especially thank the Spanish Association of Epidermolysis Bullosa (DEBRA) and all our patients and their families for their constant support and motivation.

## Pedro GARCÍA BARRENO

### Reflexiones Reflections

**Pedro García Barreno (Madrid, 1943) es médico especialista en cirugía, investigador y ensayista. Catedrático de Fisiopatología y Propedéutica Quirúrgicas en la Universidad Complutense de Madrid. Miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y de la Real Academia Española.”**

*«No estudiamos aspectos particulares del mundo; somos estudiosos de problemas. Y los problemas van más allá de los límites disciplinares» Karl Popper.*

En el mes de julio de 1981 se inauguró el Pabellón de Medicina y Cirugía Experimental del Hospital General de Madrid. Dos problemas, fruto de la oportunidad, fueron abordados. En uno de ellos, la intoxicación por aceite de colza desnaturalizado, el objetivo fue colaborar en la identificación de la causa del síndrome para proporcionar una base para la comprensión fisiopatológica, para la terapéutica y para la justicia. Fue un trabajo eminentemente experimental; en el laboratorio. Por su parte, la insuficiencia cardíaca terminal exige un trasplante cardíaco; numerosos pacientes fallecen durante la espera. Conseguir un dispositivo de asistencia circulatoria temporal fue la justificación en este caso. Siguiendo la normativa de la FDA [1] se estableció un programa complejo que incluyó modelización, diseño, desarrollo, experimentación, comercialización y aplicación clínica. Las primeras fases del programa exigieron proyectos en la intersección entre las ciencias físico-químicas y de la vida —computación, materiales—; luego, modelos mecánicos y animales; más adelante ensayos clínicos. También, tramitación de patentes, licencias... y caos, sobre todo caos no organizado. Por último, la comercialización y empresalización. Una empresa que creó puestos de trabajo y generó ganancias más allá de los inicios subvencionados y amortizados. Una empresa que puso en manos de los clínicos un producto con alto valor añadido: un dispositivo que salva vidas. Años después, el interés se volcó en la imagen médica. El proceso fue similar; esta vez algo menos de confusión pero bastante despiste. Junto a ello, sendos grupos se ocupaban, uno del estudio de intrincados mecanismos que operan en las relaciones entre los endotelios de la pared arterial y las plaquetas circulantes; otro interesado por determinado grupo de proteínas pleomorfas involucradas en determinadas patologías, y un tercero por consolidar un programa, a nivel nacional, de diagnóstico precoz, en neonatos, de metabolopatías congénitas. Una vez más, investigación básica en un lado y aplicada en otro. En



Pedro García Barreno  
Pedro García Barreno

cualquier caso, un espacio de convivencia de los más variopintos personajes (médicos, biólogos, veterinarios, físicos, empresarios...). Todos ellos con gran potencial intelectual; unos especializados y focalizados, otros especializados en algo pero integradores de todo. La mayoría honestos; alguno no tanto.

En este ambiente —un espacio de amplitud intelectual y respeto no exento de crispaciones, momentáneas unas y perennes otras— nadie habló ni de interdisciplinariedad ni de transferencia tecnológica; ni siquiera de I+D. Sí de esfuerzo, que asume un riesgo calculado, en investigación básica o aplicada, en ocasiones complementarias, otras en un camino de ida y vuelta y, también, por caminos paralelos e incluso opuestos. Como característica, el encuentro temporal entre pares. Esa mezcla a veces inmiscible es lo que llamamos ciencia. Ahora, ansiosos de novedad, añadimos adjetivos: interdisciplinariedad,



multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, innovación, transferencia de tecnología, valor añadido... o el redundante I+D+i, que no es patentar, que también, sino industrializar.

El abordaje de problemas complejos es uno de los retos humanos más fascinantes y productivos. Un modo de hacer que proporciona un escenario de conversación que conduce a nuevo conocimiento. Pero también a una manera de educar y de formar que inspire a las mentes más jóvenes y despiertas a buscar nuevas formas de convivencia; ello en una sociedad más justa y más próspera, a la vez de lograr nuevos descubrimientos y tecnologías. A pesar de los beneficios aparentes de este tipo de aproximación a los problemas que acucian a la sociedad, aquellos interesados en tal propósito, a menudo, se dan de bruces con obstáculos y desincentivos. Ello en forma de barreras «culturales»: comunicación personal, tradición académica u organización departamental. Un reciente artículo [2] cuestiona la reforma abordada por el actual director de una insigne institución [3], quien defiende brillantemente su iniciativa [4]. En el primer artículo se reclama una reestructuración sobre la base de grandes problemas en vez de crear un nuevo instituto [5] con pretensiones innovadoras pero, en el fondo, de corte clásico: la novedad —translación— se devalúa en la especialización —la misma transferencia tecnológica. Una situación similar ocurre con el término interdisciplinariedad que, en sí mismo, es contradictorio. Hay que buscar, inventar, nuevas palabras para las nuevas formas de pensar y de hacer.

La aproximación a la complejidad —tal es reto para dar respuesta a los grandes temas y ello exige formular nuevas y ambiciosas preguntas— es un modo de trabajar, de investigar en el lenguaje estándar para la ocasión, realizado por individuos o grupos que integran información, datos, técnicas, perspectivas, conceptos o teorías dispares, con el objetivo de solventar problemas cuyas soluciones están más allá de la perspectiva de un área de la práctica científica habitual. Ello no elimina sino que potencia la faceta especializada, incluso muy especializada. La complejidad exige ruido de fondo surgido del enfrentamiento de posturas definidas discordantes.

El problema es que la innovación no es algo simple; no es un sistema lineal en que la investigación «básica» concluye en tecnología y ésta en innovación, y aunque este haya sido el modelo utilizado universalmente para presentar la transferencia tecnológica. La innovación, que es la que produce retornos, es un ecosistema complejo, extremadamente no lineal, sometido a una serie de interdependencias y retroalimentaciones todavía no bien comprendidas y, sobre todo, lejos, hoy, de poder ser cuantificadas. Hasta que esto se consiga, los inves-

**Pedro García Barreno (Madrid, 1943) is a medical surgeon, researcher and essayist, Professor of Physiopathology and Propaedeutics in Surgery at the Complutense University in Madrid, and member of the Royal Academy of Exact, Physical and Natural Sciences and the Spanish Royal Academy.**

*«We do not study particular aspects of the world; we are scholars of problems. And problems go beyond disciplinary limits» Karl Popper.*

**I**n July 1981, the experimental medicine and surgery pavilion of Madrid's Hospital General was inaugurated. It provided the opportunity to address two problems of that time. For one of them, intoxication by denaturalized rapeseed oil, the purpose was to collaborate in the identification of the cause of the syndrome to establish a basis for a physiopathological understanding, for therapeutics and for justice. It was mostly experimental work in the laboratory. On the other hand, terminal cardiac insufficiency requires a heart transplant and numerous patients die while waiting for one. Developing a temporary circulatory assist device was the justification in this case. Following FDA1 regulations, a complex program, including modeling, design, development, experimentation, commercialization and clinical application, was set up. The early phases of the program required projects at the intersection between physical-chemical and life sciences – computing, materials – then mechanical models and animals, and later on clinical trails. They also involved the obtainment of patents, licenses... and chaos, above all unorganized chaos. And finally commercialization and entrepreneurship: an enterprise that created jobs and yielded earnings above and beyond the subsidized, amortized beginnings, and an enterprise that made available to clinicians a high value added product – a device that saves lives. Some years later, the interest turned to medical imaging. The process was similar, although this time there was somewhat less confusion but definitely some slip-ups. Added to that, there were several groups involved; one that studied intricate mechanisms that are involved in the relations between the endotheliocytes of the arterial wall and the circulating platelets, another interested in a certain group of pleomorphic proteins involved in certain pathologies, and a third consolidating a nationwide program for early diagnosis in neonates of congenital metabolic diseases. Once again, there was basic research on one side and applied research on another. In any case, it was a space for the most diverse group of people (doctors, biologists, veterinarians, physicists, entrepreneurs, etc.) to work together. All of them had a great intellectual potential; some were specialized and focused and others were specialized in something but interested in the bigger picture, and most were honest but a few not.

*In this environment – a space of intellectual breadth and respect not exempt from some tension, either momentary or constant – no one talked about interdisciplinarity or technology transfer, and not even about R&D, but there was talk about effort, about assuming a calculated risk, in basic or applied research, in complementary occasions and also on parallel and even opposite paths. One characteristic was a temporary encounter between peers. This often immiscible mixture is what we call science. Now, anxious for novelty, we add adjectives: interdisciplinarity, multidisciplinarity, pluridisciplinarity, innovation, technology transfer, added value... or redundant R&D&I which is not for patenting but rather for industrializing.*

*The approach to complex problems is one of the most fascinating and productive human challenges. It is a form of action that provides a scenario of conversation that leads to new knowledge, and also to a way of educating and training that inspires the youngest, most alert minds to seek new forms of co-existence in a fairer, more prosperous society, and at the same time achieve*

El «fondo de garantía» reclamado a efectos de estabilidad financiera, debería ir acompañado por otro «fondo de garantía» a largo plazo en educación, formación, ciencia, tecnología y matemáticas ”

Investigadores, instituciones, financiadores, transferólogos, empresas, economistas y analistas deberán aprender a colaborar el tiempo suficiente, y no agotar sus esfuerzos en acciones no coordinadas a corto plazo que son costosas y representan mero gasto.

La creciente especialización y la complejidad del abordaje de los problemas requieren nuevos métodos de organización y una modificación estructural que faciliten las interacciones y potencien la comprensión mutua de métodos, lenguajes y culturas de las diversas disciplinas o áreas del conocimiento. También, entre academia, industria y gobierno. Aunque los consorcios o uniones temporales de intereses con objetivos comunes aun encuentran barreras, sus beneficios son innegables. Frente a un universo estructurado de arriba-abajo en la mayoría de los centros, se plantea otro paralelo construido de abajo-arriba; ello exige, entre otros, aligerar el peso de tanta burocracia y legislación existentes. La complejidad genera su propia eficiencia.

El «fondo de garantía» reclamado a efectos de eso que se llama estabilidad financiera, debería ir acompañado por otro «fondo de garantía» a largo plazo —imprescindible para conseguir un escenario estable de desarrollo tecnológico y progreso social— en educación, formación, ciencia, tecnología y matemáticas. El pretendido centro de ingeniería biomédica, creado alrededor del grado homónimo de la Universidad Carlos III y auspiciado por esa Universidad de la mano de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid y del CIEMAT, puede ser un primer efecto demostración en nuestro entorno.

## REFERENCIAS / REFERENCIAS

- [1] FDA: U.S. Food and Drug Administration. U.S. Dept. Health & Human Services.
- [2] Time to rethink the NIH, Nature 2011; 471: 569-71.
- [3] NIH: National Institutes of Health.
- [4] Reengineering translational science: the time is right, [www.ScienceTranslationalMedicine.org](http://www.ScienceTranslationalMedicine.org) 2011; 3: 1-5
- [5] NCATS: National Center for Advancing Translational Sciences.

*new discoveries and technologies. In spite of the apparent benefits of this type of approach to the problems that plague society, those interested in such an endeavor often bump into obstacles and disincentives in the form of “cultural” barriers: personal communication, academic tradition or departmental organization. A recent article<sup>2</sup> questions the reform undertaken by the current director of a distinguished institution<sup>3</sup>, who brilliantly defends his initiative<sup>4</sup>. The first article calls for a restructuring based on major problems instead of creating a new institute<sup>5</sup> with innovative pretensions but which deep down are of a classical nature: novelty – translation – is devalued in specialization – the very same technology transfer. A similar situation occurs with the term interdisciplinarity, which in itself is contradictory. New words must be found or invented for the new ways of thinking and doing.*

*The approach to complexity – as a challenge to address the big issues and that demands that new and ambitious questions be posed – is a way of working, of investigating the standard language for the occasion, by individuals or groups that integrate disparate data, information, techniques, perspectives, concepts or theories for the purpose of solving problems whose solutions go above and beyond the perspective of one area of normal scientific practice. This does not eliminate but rather promotes the specialized, and even very specialized, facet. Complexity demands background noise born of the clash between conflicting positions.*

*The problem is that innovation is not a simple thing; it is not a linear system in which “basic” research results in technology and technology in innovation, although this has been the model universally used to present technology transfer. Innovation, which is what yields returns, is a complex, extremely non-linear ecosystem subject to a series of interdependencies and feedbacks that are still not fully understood and above all are today far from being quantified. Until this happens, researchers, institutions, financiers, transferologists, enterprises, economists and analysts should learn to collaborate in the long term and not to waste their efforts on uncoordinated, short-term actions that are costly and amount to no more than a mere expense.*

*The growing specialization and complexity of approaching problems requires new methods of organization and structural modifications that facilitate interactions and foster a mutual comprehension of methods, languages and cultures of the different disciplines or areas of knowledge, and also between academia, industry and government. Although consortiums or temporary business associations still encounter barriers, their benefits are undeniable.*

*As opposed to a structured up-down universe in most centers, another parallel universe built from down-up is proposed. Among other things, this requires that the burden of so much existing bureaucracy and legislation be lightened. Complexity generates its own efficiency.*

*The “guarantee fund” demanded for purposes of what is called financial stability should be accompanied by another long-term “guarantee fund” – indispensable to achieve a stable scenario of technological development and social progress – in education, training, science, technology and mathematics. The planned biomedical engineering center, created around the homonymous degree program of the Carlos III University and sponsored by that University with the backing of Madrid’s regional ministry of health and the CIEMAT, could be a first effective demonstration in our environment.*

The “guarantee fund” demanded for purposes of financial stability should be accompanied by another “guarantee fund” in education, training, science, technology and mathematics ”

### Nace KIC InnoEnergy Iberia S.L.

A finales de julio se constituyó formalmente la empresa KIC InnoEnergy Iberia S.L.; en el acto de la firma de los estatutos en Barcelona estuvieron representados sus diez socios, organizaciones de gran prestigio en el campo de la energía y la innovación.

KIC InnoEnergy es una sociedad europea, con el objetivo de convertirse en el motor de la innovación en Europa dentro del campo de las energías sostenibles. KIC InnoEnergy plasma la participación de España en una de las nuevas Comunidades de Innovación y Conocimiento (KIC) del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT).



Firma de los estatutos de KIC InnoEnergy Iberia S.L.

La filial KIC InnoEnergy Iberia, es la responsable de dirigir las actividades de la compañía en España y Portugal así como de gestionar a nivel europeo el área de Energías Renovables. Los socios de KIC InnoEnergy Iberia son: CIEMAT, Energías de Portugal (EdP), Escuela Superior de Administración y Dirección de Empresas (ESADE), Gas Natural Fenosa, Iberdrola, Institut de Recerca de l'Energia de Catalunya (IREC), Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST), KIC InnoEnergy Iberia S.E., Tecnalia Corporación Tecnológica y Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

KIC InnoEnergy permitirá la formación de más de 1500 estudiantes en programas internacionales y se estima que de aquí al 2017 será posible generar más de 60 patentes, lanzar más de 50 *start-ups* y poner en el mercado alrededor de 90 nuevos productos.

Las Comunidades de Innovación y Conocimiento, las KIC, son consorcios que tienen por objetivo fomentar las sinergias de los sectores universitario, investigador e innovador; son la herramienta operativa del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología y están constituidas por empresas, universidades y centros tecnológicos y de investigación. Las KIC contribuyen así a los objetivos de la Estrategia de la UE 2020.■

### IPAC 2011

El Palacio de Congresos Kursaal de San Sebastián reunió, a principios de septiembre a expertos internacionales en el ámbito de los aceleradores de partículas, en la II Conferencia Internacional de Aceleradores de Partículas, IPAC'11, organizada por CELLS-ALBA, IFIC, ESS-Bilbao y CIEMAT. Esta conferencia es el resultado de la fusión de las conferencias regionales europea, asiática

y americana y es la primera vez que se celebra en Europa. Más de 1400 delegados y 72 expositores han participado en este evento. La conferencia fue inaugurada por la ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia.

En el programa científico, han destacado las presentaciones sobre los grandes proyectos internacionales bien en proyecto (*International Linear Collider, European Spallation Source*), bien en funcionamiento (*Large Hadron Collider, Tevatron*). En este foro también se presentaron informes sobre el estatus de otras instalaciones en Europa, América, China y Japón, donde cabe destacar que, a pesar de haber sufrido serios daños en algunas instalaciones a causa del terremoto del 11 de marzo, se está trabajando para restablecer la operación antes de fin de año. Otro aspecto que merece la pena comentar es el importante número de aceleradores, en proyecto o en funcionamiento, destinados a radioterapia.



Cartel IPAC 2011.

El CIEMAT participó en el Comité Local Organizador de la conferencia, estuvo presente en la exposición con un stand, y se han presentado 21 trabajos, 15 sobre IFMIF-EVEDA, 1 sobre el Microtrón de la UPC, 2 sobre XFEL, 2 sobre la Instalación de Irradiación de Materiales, en la ESS-Bilbao y uno sobre CLIC. La parte expositiva de la conferencia comprendía más de cien stands, permitiendo así a instituciones, organismos y centros de investigación y, por supuesto, al sector empresarial, presentar los últimos desarrollos en aceleradores.

Algunas de las empresas españolas representadas en IPAC'11 contaban ya con experiencia en grandes instalaciones científicas. Ineustar, la asociación de las empresas del sector científico-tecnológico español, ha organizado una sesión especial en la que se expusieron proyectos que realizan para centros de investigación internacionales.

La próxima conferencia de esta serie, IPAC'12, tendrá lugar en mayo del próximo año en New Orleans, EEUU.■

### Campus Científicos de Verano

Los Campus Científicos de Verano (del 3 al 30 de julio) se desarrollan simultáneamente en departamentos de investigación de 20 Campus de Excelencia Internacional y Regional, entre otras la de Cantabria, permitiendo a los estudiantes estar durante 14 días en relación directa con el mundo de la investigación científica, ya que participan activamente en proyectos de acercamiento científico especialmente diseñados por profesores universitarios y de Enseñanza Secundaria..

El programa está dirigido a 1200 estudiantes de 4º de la ESO y 1º de Bachillerato, con el objetivo de fomentar el interés del alumnado por la ciencia, la tecnología y la innovación; en el caso





**Visita al TJ-II de estudiantes del Campus de Física de la Universidad de Cantabria.**

de la Universidad de Cantabria, en concreto por la Física; así, los proyectos de este verano de 2011 respondían a los siguientes epígrafes: “¿Qué se puede medir con la luz?”, “GPS y otros métodos de localización”, “Explorando la estructura de la materia cristalina y sus simetrías” y “Estudio de sistemas solares con dos estrellas”.

El 7 de septiembre, el CIEMAT recibió en sus instalaciones madrileñas a los alumnos del Campus de Física de la Universidad de Cantabria, que visitaron el Laboratorio Nacional de Fusión, pudiendo contemplar la máquina de fusión, TJ-II, y hallar respuesta a todas las preguntas que se les ocurrieron al respecto ya que el investigador Enrique Ascasibar les introdujo en los principios básicos de esta gran instalación científica y atendió amablemente a sus requerimientos. La visita resultó muy interesante para los alumnos que así lo manifestaron tras su experiencia directa con la Gran Ciencia.■

## LA XXXIII Biental de Física □

En esta edición, la Biental de Física, que ha tenido lugar en Santander, reunió a más de 400 físicos, nacionales e internacionales. Esta bienal ha sido organizada por la Real Sociedad de Física, la Universidad de Cantabria y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, con la colaboración de otras entidades, como el CPAN (Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear). El encuentro estuvo marcado por las declaraciones del director del CERN, Rolf Huer, y su petición a los medios de mostrar “prudencia” frente al descubrimiento del laboratorio italiano de Gran Sasso que podría revolucionar esta disciplina al medir a los neutrinos desplazándose a una velocidad superior a la luz, declaración que ha generado escepticismo entre la comunidad científica.

Paralelamente, la idea de utilizar componentes informáticos con nuevos materiales para contribuir a su miniaturización, también ha llamado la atención de los numerosos socios presentes en la charla; investigación que le valió el Nobel al francés Albert Fert junto a su colega Peter Grünberg. Así mismo, Francisco Guinea mostró las grandes posibilidades que tiene el grafeno en la informática y la telefonía.

Entre las anécdotas no científicas de la cita, la presidenta de la Real Sociedad Española de Física e investigadora del CIEMAT,

M<sup>a</sup> del Rosario Heras, entregó al cineasta Alejandro Amenábar una placa en homenaje al tratamiento de su personaje Hypatia en su film *Ágora* (2007). El apretado programa que completaba esta “fiesta de la física” estuvo marcado por diferentes sesiones especializadas en temas tan variados como la Física Médica, la Astronomía o la Termodinámica.■

## Premio por Servicios Distinguidos a Juan Bueren □

Barcelona ha sido la anfitriona, entre el 20 y el 23 de octubre pasado, de la *23<sup>rd</sup> Annual Fanconi Anemia Research Fund Scientific Symposium*, así como, paralelamente, de la reunión del Grupo Internacional de Terapia Génica de la Anemia de Fanconi, de la que fue anfitrión el doctor Juan Bueren, investigador del CIEMAT, y la XIII Reunión de la Red Española de Anemia de Fanconi, que favoreció el intercambio de información entre responsables clínicos, investigadores y familiares de afectados.



**Visita al TJ-II de estudiantes del Campus de Física de la Universidad de Cantabria.**

En esta vigésimo tercera edición del Simposio Científico Anual, se entregó el Premio por Servicios Distinguidos de la Fanconi Anemia Research Foundation (FARF) al doctor Juan Bueren, por su compromiso en la investigación en el ámbito de la Anemia de Fanconi. En los 23 años de historia de la Fundación sólo se han otorgado, con el presente, nueve premios de Servicios Distinguidos. La distinción al Dr. Bueren es el reconocimiento público de los logros conseguidos en su labor en investigación de la Anemia de Fanconi en España, su compromiso con la investigación y la creación de un entorno científico cooperativo en el campo de la Anemia de Fanconi gracias al cual los pacientes con Anemia de Fanconi en España y, por extensión, en todo el mundo, pueden beneficiarse de los resultados de la actividad científica. En la misma ocasión, Hans Joenje recibió el *Lifetime Achievement Award* (en reconocimiento de los logros en su trayectoria profesional).

El Dr. Juan Bueren, jefe de la División de Hematopoyesis y Terapia Génica del CIEMAT/CIBER de Enfermedades Raras, ha centrado su trabajo en la investigación traslacional de la anemia de Fanconi, tratando de conseguir terapias más eficaces de la enfermedad mediante la corrección del defecto genético de los pacientes. Para ello, su equipo de investigación ha desarrollado un nuevo vector lentiviral que recibió, por parte de la Comisión Europea, la calificación de “Medicamento Huérfano”, en diciembre de 2010.

En colaboración con diferentes equipos de investigación clínica y biológica de la Red Nacional en Anemia de Fanconi, en la actualidad está elaborando la solicitud del primer ensayo clínico de terapia génica de pacientes con anemia de Fanconi, utilizando una nueva familia de vectores virales. ■

vencionados con fondos públicos, lo que sin duda cambiará notablemente la situación actual. ■

### Cayetano López y Sixto Malato participan en la Semana de la Ciencia de Alcoy □

Bajo este epígrafe se celebra, a lo largo de toda España una semana dedicada a la Ciencia, lo que supone el mejor marco posible para aproximar disciplinas científicas al gran público que las cree muy distantes y que en esta semana se hacen más cercanas. En este sentido, el CIEMAT participó en, por ejemplo, la organizada por la Universidad Politécnica de Valencia, que tuvo lugar entre el 7 y el 11 de noviembre pasados.

La participación del CIEMAT se materializó en la conferencia “La energía solar como aliada en la regeneración del agua”, impartida por el Dr. Sixto Malato, investigador de la Plataforma Solar de Almería, centro territorial del CIEMAT, que abordaba el tema de la recuperación del agua contaminada utilizando tecnología asociada a la energía solar, y que ha sido recientemente galardonado con el Premio Rey Jaime Primero en la Protección del Medio Ambiente. Y en la conferencia “El problema de la energía: ¿cómo vamos a iluminar nuestro futuro?”, cuyo ponente fue el director general del CIEMAT, Dr. Cayetano López, que expuso la situación actual en la que se conjuga la “bomba demográfica” atendiendo a la predicción de alcanzar la cifra de diez mil millones de personas a final de siglo con los requerimientos energéticos actuales y futuros y los distintos escenarios posibles. ■

### Biocombustibles en la aviación española □

Con el objeto de impulsar la producción de bioqueroseno para ser utilizado por la aviación en España, en su sentido más amplio, comprendiendo desde la producción de las materias primas sostenibles hasta el uso comercial en las aeronaves, y ello mediante la implantación de una cadena de producción y consumo que contribuya a la deseable diversificación energética, los ministerios de Fomento, a través de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), el Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino, a través de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, y el ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), han firmado un convenio con SENASA



Firmantes del convenio para impulsar el biocombustible en la aviación española

### Jornadas de OPI y el Acceso Abierto □

Coincidiendo con el inicio de la Semana Internacional del Acceso Abierto 2011, se celebró una “Jornada de Organismos Públicos de Investigación (OPI) y el acceso abierto” en la sede de la Unidad de Recursos de Información Científica para la Investigación (URICI) del CSIC. La jornada reunió a técnicos de las bibliotecas de investigación de los distintos OPI: INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias), ISCIII (Instituto de Salud Carlos III), IGME (Instituto Geológico y Minero de España), IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias) y CIEMAT, contando también con la participación de un vocal asesor y de la responsable de la Coordinación editorial del IEO y el equipo de trabajo de la URICI y de su proyecto Digital.CSIC; en este acto estuvieron asimismo representantes del Ministerio de Ciencia e Innovación y del Departamento de Gestión de la Información Científica de la FECYT.

Esta jornada permitió poner en común las experiencias de los proyectos que cada uno de los OPI está llevando a cabo en el ámbito de los repositorios institucionales y aumentar la visibilidad y la accesibilidad a la producción científica de sus comunidades. Otro de los logros del encuentro ha sido la detección de problemas comunes a todos los OPI y la identificación de áreas

de mayor colaboración que permitan afrontar mayores retos conducentes a la consolidación del acceso abierto a la ciencia en España.

El mayor reto que tienen las bibliotecas, tanto a nivel institucional como en el ámbito de su comunidad científica

es, a decir de los participantes, la labor de concienciar sobre el acceso abierto puesto que se ha detectado un considerable desconocimiento sobre lo que el movimiento del acceso abierto significa y las ventajas y proyección de futuro del mismo.

Por su parte, la intervención del Ministerio de Ciencia e Innovación consistió en hacer constar las implicaciones del artículo 37 de la nueva Ley de la Ciencia, aprobada en este mismo año, para el avance del acceso abierto a los resultados de los proyectos de investigación financiados por los Presupuestos Generales; poniendo de manifiesto que esta disposición en acceso abierto está recogido en el apartado de derechos y deberes del investigador. Además, la ley marca un plazo máximo de doce meses para la difusión a través de repositorios abiertos de las publicaciones seriadas resultantes de proyectos sub-



Asistentes a la Jornada.

(Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica).

Además, trece empresas del sector aéreo y energético han firmado un "Acuerdo voluntario de participación de entidades asociadas a la iniciativa española para la producción y consumo de bioqueroseno en aviación", así como centros de investigación como el CIEMAT. Las empresas firmantes son: Airbus, Camelina Company España, Cepsa, CLH, RSB (EPFL), Iberia, Residuos y Refinados Iberia S.L., Pullmantur Air, Repsol Comercial de Productos Petrolíferos S.A., Tecnología y Biomasa Sostenible S.L. (Tebio), Tecnalia y UOP LLC.

La iniciativa se estructurará como una plataforma de encuentro entre los distintos agentes participantes para facilitar el intercambio de información, así como para permitir la identificación de necesidades y de áreas de actuación, favoreciendo la comunicación entre los sectores público y privado que la conforman.

Recientemente Iberia ha realizado un primer vuelo (a primeros de octubre) con este tipo de queroseno, en colaboración con Repsol, para aportar los necesarios datos para la evaluación de su utilización, también en cuanto a la emisión de gases a la atmósfera. ■

## Congreso IEEE NSS-MIC 2011 □

Valencia fue la sede, durante toda una semana a finales de octubre, del Congreso Internacional del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), que comprendía también la celebración del Simposio de Ciencia Nuclear (NSS) y la Conferencia de Imagen Médica (MIC), de la complejidad organizativa da idea la cifra de participantes, aproximadamente 2400, de distintas disciplinas: ingenieros, físicos, matemáticos, químicos e investigadores en instrumentación en física nuclear, de partículas e imagen médica molecular. El CIEMAT ha sido el centro que ha dado apoyo institucional al Congreso, coordinando el equipo de centros de investigación y universidades que han colaborado para hacer posible que un evento de estas características se haya realizado en España, la primera vez que así ocurre en sus 40 años de trayectoria.

La relevancia de que España haya sido la anfitriona radica en el hecho de hacer posible dotar de visibilidad la emergente comunidad de imagen médica en nuestro país y potenciar la capacidad de los grupos nacionales consolidados en el desarrollo de detectores para física nuclear y de partículas.



José Manuel Pérez, coordinador del IEEE NSS-MIC dirigiéndose a los asistentes.

La celebración simultánea de los congresos NSS y MIC pretendía facilitar la transmisión hacia la sociedad, en forma de equipos médicos, de los desarrollos punteros alcanzados en ciencia básica, como física de partículas y nuclear. De hecho, se han presentado prototipos de nuevos sistemas de imagen para el diagnóstico que permitirán una mayor exactitud de forma más temprana con menores molestias y riesgos para las personas que se someten a este tipo de exploración. También tuvieron su espacio los últimos desarrollos en detección de radiación, así como todo lo que tiene que ver con la instrumentación del LHC (Gran Colisionador de Hadrones) del CERN, entre otros grandes experimentos.

La instrumentación mostrada en el IEEE NSS-MIC 2011 será la base de las nuevas generaciones de equipos SPECT, PET y CT que estarán disponibles en el sistema hospitalario en cinco años. ■

## Jornada "Smart Cities" □

La iniciativa "Smart Cities and Communities" se encuadra en el Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (SET Plan), está dirigida por tanto a cumplir los objetivos del Plan Energético Europeo 2020, es decir: la reducción del 20 % de emisiones de CO<sub>2</sub>, el incremento de un 20 % de la energía eléctrica de origen renovables y de la utilización de climatización renovable, el incremento de un 20 % de la utilización del transporte sostenible público y privado y el incremento de un 20 % del uso de combustibles sostenibles en los vehículos públicos de las ciudades.

El CIEMAT, en colaboración con la Universidad de Salamanca y el Ayuntamiento de Zamora, organizaron la Jornada "Smart Cities: una oportunidad para la innovación de las ciudades españolas" que se celebró el 24 de octubre, en Zamora.

En las jornadas, que se constituyeron en un excelente foro de debate para los interesados en el área de las energías renovables, los biocombustibles y la eficiencia energética, al estar presentes instituciones como el CIEMAT, el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), se dieron a conocer las experiencias realizadas en Burgos y Santander en las que los respectivos ayuntamientos están poniendo en práctica actividades en la línea que propone la iniciativa Smart Cities. ■

## Viaje a China de la Ministra de Ciencia e Innovación □

La ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia, viajó a China a finales de octubre, con una delegación en la que estaban representados tres centros de investigación: el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO), el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) y el CIEMAT, ya que uno de los objetivos era el de establecer futuras colaboraciones científicas con institutos de investigación chinos. El viaje tiene su origen en la firma del Memorando de Entendimiento (MoU) entre el Ministerio de Ciencia e Innovación español y el Ministerio de Ciencia y Tecnología chino para la cooperación científica y tecnológica, y la presencia de la ministra de Ciencia e Innovación respalda



el Programa de Trabajo que se acuerde para llevar a efecto el memorando.

En el marco de este viaje se han realizado varios actos hispano-chinos, así, el CIEMAT, y en concreto la División de Energías Renovables y la Unidad de Relaciones Internacionales, organizó, con la participación del MOST, la Jornada sobre Energías



**Intervención de Enrique Soria en el Encuentro Chino-Español sobre Energías Renovables.**

Renovables, el 25 de octubre en Beijing, donde se contó en la sesión de apertura con la presencia de la ministra, Cristina Garmendia. En las jornadas se expuso la situación de las energías renovables en cada país, y se desarrollaron dos sesiones que abordaron la Energía Solar de Concentración y la Energía Eólica, en la que participaron investigadores de CENER-CIEMAT y de CIEMAT. Finalmente, una mesa redonda favoreció la comunicación entre empresas españolas y chinas del sector de las energías renovables.

La ministra se reunió con su equivalente, el ministro de Ciencia y Tecnología de la República Popular China (MOST), Wan Gang, en Pekín. Asistió al Foro Hispano-Chino de energías renovables de Tianjin y visitó una planta de desalinización en Qingdao, construida gracias a la colaboración de Befesa –filial de Abengoa- y el ayuntamiento de Qingdao y que será inaugurada en el verano de 2012.

También es de reseñar las posibilidades de colaboración en relación a las corporaciones locales para la potabilización del agua, donde las empresas españolas podrían desempeñar un papel destacado. Además, la ministra ofreció la colaboración del Instituto Español de Oceanografía y el buque “Ramón Margalef” para investigación en cuestiones oceanográficas y de gestión medioambiental a las autoridades de Qingdao.■

### Acuerdo para el desarrollo de proyectos para ITER

Recientemente el Instituto Catalán de Energía (ICAEN) y el CIEMAT, junto con el Instituto de Investigación Energética de Cataluña (IREC), del que ambas son instituciones que pertenecen a su patronato, han firmado un acuerdo para crear un programa en relación con las tecnologías de fusión nuclear. El objetivo es impulsar la participación de las empresas catalanas en los procedimientos de licitación de los suministros de equipamientos del ITER (Reactor Termonuclear Experimental Internacional) cuya construcción se está llevando a cabo en Cadarache, Francia.

En Barcelona se gestiona la compra de equipos y servicios para ITER, a través de la Agencia Europea Fusion for Energy F4E. El IREC desarrollará también un programa de investigación en

áreas como, por ejemplo, los materiales avanzados para la energía, la electrónica de potencia, la robótica y la computación. Pero, además, el ámbito universitario también se verá enriquecido a través de las colaboraciones de las universidades catalanas en este proyecto.

En el primer año de desarrollo, el trabajo será fundamentalmente el de definir las estrategias y establecer las actuaciones a largo plazo, potenciando la relación con la industria local.■

### España se incorpora al XFEL Europeo

El Consejo de Ministros aprobó la firma del Protocolo de Adhesión de España al Tratado Internacional de la Instalación Europea de Láser de Electrones Libres de Rayos X, XFEL Europeo, que tuvo lugar el 6 de octubre, siendo el firmante el consejero de la Embajada de España en Alemania, Enrique Sardá. España pasa así a ser un de los doce países europeos que engloba esta gran infraestructura científica técnica, en construcción en Hamburgo, Alemania. El XFEL Europeo es una de las infraestructuras científicas incluidas en la Hoja de Ruta de Infraestructuras Europeas, la Hoja de Ruta de ESFRI.

La aportación española ascenderá a 14 millones de euros y, aunque la incorporación formal de nuestro país se produce en el presente año, desde 2004 España colabora en la fase de diseño y de construcción.

El XFEL Europeo tiene la vocación de convertirse en la más potente instalación de su género, se trata de un láser de rayos X, éstos se producen al acelerar electrones a mucha energía y pasarlos por imanes que se denominan onduladores lo que les obliga a seguir una trayectoria ondulada y a emitir radiación láser muy coherente. La participación de CIEMAT se materializa en el diseño, desarrollo, fabricación y suministro de los imanes superconductores para el acelerador lineal del XFEL, y otros imanes llamados desplazadores de fase que se colocan entre los “onduladores”, así como en soportes móviles para la colocación de estos desplazadores de fase. También participa la Universidad Politécnica de Madrid, en concreto en relación con las fuentes de alimentación para los imanes superconductores del acelerador lineal de la instalación. El Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz de Sincrotrón (CELLS) tendrá la misión de producción e integración de los bastidores mecánicos para los segmentos de los onduladores.

La energía de la radiación láser del XFEL Europeo estará en el rango de los rayos X, con longitudes de onda entre los 0,014 y los 1,6 mm. En la actualidad no existe ningún láser de electrones libres capaz de alcanzar tal coherencia de luz en el rango de longitudes de onda tan cortas.

Los fotones que van a producirse en el XFEL Europeo guardan cierta relación con los que se prevé obtener en dos instalaciones españolas: el sincrotrón ALBA (construido y explotado por CELLS) y el Centro de Láseres Pulsados Ultra-cortos Ultra-intensos (CLPU).■

## Premios CPAN a la divulgación de la física de partículas

El Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN) ha otorgado los premios de divulgación científica en su segunda edición. Los premios reconocen la producción de material divulgativo en las áreas de la Física de su competencia y en esta ocasión se presentaron 47 trabajos en total, en sus cinco categorías: artículos, páginas web, vídeos, experimentos y trabajos publicados en medios.

Los premiados fueron: el artículo “El oscuro enigma” firmado por Begoña Ascaso y Rosalía Cid, que parten del cuento de Edgar Allan Poe “El cuervo” para desarrollar el concepto de energía oscura. El blog “La ciencia de la mula Francis/Francis /th) E mule Science’s News”, del profesor de la Universidad de Málaga, Francisco R. Villatoro. “El universo invisible”, vídeo de Javier Díez, en el que el astrónomo del Observatorio de la Universidad de Valencia, Vicent Martínez, explica los conceptos de materia y energía oscuras. En la modalidad de experimentos el premio fue para “Física de partículas en el instituto: un paso más allá”, de Francisco Barradas, que consiste en un detector de rayos cósmicos. En cuanto al apartado de trabajos publicados en medios de comunicación, fue concedido el premio al titulado “Ópera del neutrino en dos actos” de José Edelstein Glaubach, de la Universidad de Santiago de Compostela, y Andrés Gomberaff, aparecido en “Qué Pasa”, semanal chileno, y que trata sobre la detección de neutrinos superlumínicos por el experimento OPERA.

La entrega de premios se realizó en la clausura de las III Jornadas CPAN celebradas en Barcelona y que reunieron a dos centenares de investigadores en el campo de la Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear. ■

## Observatorio de Políticas Ambientales 2011

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM) presentó el 28 de septiembre el libro titulado “Observatorio de Políticas Ambientales 2011”, iniciativa que tiene por objetivo analizar anualmente las políticas en materia de medioambiente del Estado español y de las comunidades autónomas, considerando los contextos internacional, comunitario europeo e internacional comparado; labor que desarrolla desde 2006.

En la presentación estuvo, además de la secretaria general técnica del MARM, Alicia Camacho y otras autoridades, el director del Centro Internacional de Estudios de Derecho Ambiental, CIEDA-CIEMAT, José Alberto Molina.

El Observatorio es un proyecto coordinado por la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) que cuenta con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino y el CIEMAT. El libro recoge los estudios realizados durante el primer trimestre de 2011, basándose en normas jurídicas, los presupuestos públicos, los documentos de programación y planificación, las medidas organizativas, la jurisprudencia de los diversos tribunales y los conflictos planteados. ■

## Ocho centros de investigación españoles entre los mejores del mundo

El Ministerio de Ciencia e Innovación promueve el programa Severo Ochoa para identificar y apoyar la investigación de excelencia que se realiza en España, y son ocho los centros y unidades de investigación seleccionados entre los mejores del mundo en sus respectivos ámbitos.

Así, en el área de Ciencias Físicas e Ingenierías los centros son: Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), en Barcelona, con el superordenador MareNostrum; el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT); el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO); el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). En el área de Ciencias de la Vida y Medicina: El Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas Carlos III (CNIO), el Instituto de Investigación Biomédica (IRB Barcelona) y el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC), éste último referencia internacional en cardiovascular. Y por último, en el área de Ciencias Sociales y Humanidades el Barcelona *Graduate School of Economics*, instituto interuniversitario de investigación adscrito a las universidades Pompeu Fabra y Autónoma de Barcelona.

Las candidaturas presentadas fueron evaluadas por científicos internacionales de prestigio, entre ellos tres premios Nobel: Samuel C. Ting (CERN), Robert Huber (*Max-Planck-Institut für Biochemie*) y Roger B. Myerson (Universidad de Chicago).

La acreditación como centro o unidad de excelencia Severo Ochoa tendrá una validez de cuatro años y proporcionará un millón de euros anuales para cada uno de los centros en ese periodo, entre otras ventajas en el marco de las convocatorias competitivas, el acceso a grandes instalaciones de investigación, etc. ■

## La Noche de los Investigadores

La Consejería de Educación y Empleo de la Comunidad de Madrid promueve la *Noche de los Investigadores Madrid 2011*, evento coordinado por la Fundación Madri+d y que cuenta con el apoyo de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y que se realiza simultáneamente en más de 200 ciudades desde la primera edición en 2005.

Con esta actividad se pretende acercar a los ciudadanos interesados en la ciencia, la tecnología y la innovación, la figura del investigador y su trabajo, así como fomentar que los jóvenes elijan una carrera científica para realizar sus estudios, resaltando principalmente, y a través de actividades lúdicas y festivas, la importancia que tiene la ciencia en nuestra vida cotidiana.

En la presente edición han participado: la Asociación Nacional de Químicos de España, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Madrileño de Estudios Avanzados, Universidad de Alcalá, Universidad Carlos III de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Madri+d para el Conocimiento de la Comunidad de Madrid. ■

### El cierre del Tevatron

Después de 26 años de vida, el Tevatron (Chicago, EE UU) pone fin a su actividad, en él se realizaron hitos como el descubrimiento de la partícula elemental quark top o del neutrino tauónico. El Tevatron fue el acelerador de partículas más potente del mundo hasta que empezó a funcionar el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN. El cierre obedece a la falta de financiación anunciada por el Departamento de Energía de Estados Unidos.

El equipo de expertos que venía desarrollando su actividad en Tevatron seguirá colaborando con LHC; durante años uno de los retos científicos abordado fue la búsqueda del bosón de Higgs, en clara competencia científica por conseguirlo respecto al LHC, ahora ya el único centro el liza. En el Tevatron España ha participado a través de tres instituciones: el Instituto de Física de Cantabria (IFCA), el Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) de Barcelona y el CIEMAT. ■

### Premios Nacionales de Investigación 2011

El Ministerio de Ciencia e Innovación reconoce el mérito a la labor de los investigadores españoles y su contribución al avance de la ciencia, el conocimiento del hombre y el progreso de la Humanidad a través de los Premios Nacionales de Investigación.

En la edición del presente año, los galardonados han sido: Francisco José Guinea López, del Instituto de Materiales de Madrid (CSIC), Premio Nacional de Investigación “Blas Cabrera”, en el área de Ciencias Físicas, de los Materiales y de la Tierra, por su trabajo en el campo de la Física de la Materia Condensada y la física Estadística, en particular el estudio de los sistemas fuertemente correlacionados y la estructura electrónica y propiedades del grafeno. El Premio Nacional de Investigación “Enrique Moles”, en el área de Ciencia y Tecnologías Químicas ha sido concedido a Ernest Giralt Lledó, de la Universidad de Barcelona y el Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona (IRB), por sus aportaciones al diseño, síntesis, modificación controlada y estructura de péptidos y proteínas; así como por su contribución al avance en el estudio del funcionamiento de proteínas relacionadas con el desarrollo del Alzheimer y la esquizofrenia, y también por el uso de péptidos en nanobiotecnología para la creación de fármacos teledirigidos. El Premio Nacional de Investigación “Alejandro Malaspina”, en el área de Ciencias y Tecnologías de los Recursos Naturales ha recaído en Jordi Bascompte Sacrest, de la Estación Biológica de Doñana, CSIC, por identificar leyes generales que determinan la forma en que las interacciones entre especies condicionan la biodiversidad, desarrollo conseguido a través de la introducción de la teoría de redes en el estudio de la biodiversidad. Por su parte, el Premio Nacional de Investigación “Julio Rey Pastor”, en el área de Matemáticas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones reconoce las contribuciones en diferentes campos de las Matemáticas, en particular en el análisis de Fourier y en las ecuaciones en derivadas parciales y sus aplicaciones en mecánica de fluidos de Antonio Córdoba Barba, del Instituto de Ciencias Matemáticas CSIC-UAM. Y, por último, el Premio Nacional de Investigación “Juan de la Cierva”, en el área de Transferencia de Tecnología, a Antonio Hernando Grande, del Instituto de Magnetismo Aplicado de la Universidad Complutense de Madrid. ■

### Primeros resultados presentados por la Colaboración Double Chooz

Siguen siendo los experimentos con neutrinos los que últimamente están proporcionando la información más novedosa acerca de los componentes más elementales de la materia y sus propiedades. A lo conocido desde hace tiempo sobre la existencia de tres tipos diferentes de neutrinos, se suma lo aprendido a lo largo de estos últimos quince años: que los neutrinos oscilan (esto es, se transforman de un tipo en otro), y que, por tanto, deben tener masa (la hipótesis aceptada durante mucho tiempo era que la masa de los neutrinos era cero).

Ha sido esta vez en Double Chooz, un experimento con neutrinos procedentes de una central nuclear, en el que participa un grupo de investigadores del CIEMAT, donde se han obtenido resultados sobre el último parámetro que faltaba por medir en el marco de los modelos que se usan para describir las “oscilaciones” de los neutrinos, el llamado ángulo de mezcla theta 13 ( $\theta_{13}$ ). La central se encuentra en la región francesa de las Ardenas, en Chooz, y cuenta con dos reactores en

los que se produce, como consecuencia de los procesos de fisión, un enorme flujo de antineutrinos. Un detector, especialmente diseñado para este fin, y ubicado en un laboratorio subterráneo, a una distancia de aproximadamente un kilómetro de los reactores, es capaz de medir la pequeña fracción de antineutrinos que interaccionan cuando le



Fin de la instalación de los tubos fotomultiplicadores. F. Rhodes. “Por cortesía de CEA-Saclay”.

alcanzan. Comparando ese flujo medido con el que cabría esperar teniendo en cuenta la información disponible de la operación de la central, es posible determinar si ha habido una desaparición de antineutrinos, que es lo que se esperaría en caso de una oscilación, ya que los neutrinos de la central nuclear se transforman en otro tipo de neutrinos que no se pueden detectar en Double Chooz. El resultado es que efectivamente hay una desaparición (desaparece aproximadamente un 10 % del flujo estimado). En términos del parámetro  $\theta_{13}$ , el valor que se deduce de esta observación es compatible con el que por un procedimiento muy diferente han determinado recientemente en el experimento T2K en Japón.

Combinando los dos resultados, el de Double Chooz y el de T2K, se obtiene un valor que tiene ya una significación estadística importante (más de tres desviaciones estándar) a la hora de descartar que  $\theta_{13}$  sea igual a cero. Un resultado que, si se confirma, es fundamental a la hora de planificar los futuros experimentos de neutrinos (un valor de ese parámetro igual a cero, o muy próximo a cero, haría prácticamente imposible realizar experimentos que midan la violación de CP en el sector de los neutrinos, algo que podría explicar por qué solo encontramos materia, y no antimateria en el Universo). ■





## Lucila **Izquierdo Rocha**

**Investigadora de la Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos**

*Researcher of the Unit of Energy Systems Analysis*

**M**i vida profesional ha transcurrido, desde 1965 y sin interrupciones, en el mismo organismo. Son muchos años, hoy no aconsejo a los jóvenes seguir este modelo, es demasiado cerrado para un mundo tan complejo y globalizado como el que estamos viviendo. Sin embargo, yo me siento afortunada por haber podido tener, desde aquí, la oportunidad de conocer y vivir tantas y tan variadas cosas, por no haberme aburrido nunca y por haberme sentido siempre bien en mi trabajo, cualquiera que haya sido la circunstancia o coyuntura que haya podido atravesar

La mayor parte de mi tiempo ha estado dedicado a la formación y la gestión. Hice algunos pinitos en la investigación durante los primeros años, pero la abandoné demasiado pronto. Mi ánimo no era entonces muy proclive a la reflexión y profundidad de análisis que se requiere al investigador y que es imprescindible para avanzar en el conocimiento humano. Era impaciente, y me parecía más interesante “hacer cosas” que tuvieran resultados más inmediatos. Quizás por ello, después de haber terminado el Curso de Ingeniería Nuclear que tuvo lugar en la entonces Junta de Energía Nuclear (JEN), de 1965 a 1967, y cuando apenas llevaba dos años trabajando en la actualización del Reactor JEN1, acepté la propuesta de D. José María Otero Navascués para ayudar a Armando Durán y a Manolo Quintero a “poner en valor” el Instituto de Estudios Nucleares, creado en la Ley de Energía Nuclear de 1964.

Mirando hacia atrás, veo tres etapas bien diferentes en este largo periodo: los años del “Instituto”, primero de Estudios Nucleares y luego de Estudios de la Energía, la etapa más larga, la más enriquecedora, la que viví con mayor ilusión y la que más disfruté; los años de la Secretaría General, la más dura y de mayor compromiso; y esta última, en la Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos, la más interesante y en la que he podido acercarme, al fin, a la tarea de investigación.

La etapa del “Instituto” tenía todas las características para ser disfrutada. A la satisfacción propia del que enseña a personas adultas, interesadas en sacar el mayor provecho de lo que estudian, se sumaba todo el enriquecimiento que suponía la colaboración con la universidad, la principal tarea que la Ley encomendaba al instituto. La diversidad y el interés de los temas, el contacto permanente con los jóvenes, la posibilidad de aprender directamente de personas del máximo conocimiento científico o técnico, de atrapar su experiencia, y de captar algo de su sabiduría, ha sido, sin ninguna duda, lo mejor de mi trabajo. Siempre tuve las antenas bien abiertas durante las conversaciones o debates fuera y dentro de las aulas, momentos en los que todas estas oportunidades surgen con facilidad.

La parte más tediosa de la tarea de formación, la organización de los programas o la atención a los horarios, en mi caso, se compensaba con creces

*I have spent my entire professional career, since 1965 and without interruption, in the same organization. That's a long time and today I do not recommend that young people do the same; it is too restrictive for the complex, globalized world we live in. However, I think I have been fortunate for having had the opportunity from here to learn about and experience so many different things, for never being bored and for always having felt comfortable in my work, whatever the situation or whatever the circumstances.*

*Most of my time has been spent on training and management. I dabbled in research in the early years, but I left it too soon. Back then I was not very given to the in-depth thought and analysis required of the researcher and that is essential to further human knowledge. I was impatient and I was more interested in “doing things” that would yield more immediate results. Perhaps because of that, and after having finished the Nuclear Engineering Course that was given in the former Junta de Energía Nuclear from 1965 to 1967, I accepted the proposal*



Prácticas en el Curso de Ingeniería Nuclear 1965-1967  
Practices in the Course in Nuclear Engineering 1965-1967

# Nuestros Profesionales



Curso OIEA - Garantía Calidad de las centrales nucleares (1991).  
IAEA course - Quality assurance of nuclear power plants (1991).

con la capacidad de iniciativa de la que siempre tuve la suerte de disfrutar. Agradezco de veras a todos los colaboradores que soportaron la mayor parte de esa importante, pero tediosa tarea, toda su dedicación y responsabilidad.

En los debates previos con los técnicos e investigadores hasta convenir los contenidos de los cursos o de los convenios de colaboración, creo haber aprendido muchas de las cosas que han facilitado mi vida, profesional y personal, en los años siguientes. Aprendí a entender que todo admite visiones diferentes, que es necesario entender bien cada uno de los múltiples matices que rodean una idea, un hecho o una cosa, para saber comprenderlos e interpretarlos correctamente. Y sobre todo, aprendí que debatiendo, siempre descubrimos que algunas de las ideas que creíamos más firmes y correctas, estaban equivocadas.

La JEN de los años 60 y 70 contribuyó de manera eficaz a complementar y mejorar el escaso equipamiento de la universidad española de entonces, así como a iniciar algunas de las líneas de investigación más avanzadas de la física, la química y la biología en España. El "Instituto" fue, en aquellos años, el principal instrumento para ello. Los grupos de Física de Reactores, de Física Atómica y de Física de Partículas Elementales de la JEN; el Grupo Interuniversitario de Física Teórica (GIFT) y los Institutos de Física Corpuscular de Valencia y de Física Atómica de Valladolid, son ejemplos del papel que representó el Instituto de Estudios Nucleares en el desarrollo de la física en España. Lo mismo puede decirse de la biología molecular y la biofísica.

El instituto difundió los avances de la JEN en tecnología nuclear, en química analítica, en radioquímica, en la fabricación de isótopos de aplicación industrial, en el estudio de los efectos de la radiación y en protección radiológica a través de los cursos de Ingeniería Nuclear, de Análisis Químico Instrumental y de los numerosísimos cursos de formación para los operadores de centrales

made to me by Jose Maria Otero Navascués to help Armando Durán and Manolo Quinteiro launch the Nuclear Studies Institute created by the Nuclear Energy Act of 1964.

Looking back, I can distinguish three very different stages throughout this time: the years of the "Institute", first for Nuclear Studies and later Energy Studies, which was the longest, most enriching stage and the one I was most enthusiastic about and most enjoyed; the General Secretariat years, which was the hardest and most compromising; and the last stage in the Energy Systems Analysis Unit, the most interesting and during which I have finally been able to take up research again.

The "Institute" stage had all that was needed to be enjoyed. Added to the satisfaction of one who teaches adults interested in taking utmost

advantage of their studies was the enrichment gained from collaborating with the University, the main mission entrusted to the Institute by the Nuclear Energy Act. The diverse, interesting subjects and permanent contact with young people and the possibility of learning directly from very scientifically and technically knowledgeable people, building on their experience and gaining some of their wisdom, has without a doubt been the best part of my work. I always had my antennas tuned to conversations or debates inside or outside the classroom, times when these opportunities easily arise.

The most tedious part of the training mission – program organization and adherence to timetables in my case – was more than compensated by the room for initiative that I was always lucky to have. I sincerely thank all my collaborators who were in charge of most of that important but tedious work for their dedication and responsibility.

During the discussions I had with technicians and researchers before the contents of the courses or collaborations agreements were finalized, I think I learned many of the things that facilitated my professional and personal life in the years to come. I learned to understand that everything is open to different points of view, and that it is necessary to have a good understanding of the multiple facets that surround an idea, a fact or a thing to be able to comprehend and interpret it correctly. And above all, I learned that, by debating, we always discover that some of the ideas we most stubbornly believed were right are actually wrong.

The JEN of the 1960s and 70s effectively helped to complement and enhance the scant facilities of the Spanish university back then, as well as to launch some of the most advanced lines of research in physics, chemistry and biology in Spain. At that time, the "Institute" was the main instrument for this purpose. The reactor physics, atomic physics and elemental particle physics groups of the JEN, the Interuniversity Theoretical Physics Group (GIFT) and the Corpuscular Physics Institute of Valencia and Atomic Physics Institute of Valladolid are examples of the role that the Nuclear Studies Institute played in the



Curso Evaluación Impacto Ambiental (1989).  
Environmental Impact Assessment Course (1989).

nucleares y de instalaciones radiactivas que se organizaron durante aquellos años. El reactor JEN I y la instalación de irradiación gamma *Nayade* fueron esenciales para ello.

En los años posteriores, el Instituto de Estudios de la Energía, ya en CIEMAT, amplió sus actividades a los ámbitos de las energías renovables y las tecnologías medioambientales, pero nunca modificó su misión de actuar como canal de difusión de los desarrollos y conocimientos que el CIEMAT iba acumulando a través de sus proyectos de investigación y de sus capacidades tecnológicas.

Hoy ya nadie habla del "Instituto", ni tendría por qué hacerlo, la transformación de la universidad y de la investigación españolas, y la del propio CIEMAT, han sido espectaculares, y este organismo tiene hoy su propio papel y personalidad en el contexto investigador actual. Es la División de Gestión del Conocimiento del CIEMAT quien realiza ahora, entre otras, las actividades formativas, y siento verdadero placer al ver cómo éstas han evolucionado durante los últimos años, cómo la voluntad y el trabajo de Marisa Marco y de todo el equipo de la unidad han sabido ampliar los cursos, actualizar los programas y sobre todo, poner al día la forma de hacer formación.

Desde que pasé a formar parte del Comité de Dirección del CIEMAT en 1986 y hasta el año 2004, he colaborado con cuatro equipos de dirección del centro en la larga y difícil tarea que ha supuesto transformar la antigua JEN, tan especializada en las actividades nucleares y radiactivas, tan acostumbrada a trabajar sin competencia, con la exclusividad que le daban sus instalaciones únicas, en el actual CIEMAT, un centro de más amplio alcance, que busca la excelencia, que debe trabajar en competencia, y que tiene que ganarse cada día su propio reconocimiento a nivel nacional e internacional. La tarea no ha sido fácil, ha sido necesario transformar la mentalidad de los que éramos más antiguos, crear nuevos equipos de investigación en campos que no existían, transformar la carrera profesional de los investigadores y los técnicos, dismantlar las antiguas instalaciones, limpiar los espacios contaminados, en resumen, descargarse de la historia antigua para crear la nueva historia. Los cuatro directores generales con los que he tenido la suerte de colaborar tenían su propia concepción del centro que deseaban construir, y todos

development of physics in Spain. The same is true of molecular biology and biophysics.

The Institute disseminated the JEN advances in nuclear technology, analytical chemistry, radiochemistry, isotope fabrication for industrial use, study of the effects of radiation and radiation protection through the Nuclear Engineering and Instrumental Chemistry Analysis courses and the very numerous training courses for nuclear power plant and radioactive installation operators that were provided over the years. The JEN I reactor and the NAYADE gamma irradiation installation were essential for that purpose.

In the subsequent years, the Institute of Energy Studies, which became part of the CIEMAT, extended its activities to the fields of renewable energies and environmental technologies, but it never changed its mission of serving as a channel of dissemination

for the developments and know-how that the CIEMAT was accumulating with its research projects and technological capabilities.

Today no one talks about the "Institute", nor would they have to; the transformation of the Spanish university and research, and of the CIEMAT itself, has been spectacular, and this organization today has its own role and personality in the field of research. It is the CIEMAT Knowledge Management Division that now carries out the training activities, and it truly pleases me to see how they have evolved in the last few years and how Marisa Marco and the unit's entire staff have expanded the courses, updated the programs and above all modernized the way training is done.

Between 1986, when I became a member of the CIEMAT Executive Committee, and 2004, I collaborated with four of the center's management teams in the long, difficult task of converting the former JEN, which was so specialized in nuclear and radioactive activities and so used to working without competition, with the exclusivity inherent in its unique installations, into the current CIEMAT, a Center with a broader scope that strives for excellence, has to compete and has to constantly earn its own recognition in the national and international arena. It was not an easy task and we had to change the mentality of the most senior members, create new research teams in fields that did not previously exist, redefine the professional career of researchers and technicians, dismantle the old installations, clean up the contaminated areas and, in short, unburden ourselves of our former history to create a new history. The four directors general with whom I had the privilege of working had their own ideas about the center they wanted to create and they all did their best to succeed. I thank them all for the trust they placed in me.

The next stage, the one I call the "General Secretariat" phase, actually began quite a bit before I was appointed General Secretary of External and Institutional Relations in 1998. It began in 1992 when I became Advisor to the Director General, without leaving my job of directing the Institute of Energy Studies.

The General Secretariat that I experienced was plagued by vagueness and inconsistencies in its mission; purely because



# Nuestros Profesionales



Curso de operadores de instalaciones radiactivas (Vigo, 1978).  
Course of operators of radioactive installations (Vigo, 1978).

pusieron lo mejor de sí mismos para lograrlo. A todos agradezco la confianza que me dispensaron.

La etapa siguiente, la que yo llamo, “de la Secretaría General”, empezó realmente bastante antes de que yo fuera nombrada secretaria general de Relaciones Externas e Institucionales en el año 1998. Comenzó en 1992, cuando pasé a ocupar el puesto de asesor del director general, sin dejar de dirigir el Instituto de Estudios de la Energía.

La Secretaría General que yo viví tenía bastantes indefiniciones e inconsistencias en su cometido, había pasado, por pura decisión externa, de ser una Secretaría General Técnica a una Secretaría General de Relaciones Externas e Institucionales, en un centro donde había ya una Dirección de Recursos Humanos y otra de Administración que tenían asignadas la mayor parte de las competencias imaginadas para ella. La subdirección que yo desempeñé se parecía más a la antigua Secretaría General Técnica que a las subdirecciones similares en otros OPI. Aunque en algún momento asumí las actividades de transferencia de tecnología, mucho de mi esfuerzo se lo llevaron la Secretaría del Comité de Dirección y sobre todo, las cuestiones de seguridad nuclear y radiactiva. Se diseñaron y planificaron en aquellos años las actuaciones que luego siguieron sobre el Pimic y Palomares, y no puedo negar, que aunque no dormí algunas noches, fue tremendamente interesante el haber tomado parte activa en ellas. Me alegra haber comprobado que las cosas han seguido su curso como era de esperar.

La etapa de estos últimos años, aunque fue la que más me costó aceptar en un principio, se ha convertido, finalmente, en el mejor regalo de despedida que me ha hecho el CIEMAT. La Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos, a la que me incorporé en 2004, se había creado en el instituto durante mis últimos años allí, y luego pasó a depender de la Secretaría General. Siempre la consideré el sitio donde me habría gustado trabajar. He seguido su evolución desde el comienzo, he visto cómo iba siendo progresivamente

of an external decision, it had been turned from a Technical General Secretariat into a General Secretariat of External and International Relations, in a center where there was now a Human Resources Management and an Administration Management that had been assigned most of a secretariat's imaginable functions. The deputy management where I was working was more like the former Technical General Secretariat than similar deputy managements in other OPIS. Although at the time I took on responsibility for technology transfer activities, most of my efforts were devoted to the secretarial duties of the Executive Committee and, above all, to the issues of nuclear and radioactive safety. The actions that were later taken in relation to PIMIC and Palomares were planned during those years, and I can't deny that, although I couldn't get to sleep some

nights, it was very interesting to have taken an active part in them. I am happy to see that things have followed their course, as was to be expected.

The stage of these last few years, although at first it was the one that was the hardest for me to accept, has finally become the best farewell gift the CIEMAT has given me. The Energy Systems Analysis unit, which I joined in 2004, had been created in the Institute during my last years there, and it later started reporting to the General Secretariat. I always considered it as the place where I would have liked to work. I have followed its evolution since the very beginning, and I have seen how it has been progressively recognized in the international arena and how hard it has been to make a place for itself nationwide. I have seen how the hard-working staff, competently directed by Rosa Saez, has become “one among peers” among the most relevant European organizations that are involved in similar activities, and how it has finally come to be one of the foremost consulting groups for important decisions that have to do with environmental quality in Spain. I couldn't be more grateful to all of them for taking me on back then, with considerable benevolence considering my scant technical knowledge and the difficulties of that time, and for the friendship shown to me throughout my stay with them.

My term as president of the Spanish Nuclear Society for some years, the few months when, for purely conjectural reasons, I had to coordinate the activities of the Renewable Energies Department and my participation on the board of ENRESA and CENER have been some of the other opportunities I have had to form a broader vision, beyond a purely technical viewpoint, of the energy problems in our society. I agree with the large majority who believe that the ability to change our energy model is one of the most pressing challenges faced by the current generations.

My personal expertise has always been closely related to nuclear technology, but for a long time my personal interest has focused on those issues that add even more difficulty to what

reconocida en el entorno internacional, y las dificultades pasadas para hacerse un hueco a nivel nacional. He comprobado el buen hacer de todo el equipo, que bien dirigido por Rosa Sáez, ha sabido llegar a ser “uno inter pares” entre los organismos europeos más relevantes que mantienen similares actividades, y convertirse, finalmente, en uno de los grupos de consulta obligada para importantes decisiones que tienen que ver con la calidad medioambiental de España. No les puedo agradecer más a todos el haberme acogido en su día, con la benevolencia necesaria ante mis pocos conocimientos técnicos y las dificultades del momento, y la amistad que me han demostrado durante toda mi estancia entre ellos.

La presidencia de la Sociedad Nuclear Española durante unos años, los pocos meses en que, por motivos puramente coyunturales, tuve que coordinar las actividades del Departamento de Energías Renovables, o la participación en el Consejo de Enresa y de Cener, han sido otras de las muchas oportunidades que he tenido a mi alcance para completar una visión, más amplia que la puramente técnica, de la problemática energética de nuestra sociedad. Me sumo a la gran mayoría que piensa que ser capaces de modificar nuestro modelo energético es uno de los retos más apasionantes de las generaciones actuales.

Mis conocimientos personales han estado muy relacionados siempre con la tecnología nuclear, pero desde hace mucho tiempo, mi interés personal se ha ido centrado en aquellos aspectos que añaden dificultad a las ya de por sí difíciles decisiones de política energética. Entre ellos, ha estado, muy especialmente, la aceptación social de las distintas opciones técnicas. A este tema he dedicado muchos de mis ratos de trabajo y de ocio; en un principio, analizando la evolución de la percepción pública de la energía nuclear y más tarde, ampliando mi interés al análisis de la percepción social de otros tipos de riesgo tecnológico. La fuerza que la sociedad civil tiene hoy a su alcance para motivar muchas de las decisiones de política energética y medioambiental hace de esta percepción un factor decisivo.

Mis actividades durante estos últimos siete años han estado especialmente relacionadas con la sostenibilidad de los biocarburantes, y con la decisión sobre cuan ambiciosos deben ser los objetivos planteados para su utilización. La información que he podido manejar me confirma la complejidad de las relaciones entre los aspectos técnicos, económicos, sociales, políticos y medioambientales de cualquier decisión energética y los impactos de todo tipo que ésta puede tener. Animo a los que trabajan para desentrañar estas complejas relaciones a profundizar en ellas, pues la tecnología, por sí sola, no sabrá resolver los problemas.

Yo intentaré seguir haciéndolo a través de mis compromisos con la Fundación Energía sin Fronteras, ONG a la que el CIEMAT me ha permitido dedicar algunas horas durante estos años, y a la que espero dedicar todo el tiempo del que pueda disponer desde el momento de mi ya próxima jubilación. Intentaré desde allí continuar trabajando para promover el nuevo pilar añadido ya a los tres ya clásicos de las políticas energéticas actuales -seguridad de suministro, competitividad y protección al medio ambiente- el logro del acceso universal a la energía. Agradezco de veras al CIEMAT esta concesión, por lo que ha supuesto de aportación a la Fundación, de la que es patrono, y a mi propio enriquecimiento personal.



Curso OIEA- Gestion Residuos Radiactivos (1995).  
IAEA Course- Radioactive Waste Management (1995).

*are already difficult decisions about energy policy. Specifically, these include the social acceptance of the different technical options. I have devoted many hours of my work and free time to this matter, at first analyzing the evolution of public perception of nuclear power and later extending my interest to the study of social perception of other types of technological risk. Because of the power that civil society has today to drive decisions about energy and environmental policy, this perception is a decisive factor.*

*My activities in the last seven years have been especially related to the sustainability of biofuels and to the decisions about how ambitious the plans for their use should be. The information I've seen confirms the complexity of the relationships between the technical, economic, social, political and environmental aspects of any energy decision and all the impacts that any decision can have. I encourage those who strive to unravel these complex relationships to study them in depth because technology, by itself, cannot solve these problems.*

*I will try to continue to do so through my commitments to the Energy Without Borders Foundation, an NGO to which the CIEMAT has allowed me to devote some time over the years and to which I hope to devote all the time I can find after my forthcoming retirement. From there I will try to carry on working to promote the new mainstay that has now been added to the three classic ones of current energy policies – security of the supply, competitiveness and environmental protection – which is none other than achieving universal access to energy. I sincerely thank the CIEMAT for this possibility because of what it has meant for the Foundation, which it sponsors, and for my own personal enrichment.*

### YO Y LA ENERGÍA

Autor: Nikola Tesla (del ensayo introductorio: Miguel Ángel Delgado)  
Edita: Turner (2011) Colección: Noema  
Lengua: castellana (traductora: Cristina Núñez Pereira)  
312 páginas  
ISBN: 978-84-7506-293-8



“El presente es de ustedes, pero el futuro, por el que tanto he trabajado, me pertenece” resume muy bien la vida de Nikola Tesla (1856-1943), cuyo recuerdo se vio injustamente marginado en el baúl de los científicos visionarios y locos, aunque muchas innovaciones suyas permitieron iluminar grandes ciudades, transportar energía eléctrica a través de enormes distancias y construir la primera gran central hidroeléctrica del mundo.

Para corregir esto en el mundo de habla hispana, Turner ha editado Yo y la energía (magníficamente traducido por C. Núñez), que incluye dos textos de atractiva lectura, e inéditos en castellano, de Nikola Tesla, inventor superlativo y generador de muchas ideas y tecnologías actuales: “Mis inventos”, una autobiografía donde también pinta su coexistencia con Edison, y “El problema de aumentar la energía humana”, que anticipa los conflictos derivados de la escasez de la energía y donde se respalda un sistema mundial y gratuito para su distribución. Pero, ¡jojo!, no se olvide la introducción, escrita por Miguel Ángel Delgado: “Superhéroe Tesla”. Por sí sola ya debiéramos acercarnos a esta obra, pues constituye un profundo y apasionante análisis de la huella tesliana en la moderna tecnología y en múltiples manifestaciones artísticas (literatura, cine, música, etc.), que acudieron tras la extravagante estela de este pasmoso personaje.

Después de leer Yo y la energía, Tesla se nos parece como aventurero asombroso que se adentra resueltamente en lo desconocido con el ánimo de transformar el mundo.

Conviene mencionar las ilustraciones y gráficos que aparecen en Yo y la energía. Son facsímiles de los artículos originales de Tesla, lo que les otorga un enorme valor documental. ■

### ENERGÍA EÓLICA: CUESTIONES JURÍDICAS, ECONÓMICAS Y AMBIENTALES.

Coordinador: Masao Javier López Sako  
Edita: Thomson Reuters (2010)  
Colección: Monografías (Civitas)  
Lengua: castellana  
482 páginas  
ISBN: 978-84-470-3554-0

La energía eólica es una fuente renovable de energía ha experimentado un enorme desarrollo técnico, multiplicándose exponencialmente la potencia nominal eólica instalada en todo el mundo, también en España. Las ventajas de esta fuente energética son ya muy conocidas, pero también los conflictos de intereses que surgen. Un grupo de especialistas naciona-



les e internacionales los han estudiado y los han tratado de paliar desde la perspectiva del derecho y este libro es el fruto donde se han plasmado estos esfuerzos.

Cuatro ejes estructuran la obra:

- La introducción, que justifica las energías renovables sobre la base de la sostenibilidad ambiental y analiza en general la legislación de interés.
- Otro que se centra en los aspectos más interesantes de la energía eólica desde la perspectiva del derecho (su naturaleza jurídica, los procedimientos de autorización de un parque eólico, la gestión integrada del litoral con relación a los parques eólicos ubicados en esa zona y la intervención local en la implantación de parques eólicos).
- El tercero, trata de la protección del paisaje.
- El cuarto y último, compara la regulación de la energía eólica en dos grupos de países: uno formado por Alemania y EEUU, con la mayor potencia eólica instalada, pero con esquemas de apoyo público muy diferentes, y otro integrado por Japón, que, a diferencia de EEUU, es firmante del Protocolo de Kyoto.

Dirigida a cuantos en el ámbito público o privado se relacionan con el desarrollo e implantación de la energía eólica, sean técnicos o juristas, esta publicación puede satisfacer la curiosidad de las personas preocupadas por el equilibrio entre los desarrollos tecnológicos y la sostenibilidad ambiental. ■

### LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA EN LOS TELEDIARIOS ESPAÑOLES

Coordinador: Luis Pablo Francescutti  
Edita: Fundación Dr. Antonio Esteve (2010)  
Lengua: Castellana  
80 páginas  
ISBN: 978-84-938163-1-5

La Fundación Dr. Antonio Esteve ha publicado un estudio sobre la cobertura que realizan las principales televisiones españolas sobre las noticias científicas, realizado por el Grupo de Estudios Avanzados de Comunicación, de la universidad Rey Juan Carlos, bajo la dirección del profesor Luis Pablo Francescutti.

Constituye un profundo análisis (del qué y el cómo) de las noticias emitidas por los telediarios de TVE1, Antena 3, Cuatro y Telecinco, entre abril de 2007 y marzo de 2008, determinando que la ciencia ocupa sólo el 1,1 % del total de las informaciones difundidas. Es decir, una media de una sola noticia científica diaria.





¿Por qué tan escaso eco? ¿Qué temas científicos pasan el filtro de los jefes de redacción? ¿De qué fuentes se nutren los periodistas?... Estas son algunas de las cuestiones que se plantea el informe, que, además, se completa con un fascinante debate en el que participaron cuatro conocidos profesionales de la información (Graziella Almen-

dral, ex redactora de "Antena 3 Noticias" y responsable hoy de Indagando TV, Antonio Calvo Roy, presidente de la Asociación Española de Comunicación Científica, Ignacio Fernández Bayo, director de la empresa de promoción científica Divulga SL, y José María Montero, director del programa ambiental "Espacio Protegido", de Canal Sur 2) y cuatro activos científicos (José Elguero, del "Instituto de Química Médica" del CSIC, Antonio Hernando, del "Instituto de Magnetismo Aplicado", Ignasi Ribas, astrofísico del CSIC, y Antoni Trilla, del Hospital Clinic de Barcelona), moderados por Francescutti.

El informe reúne dos interesantes elementos para el diagnóstico: los resultados de una minuciosa investigación cuantitativa y las profundas reflexiones suscitadas por estos datos en ocho profesionales comprometidos de "una y otra margen". ■

### NANOTECHNOLOGY 2011: BIO SENSORS, INSTRUMENTS, MEDICAL, ENVIRONMENT AND ENERGY

Autor: Nano Science and Technology Institute (NSTI)

Edita: Taylor & Francis Inc (2011)

Lengua: Inglesa

880 paginas

ISBN: 978-14-398-7138-6

Los congresos sobre nanotecnología organizados por el Nano Science and Technology Institute de Estados Unidos constituyen uno de los foros científicos más prestigiosos en este ámbito de investigación, y el correspondiente al año 2011 no fue una excepción. Los mejores nanoinvestigadores han ofrecido una perspectiva global sobre las fronteras actuales del conocimiento en nanotecnología. Esta obra, pues, no es la mera colección de unas actas congresuales, sino el registro más completo de los avances en la ciencia y la ingeniería de lo ultrapequeño. Como muestra se recoge el índice de contenidos:

1. Biosensores, diagnóstico, imagen e instrumentación.
2. Nanopartículas en las tecnologías de la imagen.
3. Bionanomateriales.
4. Materiales para la farmacopea y la genética.
5. Nanotecnología de cáncer.
6. Ciencias nanomédicas y nanoneurológicas.
7. Ambiente, Salud y Seguridad.
8. Tecnologías del agua.
9. Nanotecnología para el petróleo, el gas y la bioenergía.
10. Energía solar y tecnologías renovables.
11. Química Verde, Residuos, Emisiones y Remediación. ■

## CURSOS primer semestre 2012

ESPECIALIDAD	CURSOS	FECHA
<b>Protección Radiológica</b> <a href="http://www.ciemat.es">www.ciemat.es</a> E-mail: <a href="mailto:pr.tn@ciemat.es">pr.tn@ciemat.es</a> Telf.: 91 346 62 94 / 67 48	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operadores de Instalaciones Radiactivas.</li> <li>• Curso Superior de Protección Radiológica</li> <li>• Espectrometría Gamma.</li> <li>• Supervisores de Instalaciones Radiactivas.</li> </ul>	27 de febrero a 14 de marzo 9 de abril al 29 de junio 23 a 27 de abril 7 a 25 de mayo
<b>Tecnología Nuclear</b> <a href="http://www.ciemat.es">www.ciemat.es</a> E-mail: <a href="mailto:pr.tn@ciemat.es">pr.tn@ciemat.es</a> Telf.: 91 346 62 94 / 67 48	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones MNA-2011/2012</li> <li>• Gestión de Residuos Radiactivos</li> </ul>	3 de octubre de 2011 al 30 de marzo 2012 31 de enero al 24 de abril
<b>Energías Renovables</b> <a href="http://www.ciemat.es">www.ciemat.es</a> E-mail: <a href="mailto:er.ma.bt@ciemat.es">er.ma.bt@ciemat.es</a> Telf.: 91 346 64 86 / 62 95	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios de Conversión de la Energía Eólica</li> <li>• Fundamentos, Dimensionado y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica.</li> <li>• Caracterización de la Radiación Solar como Recurso Energético.</li> </ul>	5 al 9 de marzo 16 al 27 de abril 28 de mayo al 1 de junio
<b>Medio Ambiente</b> <a href="http://www.ciemat.es">www.ciemat.es</a> E-mail: <a href="mailto:er.ma.bt@ciemat.es">er.ma.bt@ciemat.es</a> Telf.: 91 346 64 86 / 62 95	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al análisis del ciclo de vida y uso de herramientas informáticas en ACV.</li> <li>• Decontamination and Disinfection of Water and Air by Solar Advanced Oxidation Processes</li> <li>• International Summer School: Concepts and process schemes for CO<sub>2</sub>-free fluidized and...</li> </ul>	20 al 22 de marzo 4 al 6 de junio 3 al 6 de julio
<b>Biotechnología</b> <a href="http://www.ciemat.es">www.ciemat.es</a> E-mail: <a href="mailto:er.ma.bt@ciemat.es">er.ma.bt@ciemat.es</a> Telf.: 91 346 64 86 / 62 95	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis Genético en Experimentación Anima.</li> </ul>	15 al 17 de mayo
<b>Aula Virtual</b> <a href="http://www.ciemat.es">www.ciemat.es</a> Email: <a href="mailto:aulavirtual@ciemat.es">aulavirtual@ciemat.es</a> Telf.: 91 346 08 93	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico en Prevención de Riesgos Laborales en Experimentación Animal - Nivel Básico.</li> </ul>	20 de marzo al 22 de junio