



**Entrevista a Maurici  
Lucena, director del  
CDTI y presidente  
del Consejo  
de la Agencia  
Espacial Europea**



**El uso de la química  
en la alta cocina  
abre el debate entre  
innovadores y  
partidarios de la  
tradicción**



**Unión Europea:  
cincuenta años de  
cooperación y  
armonización en el  
campo de los  
residuos radiactivos**

# estratos

**Empresa  
Nacional  
de Residuos  
Radiactivos  
N.º 91  
Invierno 2009**

**Oso cantábrico,  
el lento resurgir  
de un icono conservacionista**



•••• Una apuesta segura  
en ingeniería nuclear.



[www.iberdrolaingenieria.com](http://www.iberdrolaingenieria.com)

División de Generación Nuclear

Telf.: +34 91 383 31 80

Fax: +34 91 767 53 89



**IBERDROLA**

Ingeniería y Construcción

## Balance del año



DURANTE EL 2008 ENRESA HA SEGUIDO dando respuesta a las tareas que tiene encomendadas por los poderes públicos, es decir, todas las actividades relacionadas con la gestión de residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares.

La construcción de un almacén individualizado en la central nuclear

José Cabrera (Zorita) para descargar su combustible gastado y poder desmantelar la instalación, junto a la puesta en marcha de la estructura específica para almacenar residuos de muy baja actividad en El Cabril, son dos de los grandes proyectos que se hicieron realidad el pasado ejercicio.

El almacén temporal para el combustible gastado de la central nuclear de Zorita supone uno de los pasos previos necesarios para poder acometer su desmantelamiento, que comenzará este año. Su construcción concluyó a mediados del pasado año y recientemente se trasladaron al mismo los primeros contenedores de combustible.

Otro hito en desmantelamiento ha sido el Plan Integrado de Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PI-MIC) —en la Ciudad Universitaria de Madrid— que ya ha superado el 90% de avance, y que terminará durante el presente año.

La gestión de residuos de baja y media actividad que Enresa desarrolla en el almacén centralizado El Cabril, en Córdoba, se ha optimizado este año de manera significativa con la puesta en marcha, en octubre, de la primera estructura para almacenar residuos de muy baja actividad. Esta solución permite aprovechar mejor el espacio disponible en las instalaciones de El Cabril, gracias a un sistema adaptado a estos residuos radiactivos de reducida contaminación radiológica.

Quizá por este motivo, El Cabril fue, en 2008, más que nunca, un foco de afluencia de visitas. A los grupos de escolares, asociaciones vecinales y delegaciones internacionales se unieron, el pasado año, visitas instituciona-

les de gran relevancia como la del teniente general Fulgencio Coll, jefe de la Unidad Militar de Emergencias (UME), y en la actualidad, jefe del Ejército de Tierra; la del secretario general de la Energía, Pedro Marín; la de la presidenta de la Comisión de Medio Ambiente del Congreso de los Diputados, María Antonia Trujillo; y las de los secretarios generales de la Unión General de Trabajadores y Comisiones Obreras, o una delegación de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Senado, entre otras.

En cuanto a la gestión del Fondo para la Financiación de Actividades del Plan General de Residuos Radiactivos, de especial importancia en los tiempos que corren, se desarrolló una intensa actividad, apoyada siempre por el Comité de Seguimiento y Control que demostró ser un órgano eficiente y ágil en escenarios de máxima tensión de los mercados. Como consecuencia del estricto cumplimiento de los criterios de seguridad, rentabilidad y liquidez que establece la regulación vigente, en el Fondo no se ha producido ninguna incidencia: ni en la recuperación de las inversiones a su vencimiento, ni en los flujos de intereses.

Y respecto a otro de los grandes proyectos de Enresa, en 2008 la Comisión Interministerial encargada de designar el emplazamiento para el Almacén Temporal Centralizado (ATC) cerró, en el mes de julio, los trabajos previos de información anteriores a la convocatoria, que tendrá lugar, previsiblemente, este año 2009. ■

*José Alejandro Pina*  
Presidente de ENRESA

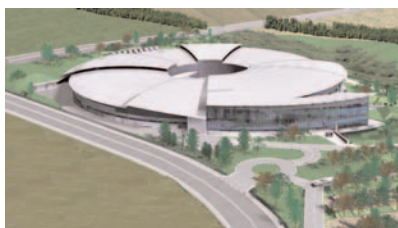
# estratos

N<sup>o</sup> 91 INVIERNO 2009

28

## La luz del ALBA

Ignacio F. Bayo



33

## Desgravaciones a la I+D+i: la subvención automática

Jesús Vicenti

38

## En camino hacia otro Protocolo de Kioto

Gustavo Catalán Deus



Oso cantábrico  
(José Manuel Reyero).



42

## Matemáticas españolas

Mónica Salomone

46

## Máquinas parlantes

Ángel Díaz



50

## ‘Memética’, ¿una nueva ciencia?

Manuel Toharia

56

## Cocina atómica

Concha Barrigós

61

## Internet para todos, mantener el espíritu de la Red

Carlos Egio

64

## Aceite de ballena, el combustible que revolucionó la iluminación

Pablo Francescutti



4 Actualidad

68 Noticiero

70 Libros

72 Una imagen, cien palabras

**Presidente:** José Alejandro Pina.

**Consejo Editorial:** José Alejandro Pina, Jorge Lang-Lenton, Francisco Linde, Álvaro Rodríguez Beceiro, Armando Veganzones, Máximo Taranilla, Manuel Toharia, José Pons.

**Director:** Máximo Taranilla.

**Redactor jefe:** Jorge Fernández.

**Seguimiento:** Teresa Palacio.

**Redactores y colaboradores:** Julio Astudillo, Concha Barrigós, Ignacio F. Bayo, Carlos Egio, Pablo Francescutti, Emilio García, Luis Guijarro, Emilio Jarillo, Ángel Lopera, Roberto Loya, Inmaculada G. Mardones, José María Montero, Manuel Muñoz, Julián Pérez Olmos, Mónica Salomone, Juan Tena, Jesús Vicenti.

## 10

### La gestión de residuos radiactivos en la UE: cooperación y esfuerzos de armonización

Los planes de la Unión Europea en materia de gestión de residuos radiactivos han contribuido al desarrollo científico y técnico de los programas de los Estados miembros, y han permitido establecer pautas comunes en este campo.

**Radioactive waste management in the European Union:  
cooperation and efforts for harmonization (page 12)**

Texto: Álvaro Rodríguez Beceiro



ENRESA

## 18

### Entrevista a Maurici Lucena, presidente de la Agencia Espacial Europea

Maurici Lucena Betriu es uno de los jóvenes economistas españoles más destacados. Nombrado director del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) con tan solo 28 años en 2004, ha dirigido una de las etapas más estables y fructíferas de este organismo. Su buen hacer le ha catapultado a la presidencia del Consejo de Administración de la Agencia Espacial Europea.

Texto: Emilio Jarillo



MATEO LIEBANA

## 22

### Oso cantábrico, el lento resurgir de un icono conservacionista

La recuperación de especies faunísticas amenazadas es una tarea ardua, de largo recorrido y que requiere de grandes esfuerzos personales y económicos. Por eso, cuando una especie de la relevancia mediática del oso pardo —posiblemente, junto al lince, el animal más querido y admirado de nuestra fauna— muestra síntomas de una lenta pero segura recuperación, es justo celebrarlo.

Texto: José Manuel Reyero



JOSE MANUEL REYERO

**Edita:** Enresa, Empresa Nacional de Residuos Radiactivos.  
**Redacción:** Emilio Vargas, 7. 28043 Madrid. Tel. 91 566 81 00.  
**Correo electrónico:** registro@enresa.es  
**Página web:** www.enresa.es  
**Administración:** Nieves Sánchez.

**Publicidad:** Corporación Asesora. Hemosilla, 59. 3º Izq. 28001 Madrid. Tel. 91 432 44 73.  
**Coordinación y producción:** RGB Comunicación. Princesa, 3 dup. 28008 Madrid. Tel. 91 542 79 56.  
**Diseño y maquetación:** CerezoDiseño. Genil, 4. 28002 Madrid. Tel. 91 561 65 14.

**Fotomecánica:** Cromotex, Miguel Fleta, 5. 28037 Madrid. Tel. 91 121 78 00  
**Impresión:** Gráficas Caro. Gamonal, 2. Polígono Industrial de Vallecas. Madrid. Tel. 91 777 30 74.  
**Depósito Legal:** M-7 411-1986.

Esta publicación no comparte necesariamente la opinión de sus colaboradores y se limita a ofrecer sus páginas con respeto a la libertad de expresión.

# actualidad estratos

## El OIEA califica de “excelente” el sistema español de seguridad nuclear y recomienda la creación de un almacén para residuos de alta actividad

El Organismo Internacional para la Energía Atómica (OIEA) calificó, el 5 de noviembre en Sevilla, de “excelente” el sistema español de regulación de seguridad nuclear y de protección radiológica, y recomendó construir un centro de almacenamiento de residuos de alta actividad y mejorar el equilibrio entre información y seguridad.

El director del OIEA, Mohamed El Baradei, presentó en la capital andaluza los resultados de una evaluación del sistema regulador español, en los que se pone de manifiesto la solidez y la independencia del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

La evaluación global solicitada por el Gobierno español al OIEA fue efectuada durante dos años por veintitrés expertos de quince países, encabezados por Ulrich Schmocker, responsable del organismo regulador suizo.

El informe del OIEA valora especialmente la “competencia y profesionalidad” del personal del CSN y el compromiso de este organismo por pre-



De izquierda a derecha, Alfredo Sánchez Monteseirín, alcalde de Sevilla; Mohamed El Baradei, Miguel Sebastián y Carmen Martínez Ten.

servar la seguridad de las instalaciones nucleares y la protección radiológica.

El OIEA explicita dieciséis buenas prácticas del CSN y propone veintiséis

sugerencias y cinco recomendaciones, dos de ellas en el ámbito de la seguridad.

## El presidente de Enresa realizó su comparecencia anual ante la Comisión de Industria del Congreso



José Alejandro Pina, presidente de Enresa, compareció, el pasado 19 de noviembre, en la Ponencia encargada de las relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados, con motivo de la presentación del informe correspondiente a 2007.

Además de Enresa, anualmente comparecen ante esta Ponencia responsables del Consejo de Seguridad Nuclear, de la Asociación de Municipios en Áreas de Centrales nucleares, de la Asociación Española de la Industria Eléctrica, de ENUSA y de las empresas propietarias de las centrales nucleares españolas. ■

La primera se refiere a la inexistencia en España de “una solución final” para el almacenamiento del combustible de las centrales nucleares y de los residuos de alta actividad, cuestión que El Baradei matizó al explicar que se trata “de un problema global” que afecta a todos los países.

La segunda recomendación del OIEA en el ámbito de la seguridad alude a la necesidad de implementar mecanismos que favorezcan un “equilibrio” entre seguridad e información, para que este segundo objetivo no merme el primero, y para mejorar la calidad de la información que se ofrece a la sociedad.

En la presentación del informe estuvo presente el ministro de Industria, Miguel Sebastián, quien subrayó las reformas legales emprendidas por el Gobierno español para mejorar la seguridad nuclear y radiológica, cuya situación actual en España “sólo cabe considerar como muy satisfactoria” a tenor del informe del OIEA, y añadió que el Gobierno aplicará las recomendaciones de este organismo.

La presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, Carmen Martínez Ten, también calificó de “excelentes” los resultados del informe del OIEA que, según sus palabras, ayudarán a que aumente “la competencia y credibilidad” del CSN y la confianza de los ciudadanos en este órgano regulador. ■

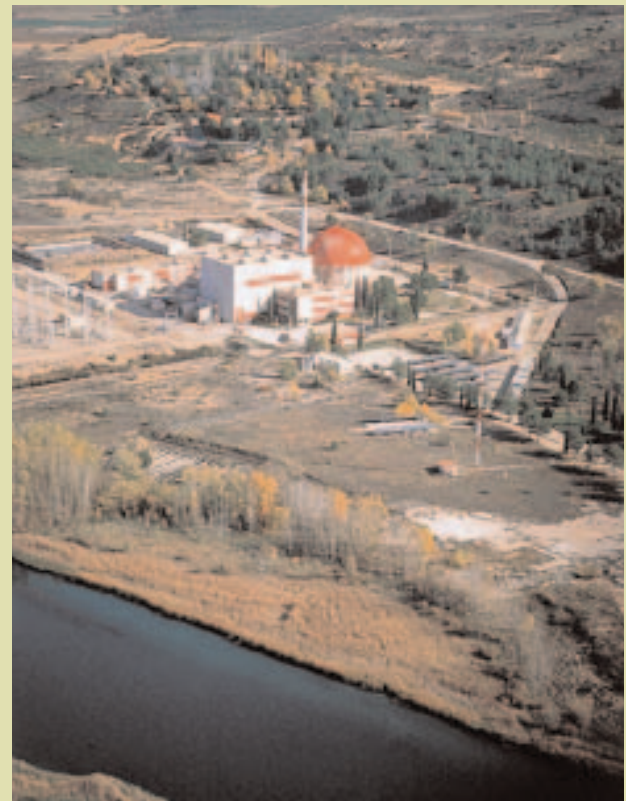
## Comenzó el traslado de combustible al almacén en seco de Zorita

El pasado 19 de enero comenzó el traslado del combustible gastado de la piscina de la central nuclear José Cabrera de Almonacid de Zorita (Guadalajara) al almacén temporal individualizado (ATI), construido en esta instalación. El traslado de combustible es una de las tareas previas necesarias para el próximo desmantelamiento de la central, que dejó de operar en abril de 2006.

En total se tienen que trasladar doce contenedores en los que se introducirán los 377 elementos de combustible gastado que permanecían en la piscina de la central.

Antes de iniciarse los primeros traslados se realizaron las pruebas internas de carga previas, unas maniobras que simulan el traspaso del combustible gastado con el fin de verificar que todo funciona correctamente para cuando se tenga que efectuar realmente la maniobra. El personal encargado de realizar estos trabajos ha sido formado previamente para ello tanto en la factoría donde han sido fabricados los contenedores como en el emplazamiento.

El sistema de almacenamiento elegido por Enresa para trasladar desde las piscinas que contienen el combustible de la central se compone de 12 cápsulas de acero inoxidable que albergan, cada una, 32 elementos de combustible. Estas cápsulas se introducen en un contenedor de transferencia para trasladarlas a 12 módulos de almacenamiento de acero y hormigón. Los módulos son finalmente colocados en una losa de hormigón armado, situada a la intemperie a unos 500 metros de los edificios de la central, en donde se colocarán en posición vertical. También está previsto depositar en la losa de almacenamiento cuatro módulos más que contendrán residuos radiactivos que, por sus características, no pueden ser depositados en el almacén centralizado de El Cabril. ■



Panorámica de la central José Cabrera.

UNIÓN FENOSA

### Enresa acogió una reunión del programa Cowam sobre desarrollo sostenible asociado a instalaciones de residuos radiactivos

La sección española del proyecto europeo Cowam in Practice (CIP) celebró su cuarta reunión el 25 de

noviembre en la sede madrileña de Enresa. El tema elegido para el encuentro fue *Desarrollo territorial sostenible asociado a las instalaciones de residuos radiactivos* que se vertebró en torno a varias presentaciones de las

medidas adoptadas en este sentido en Francia y en el Reino Unido. La reunión sirvió también para transmitir los últimos avances del proyecto. La audiencia estuvo compuesta por diversos representantes del Grupo Nacional de Espa-

## La Comisión de Industria del Senado destaca la solidaridad de El Cabril



Miembros de la Comisión de Industria del Senado, durante la visita a las instalaciones de El Cabril.

El presidente de la Comisión de Industria del Senado, José Antonio Alonso, definió el almacén centralizado de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril como un “proyecto de solidaridad entre los ciudadanos y comunidades autónomas de España”, ya que, a través de “una gestión segura y centralizada de todos los residuos de baja y media actividad que se generan en España, disminuye el nivel de riesgos”. Una delegación de la Comisión de Industria del Senado visitó el pasado 13 de noviembre El Cabril.

Esta visita se realizó, según Alonso, a petición de los miembros de la Comisión, “interesados en conocer este interesantísimo, magnífico y seguro proyecto, así como la instalación complementaria para residuos de muy baja actividad”.

José Antonio Alonso destacó también la “seguridad de estas instalaciones” y se mostró satisfecho de que los miembros de

la Comisión de Industria de la Cámara Alta pudieran conocer directamente cómo se lleva a cabo “el tratamiento de los residuos para trasladar su percepción de tranquilidad y seguridad al resto de la ciudadanía”.

El presidente de la Comisión de Industria destacó, asimismo, la importancia de la apertura, el 1 de octubre, de la estructura para residuos de muy baja actividad, algo que calificó como una cuestión “extremadamente novedosa”.

La delegación de senadores estaba integrada por el presidente de la Comisión; el vicepresidente, José Muñoz Martín; el secretario segundo, Amador Vázquez, y los portavoces y miembros de los distintos grupos parlamentarios: María Luisa Ceballos, José Ignacio Palacios, Juan Manuel Juncal, Félix Lavilla, Miguel Ángel Uzquiza, José María Esquerda, Ramón Alturo Lloán, Miren Lore Leanizbarrutia de Bizkarralegorra, José Fernando Merino y Ana Belén García Sánchez. ■

ña, entre los que se encontraban representantes de corporaciones municipales pertenecientes a la Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares (AMAC), profesores de universidades colaboradoras en Cowam y especialistas de Enresa. ■

### Enresa renueva sus acuerdos de cooperación con organismos de Francia y Argentina

Enresa ha renovado recientemente los acuerdos de cooperación bilateral con la agencia nacional de gestión de residuos radiactivos francesa, ANDRA, y la Comisión Nacional de la Energía Atómica argentina, CNEA, en el marco de continuidad e intensificación del intercambio de experiencias entre organizaciones que comparten finalidades de servicio público muy afines.

Fruto de la experiencia y de los positivos resultados habidos hasta la fecha, el acuerdo con la agencia francesa amplía los ámbitos de colaboración a nuevos campos de interés común para las actividades que pudieran desarrollarse durante los próximos cinco años.

La renovación del acuerdo con la CNEA define el marco para la continuación de las actividades de intercambio de información entre ambas instituciones y, significativamente, ampara el acuerdo específico para la prestación de asistencia técnica en el área de residuos de baja y media actividad y en un nuevo acuerdo de colaboración en el campo de la I+D. ■

**Expertos de Enresa participan en actividades del OIEA en Sudamérica**

Enresa ha participado recientemente en diferentes programas que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) desarrolla en Sudamérica. En los últimos meses, sus expertos han formado parte de las misiones enviadas a México para la evaluación y análisis de las acciones de remediación de las consecuencias de la fusión accidental de una fuente radiactiva en una aceña, y a Chile como apoyo a las actividades del OIEA de asistencia al Gobierno chileno para la definición e implementación de una política y estrategia nacional en este campo.

Asimismo, expertos de Enresa han apoyado al organismo en sendos seminarios regionales organizados en Argentina, relacionados con el desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas y la promoción de la Convención Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión de Combustible Gastado y Seguridad en la Gestión de Residuos Radiactivos. ■

**Corea crea una agencia para la gestión de los residuos radiactivos**

El 1 de enero de 2009 empezó a funcionar la agencia para la gestión de residuos radiactivos coreana que tiene como objetivo la gestión segura y eficiente de los residuos radiactivos y el com-

**La plataforma norte de El Cabril se completa tras dieciseis años de almacenamiento**

El pasado mes de diciembre terminó el proceso de cierre de la plataforma norte del almacén centralizado de El Cabril en la que se ha trabajado desde el inicio de la actividad de la instalación en 1992 hasta junio de 2008, cuando comenzaron a almacenarse residuos radiactivos en la plataforma sur.

El cambio de plataforma de almacenamiento ha supuesto un hito en la actividad de la instalación cordobesa, al igual que lo ha supuesto la puesta en marcha de la primera estructura complementaria para residuos radiactivos de muy baja actividad.

Desde que entró en operación esa nueva estructura para residuos de muy baja actividad, el 1 de octubre, hasta el final de 2008, el número total de unidades almacenadas en ella es de 373, lo que supone una ocupación del 0,37% de su capacidad. ■

vocación de servicio

En Cajamurcia, nuestra vocación es la dedicación a nuestros clientes, tanto particulares como empresas.

Somos una de las cajas de ahorros más sólidas y eficientes de España y una de las primeras entidades financieras nacionales en productividad y rentabilidad. Y seguimos creciendo.

Cajamurcia está situada entre las cinco mejores entidades según la calificación crediticia realizada en julio de 2007 por la agencia internacional Fitch Ratings.



## Tarragona acogió en febrero la conferencia internacional sobre el control de la potencial presencia de materiales radiactivos con la chatarra

ENRESA



**El control de las chatarras es fundamental para garantizar la seguridad radiológica.**

La Facultad de Ciencias Jurídicas de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona acogió, entre el 23 y el 27 de febrero, la conferencia internacional sobre control y gestión de los materiales radiactivos accidentalmente presentes en las chatarras. Expertos de 56 países participarán en este evento organizado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), y con la colaboración del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Enresa, la Federación Española de Recuperación, la Unión de Empresas Siderúrgicas, la Diputación de Tarragona, el Ayuntamiento de Tarragona, la Universidad Rovira i Virgili y la Agencia Europea de Energía Nuclear.

La organización de esta conferencia internacional responde a la evidencia de casos ya ocurridos en diferentes países, en los que ha aparecido material radiactivo accidentalmente

presente en la chatarra, lo que incide en el normal funcionamiento de las industrias que las incluyen, generando además una creciente preocupación social. Dado que la recuperación de metales para su reciclado es una actividad industrial con gran importancia económica y medio ambiental, se precisa la adopción de medidas de control y prevención de estos materiales para, en su caso, detectar y controlar la presencia de material radiactivo en la chatarra utilizada por las plantas metalúrgicas como materia prima en su proceso productivo.

Por ello, en el año 1999, las instituciones y organizaciones españolas implicadas en esta actividad elaboraron un *Protocolo sobre Vigilancia radiológica de los materiales metálicos* para implantar y establecer en nuestro país las condiciones necesarias para llevar a cabo dicha vigilancia tanto de los materiales metá-

licos primarios como de los resultantes del proceso, con el fin de detectar la posible presencia de materiales radiactivos y prevenir y evitar el riesgo de su dispersión y consiguiente irradiación o contaminación de personas, bienes y medio ambiente.

En esta conferencia internacional, el programa estuvo enfocado a obtener una clara imagen de las diferentes iniciativas que han sido desarrolladas por diversos países a escala mundial, así como en el ámbito de las organizaciones internacionales relevantes en la materia, y muy significativamente en el ámbito español que

ha llegado a ser un modelo de referencia en este aspecto.

Por ello se centró en cinco áreas de interés: proporcionar una perspectiva a escala global de la gestión de los materiales metálicos; analizar las políticas nacionales y estrategias en la gestión de material radiactivo que ha sido incorporado de forma inadvertida como desecho convencional de chatarra; revisar los sistemas de prevención, detección y caracterización, de acuerdo con criterios radiológicos; la gestión de las consecuencias de incidentes y accidentes ocurridos con metal contaminado, y finalmente, la actitud del público y la implicación de los grupos de interés.

Las sesiones temáticas pusieron en contacto a profesionales de todo el mundo y de diferentes sectores y permitieron un intercambio de opiniones y puntos de vista y para establecer nuevas relaciones dentro de la comunidad internacional. ■

bustible gastado de dicho país. Korea Radioactive Waste Management Corporation (KRMC) será la responsable del transporte, acondicionamiento, y almacenamiento de los residuos radiactivos que se generen en el país, así como del establecimiento, construcción y operación de las instalaciones relacionadas con esta materia. ■

**Una delegación del Congreso de los Diputados visitó instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos en Francia y Holanda**

Una delegación de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados visitó, del 4 al 6 de febrero, dos instalaciones europeas de almacenamiento e investigación de residuos radiactivos que son una referencia en el sector. La delegación, que forma parte de la Ponencia de la cámara baja encargada de las relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), conoció el funcionamiento del almacén temporal centralizado de Habog (Holanda) y del laboratorio subterráneo de Bure en Francia.

La visita, compuesta por una docena de parlamentarios, respondía al ofrecimiento hecho en su día por el presidente de Enresa, José Alejandro Pina, a raíz de la constitución de dicha Comisión, para dar cumplimiento a las obligaciones informativas establecidas en el 6º Plan General de Residuos Radiactivos.

Enresa ha organizado, desde su constitución, dis-

**Los medios de comunicación digitales acapararon el mayor número de noticias sobre Enresa en 2008**

Los medios de comunicación en soporte digital han sido los que han recogido más noticias de Enresa en 2008, con cerca de 400 de las 1.574 noticias publicadas sobre la empresa el pasado año. La prensa nacional y los medios andaluces siguen de cerca a los nuevos soportes con 311 y 280 referencias respectivamente.

Al igual que en años anteriores, los medios de comunicación españoles adoptan un tono neutro en la mayoría de sus informaciones sobre Enresa (64%), aunque también aparecen noticias positivas (22%) y negativas (14%). En cuanto a la temática, las informaciones más comunes sobre Enre-

sa en 2008 son las que aparecieron vinculadas a la gestión de residuos de alta actividad y al desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera.

Por otro lado, los medios de comunicación reflejan, como atributos más frecuentes de la empresa, su experiencia en gestión de residuos y su aportación al desarrollo local, pero también se apunta en algunas ocasiones “falta de transparencia”, y es que la fuente más consultada por la prensa para hablar sobre Enresa son los grupos ecologistas. Otras fuentes consultadas por la prensa son la Administración local y los propios portavoces de Enresa. ■

tintas visitas de diputados y senadores, así como de representantes de ayuntamientos e instituciones nacionales, a centros de referencia internacional en gestión de residuos radiactivos y desmantelamiento de instalaciones radiactivas para dar a conocer su labor. ■

**El vicepresidente de la SEPI declara que la gestión de los residuos de baja y media actividad en España está asegurada para el futuro**

El vicepresidente de la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI), Federico Montero, manifestó el 12 de febrero que la gestión de residuos radiactivos de baja y media actividad en España “está asegurada de cara al futuro” gracias a la capacidad y las tecnologías del almacén centralizado de El Cabril. Montero visitó la instalación de Hornachue-

los acompañado por el presidente de Enresa, José Alejandro Pina.

Durante su visita el representante de la SEPI se mostró “sorprendido” tanto por la sensación de “seguridad absoluta” en todos los procesos que se desarrollan en EL Cabril como por el “maravilloso entorno”. Montero, que ya conocía los procesos de gestión de residuos radiac-

tivos de baja y media actividad, valoró la sensación de tranquilidad que aporta la visita al almacén y destacó los sistemas de difusión e información que emplea la empresa.

La Sociedad Estatal de Participaciones Industriales es, junto con el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), accionista de Enresa. ■



Federico Montero, segundo por la izquierda, acompañado por el presidente de Enresa y directivos de la compañía.

**La continua ampliación de la Unión Europea, desde la firma de los tratados de la Comunidad Económica Europea y de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) por seis países** en 1957 hasta los 27 miembros actuales, ha supuesto un importante reto a la hora de marcar unas pautas comunes en la gestión de los residuos radiactivos. El análisis de los principales hitos en la armonización de esta gestión y su situación actual es el objeto del presente artículo.

■ POR **Álvaro R. Beceiro**, ENRESA

*Los planes de la Unión Europea en materia de gestión de residuos radiactivos han contribuido al desarrollo científico y técnico de los programas nacionales*

## La gestión de residuos radiactivos en el contexto de la Unión Europea: cooperación y esfuerzos de armonización

### El Tratado Euratom

El Tratado de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom), firmado en 1957 con una vocación de promoción del desarrollo de la energía nuclear para usos pacíficos, regula las actividades de origen civil en la Unión Europea (UE). Considera explícitamente competencias en los ámbitos de la investigación y desarrollo nuclear, garantía de abastecimiento de materiales nucleares, control e inspección en materia de salvaguardias y protección radiológica.

En el momento de su concepción no se reparó en que los residuos radiactivos, que generan las actividades nucleares, constituirían un problema para las siguientes generaciones y, por lo tanto, apenas existe mención explícita en el Tratado a la gestión de dichos materiales. Tan sólo incluye una referencia en su artículo 37, el cual requiere que los Estados miembros faciliten a la Comisión Europea los datos generales sobre cualquier plan de almacenamiento de residuos

radiactivos, de modo que le permita evaluar los posibles impactos en otros Estados miembros.

A lo largo de la vida del Tratado, que no ha sido modificado desde su origen, la Comisión Europea intentó, con escasa fortuna, desarrollar bases comunes para armonizar regulaciones, políticas y prácticas para la gestión de los residuos radiactivos en los Estados miembros. Estos intentos, a pesar de poner en evidencia su necesidad en virtud de la amplia base de conocimiento desarrollada, se han encontrado generalmente con la oposición de algunos Estados que alegan ausencia de competencias en el marco del Tratado para los mencionados desarrollos.

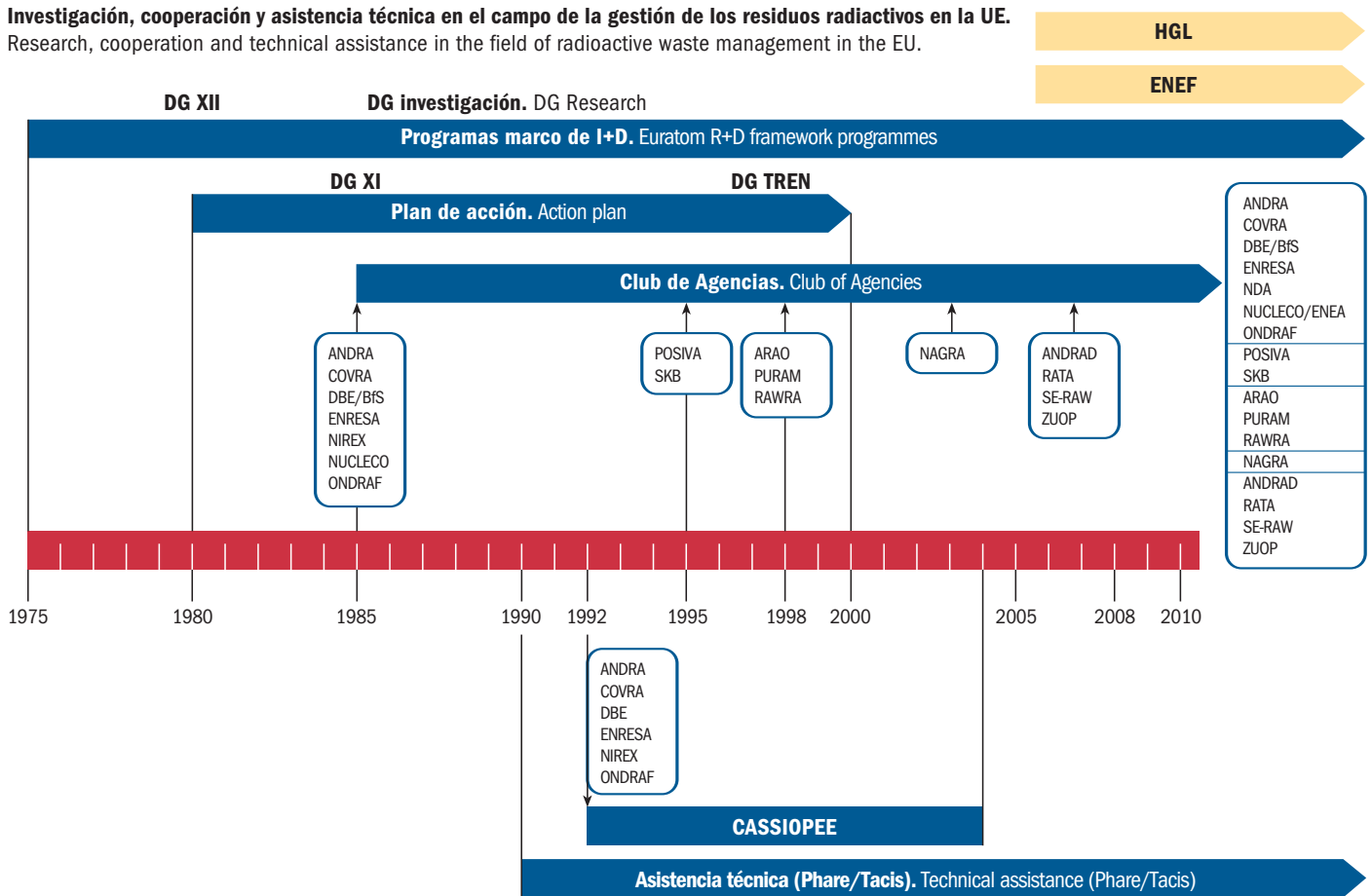
Más fortuna han tenido las iniciativas de cooperación en el contexto de la Unión Europea a través de los Programas de Investigación y Desarrollo, los cuales sí han incluido la gestión y almacenamiento de residuos radiactivos desde prácticamente el comienzo, hace más de treinta años.

### Programas Marco de I+D

La investigación y desarrollo en el campo de la gestión y almacenamiento de los residuos radiactivos forma parte de los programas de la Comisión Europea desde comienzos de los años setenta. El primer Programa Marco de Investigación y Desarrollo (1975-1979), aprobado en junio de 1975, ya incluía la gestión de residuos radiactivos.

Desde entonces, estos programas proporcionan un amplio marco de cooperación para los Estados miembros y han supuesto un importante factor de ampliación en el conocimiento desarrollado por medio del aprovechamiento de la sinergia de esfuerzos y recursos. Las modalidades de desarrollo de los proyectos, con financiación de la UE han evolucionado desde proyectos de coste compartido (acciones indirectas) en los primeros programas, hasta la concepción de grandes proyectos integrados y redes de excelencia en el 6º Programa Marco (2002-2006). También se han

**Investigación, cooperación y asistencia técnica en el campo de la gestión de los residuos radiactivos en la UE.**  
 Research, cooperation and technical assistance in the field of radioactive waste management in the EU.



desarrollado acciones directas a través de proyectos desarrollados en los laboratorios de los Centros Comunes de Investigación, entre los que destacan los trabajos desarrollados en Karlsruhe (Alemania), Ispra (Italia) y Petten (Holanda).

Durante todo este tiempo, la UE habrá aportado más de 300 millones de euros al área de gestión de residuos radiactivos y un importante esfuerzo del personal de los Centros Comunes de Investigación.

El 7º Programa Marco que está comenzando ahora contempla para el almacenamiento definitivo de residuos de alta actividad y larga vida la puesta en práctica de una Plataforma Tecnológica que está actualmente en fase de negociación.

### Los Planes de Acción Comunitarios

En 1980, el Consejo de la Unión Europea adoptó una resolución sobre la implantación de un Plan de Acción de

la Comunidad en materia de residuos radiactivos, el cual tuvo un periodo de vigencia de doce años y fue posteriormente renovado hasta el año 2000. Estos planes parten de la base de que la problemática de la gestión de los residuos radiactivos no sólo requerían del progreso de los conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos sino también del análisis de las cuestiones de naturaleza jurídica, administrativa, financiera y social, en un mismo contexto.

En este sentido, los planes de acción no sólo complementaron los programas de I+D, sino que también han pretendido evaluar el grado de aproximación de las políticas, estrategias y prácticas de los Estados miembros, al objeto de identificar aquellos aspectos que podían necesitar una armonización a nivel comunitario. Para su desarrollo, la Comisión ha contado con el asesoramiento de un Comité Consultivo (ACPM-Advisory Committee on Programme Management), formado por

expertos nacionales y encargado de valorar el progreso de los planes.

Los objetivos de los planes fueron muy ambiciosos, pues pretendieron mantener un análisis permanente de la situación en la Unión Europea y en sus países miembros, intensificar la cooperación técnica, concertar y consultar los métodos y estrategias de gestión y favorecer el consenso internacional. Los distintos puntos han tenido un desarrollo desigual, pues mientras las áreas de análisis de la situación, cooperación, interacción con los programas de investigación han concluido en realizaciones concretas que todavía permanecen hoy en día, a pesar de la finalización de los planes en el 2000, las áreas orientadas a armonizar políticas, estrategias y prácticas no han progresado realmente.

La Comisión Europea continúa realizando informes de situación sobre la gestión de residuos radiactivos en la Unión Europea, mediante los cuales informa al Consejo y al Parla-

mento. El sexto informe fue adoptado en 2008.

En respuesta a los objetivos de cooperación, se crea en 1985 en el marco del Plan de Acción, bajo los auspicios de la Comisión, un foro constituido por las organizaciones nacionales responsables de la gestión de los residuos radiactivos, denominado "Club de Agencias", en el cual se analizan los aspectos de los programas nacionales de interés para sus miembros y se facilita mantener una estrecha colaboración entre sus miembros. En 1997 se constituyó un Foro de Reguladores bajo el mismo esquema, pero no sobrevivió a la financiación del Plan de Acción.

Con el desmembramiento de la antigua Unión Soviética a finales de los ochenta, el objetivo de cooperación adquirió una nueva dimensión, puesto que tanto los países de la Comunidad de Estados Independientes como los de Europa Central y del Este evidenciaron una ausencia de políticas y prácticas en materia de gestión de residuos radiactivos. La respuesta de la Unión Europea mediante los programas de asistencia (Phare y Tacis) puso en valor al Club de Agencias como un elemento privilegia-

do para asistir a la Comisión en la elaboración y desarrollo de los programas de asistencia. Esto facilitó la creación del Consorcio Cassiopee (Consortio de Asistencia Operacional a los Países de la Europa del Este) en 1992, el cual colaboró con la Comisión Europea, tanto en los proyectos y estudios de cooperación desarrollados en el Plan de Acción, fundamentalmente orientados a conocer la situación en estos países, como en los programas de asistencia técnica auspiciados por la Dirección General de Relaciones Externas, generalmente con una mayor dotación económica. De este modo, el espíritu de cooperación fomentado en el Plan de Acción y materializado a través del Club de Agencias sirvió de vehículo para ampliar la cooperación a los países del Este, los cuales más tarde se adhirieron a la UE. En gran medida las organizaciones responsables de la gestión de residuos en los antiguos países de Europa Central y del Este son hijas de la cooperación con el Club de Agencias del cual hoy en día forman parte. En este sentido, se puede afirmar que los Planes de Acción han contribuido con gran éxito a los objetivos de cooperación internacional.

El objetivo de los planes, orientados a identificar y analizar aquellos elementos que a nivel comunitario pudieran requerir acciones tendentes a aproximar políticas, prácticas y regulaciones, se desarrolló partiendo de aspectos concretos de los informes de situación y estudios específicos, bien a través de grupos de especialistas *ad hoc* o de contratos con entidades especializadas.

Con motivo de la evaluación del Plan de Acción 1980-1992 y la entrada en funcionamiento del mercado interior único en enero de 1993, la Comisión, con la asesoría de un grupo de expertos, planteó la necesidad de proponer una estrategia comunitaria, la cual fue aprobada por el Consejo mediante Resolución en diciembre de 1994, expresando de este modo el soporte de los Estados Miembros en el desarrollo de los planes. La estrategia se concentró en aquellos elementos que se podrían beneficiar de una aproximación común a nivel comunitario, identificando los siguientes puntos:

- Definición y clasificación de residuos radiactivos.
- Minimización en la generación.
- Transporte.

The European Union programmes in the field of radioactive waste management have contributed to the scientific and technical development of the National programmes

## Radioactive waste management in the context of the European Union: Cooperation and efforts for harmonization

The continued enlargement of the European Union since the signature of the Treaties of the European Economical Community and the European Atomic Energy Community (EURATOM) by six countries in 1957 up to 27 current Member States has been an important chal-

lenge at the moment to develop a common understanding on radioactive waste management. The analysis of the key milestones in the harmonization process of this issue and its current status is object of the present article. ■ BY **Álvaro R. Beceiro**, ENRESA

### The EURATOM Treaty

The European Community's Treaty on Atomic Energy (EURATOM), signed in 1957 with a clear vocation to promote the development of nuclear energy for peaceful uses, regulates civil activities in the European Union. It explicitly considers competences in the areas of nuclear research and development, the guaranteed supply of nuclear materials, control and inspection in relation to safeguards and radiological protection.

When the Treaty was drawn up, there was unawareness of the fact that the radioactive wastes generated by nuclear activities would pose a problem for the generations of the future, as a result of which it makes hardly any explicit mention of the management of such materials. It includes a single reference in its article 37, which requires the Member States to provide the European

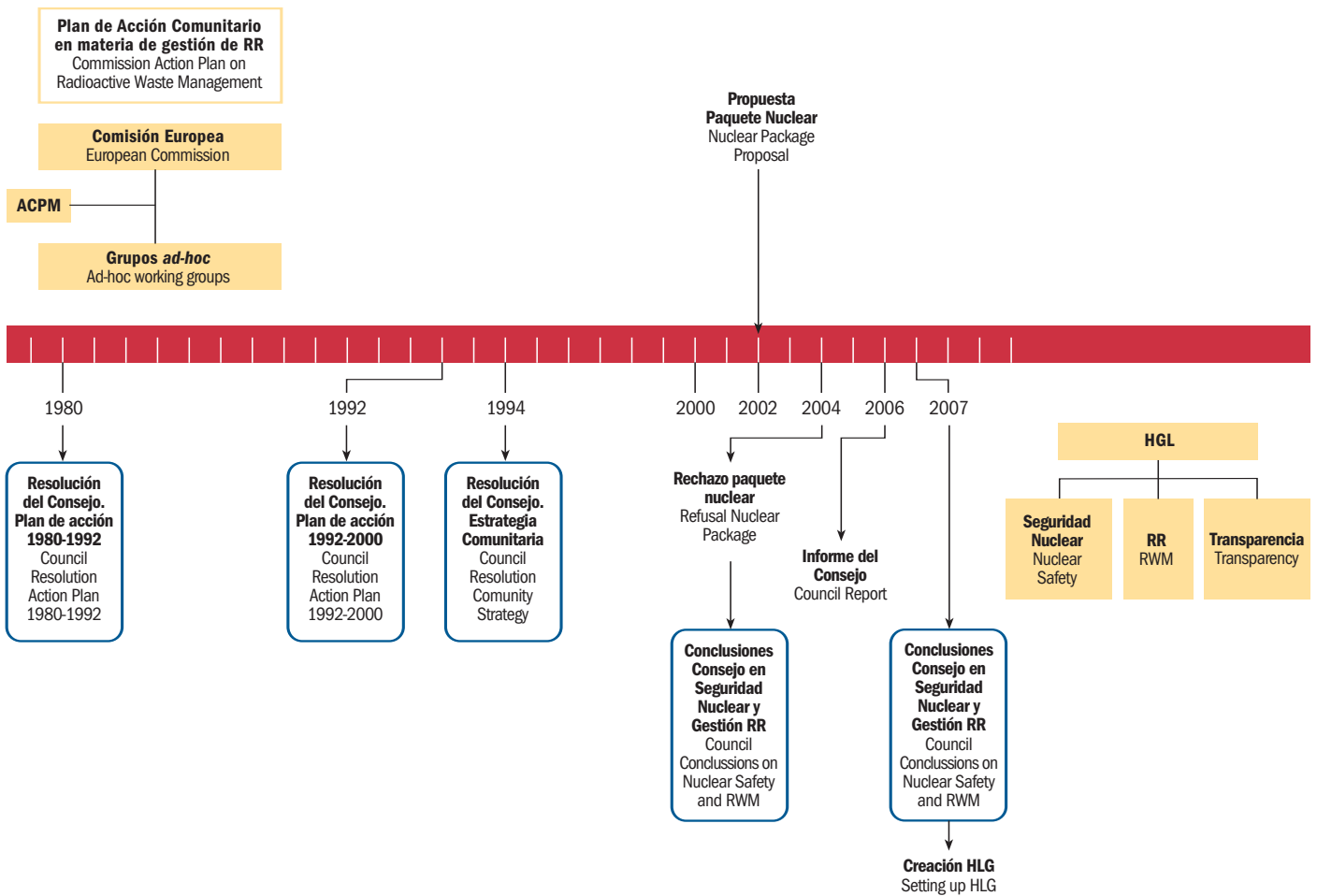
Commission with general data on any radioactive waste disposal plan, thereby allowing for an assessment of possible impacts on other member States.

Throughout the lifetime of the Treaty, which has not been modified since its creation, the European Commission has made efforts, with little success, to develop common bases for the harmonisation of radioactive waste management regulations, policies and practices in the Member States. Despite their underlining the need for such harmonisation in view of the wide body of knowledge developed, these attempts have generally elicited the opposition of certain States that allege the absence of competences within the framework of the Treaty for the aforementioned developments.

The programmes of cooperation in the context of the European Union have enjoyed better fortune through the Research and Development Programmes,

## Principales hitos de los programas comunitarios en materia de gestión de residuos radiactivos.

Key milestones of the European Commission programmes on radioactive waste management.



which have included the management and disposal of radioactive wastes practically since their beginnings, more than 30 years ago.

### R&D Framework Programmes

Research and development in the field of radioactive waste management and disposal has been part of the programmes of the European Commission since the early 1970's. The first Research and Development Framework Programme (1975-1979), approved in June 1975, already included radioactive waste management.

Since then, these programmes have provided an ample framework for cooperation for the Member States and have been an important factor that has allowed the know-how developed to be amplified through synergies in efforts and resources. The methodologies for the performance of projects with EU funding have evolved from shared cost projects (indirect actions) in the early programmes to the design of major integrated projects and networks of excellence in the sixth programme (2002-2006). Direct actions have also been undertaken via projects carried out in the laboratories of Joint Research Centres, particularly significant among which has been the work performed at Karlsruhe (Germany), Ispra (Italy) and Petten (Holland).

Throughout this entire period the European Union has contributed more than 300 million Euros in the area of radioactive waste management, as well as the important effort made by the personnel of the Joint Research Centres.

The seventh Framework Programme, which is now getting under way, contemplates the implementation of a Technology Platform for the definitive disposal of long-lived high level wastes, this currently being in the negotiation phase.

### Community Action Plans

In 1980, the Council of the European Union adopted a resolution on the implementation of a Community Action Plan in relation to radioactive wastes, this initially having a period of validity of twelve years and subsequently being extended to the year 2000. These Plans are based on the understanding that the problems of radioactive waste management require not only progress in relation to scientific knowledge and technological development but also the analysis of issues of a legal, administrative, financial and social nature, within one same context.

In this respect, the Action Plans not only complemented the R&D Programmes but also aimed to assess the degree of proximity of the policies, strategies and practices of the Member States, with a view to identifying those aspects that might need harmonisation at Community level. For their performance the Commission has been advised by a Committee (ACPM-Advisory Committee on Programme Management) made up of national experts and in charge of evaluating the progress of the plans.

The objectives of the plans were highly ambitious, since the aim was to carry out a permanent analysis of the situation in the European Union and its member countries, strengthen technical cooperation, agree and consult on management methods and strategies and favour international consensus. The development of the different points has been highly variable; while the areas of analysis of the situation, cooperation and interaction with the research programmes have led to specific developments that remain today, despite the fact that the plans came to an end in 2000, the areas oriented towards the harmonisation of policies, strategies and practices have not really progressed at all.

—Tratamiento y almacenamiento definitivo.

—Información del público.

—Esquemas de financiación.

El desarrollo de la estrategia comunitaria se tradujo en la realización, análisis y publicación de una treintena de documentos, los cuales en gran medida analizaban la situación, en base a lo cual se proponían líneas de actuación y se elaboraron Comunicaciones de la Comisión al Consejo y algunas Recomendaciones. Esta línea de actuación se interrumpió en el año 2000 al no ser renovado el Plan de Acción.

En conclusión, se puede decir que los Planes de Acción, si bien no han logrado un progreso en la aproximación de regulaciones, políticas y prácticas a nivel comunitario, han constituido un elemento catalizador de enorme importancia en la cooperación a nivel comunitario y una referencia fundamental para los países de Europa Central y del Este.

### El Paquete Nuclear

Varios han sido los intentos de la Comisión Europea para desarrollar bases que permitiesen aproximar o armonizar algunos aspectos relacionados con

la seguridad nuclear y la gestión de los residuos radiactivos a nivel comunitario, con escaso éxito hasta la fecha. A comienzos de este siglo y, tras la aprobación de la Convención Conjunta sobre la seguridad de la gestión del combustible gastado y los residuos radiactivos en 2001, la aprobación del Libro Verde *Hacia una estrategia europea para garantizar el suministro energético* en 2002 y el proceso de adhesión de Estados candidatos de Europa Central y del Este en 2004, la Comisión interpretó que era el momento oportuno para realizar una propuesta legislativa, principalmente después del fallo del Tribunal de Justicia en el que se confirmaba la existencia de base jurídica para ello en el Tratado.

En noviembre de 2002, la Comisión Europea adoptó la primera parte de lo que por aquel entonces se conocía como Paquete Nuclear, el cual consistía en una serie de documentos orientados a la mejora de la seguridad nuclear en una Unión Europea ampliada. En enero de 2003 fueron adoptadas y propuestas al Consejo dos directivas, una sobre seguridad nuclear y otra sobre gestión de residuos radiactivos.

La propuesta de Directiva de residuos radiactivos, en gran medida inspirada en la Convención Conjunta, tenía por objetivo fundamentalmente crear conciencia en los Estados miembros sobre la necesidad de progresar en la implantación de soluciones para la gestión final del combustible gastado y de los residuos radiactivos, e incluía requisitos básicos y la necesidad de que cada Estado miembro debía establecer un programa con los hitos de la gestión de los distintos tipos de residuos radiactivos bajo su jurisdicción. Después de un largo periodo de debate en el Consejo, la Directiva fue aparcada, debido a la oposición de los principales Estados, con el argumento de que no aportaba valor añadido al régimen internacional, formado principalmente por el texto de la Convención Conjunta, no vinculante y de carácter incentivador, y los estándares de seguridad del programa del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA). Hay que señalar, no obstante, que la propuesta recibió el visto bueno del Grupo de Expertos del Artículo 31 y el respaldo del Comité Económico y Social (Eco-soc) y del Parlamento Europeo. El Con-

► The European Commission continues to draw up situation reports on radioactive waste management in the European Union, via which it informs the Council and the Parliament. The sixth report was adopted in 2008.

In response to the objectives of cooperation, a forum was set up in 1985 within the framework of the Action Plan and under the auspices of the Commission. This forum, known as the "Agencies Club", is made up of the national organisations responsible for radioactive waste management and analyses different aspects of the national programmes of interest to its members, facilitating the maintenance of close collaboration between them. In 1997 a Forum of Regulators was set up with the same scheme, but did not survive the financing phase of the Action Plan.

With the collapse of the ex Soviet Union at the end of the 1980's, the objective of cooperation took on a new dimension, since both the countries of the Community of Independent States and the countries of Central and Eastern Europe were seen to lack policies and practices for radioactive waste management. The response of the European Union through its assistance programmes (PHARE and TACIS) gave value to the "Agencies Club" as a privileged element assisting the Commission in the drawing up and development of assistance programmes. This facilitated the creation of the CASSIOPEE Consortium (Consortium for Operational Assistance to the Countries of Eastern Europe) in 1992, which collaborated with the European Commission in both the cooperation projects and studies performed within the framework of the Action Plan, oriented fundamentally towards gaining insight into the situation in these countries, and in the technical assistance programmes endorsed by the Directorate General for Overseas Relations, which were generally better funded. In this way, the

spirit of cooperation promoted in the Action Plan and materialised through the Agencies Club served as a vehicle to extend cooperation to the countries of the East, which later joined the Union. To a large extent the organisations responsible for waste management in the former Central and Eastern European countries are the result of cooperation with the Agencies Club to which they now belong. In this respect the Action Plans might be said to have successfully contributed to the objectives of international cooperation.

The objective of the Plans, oriented towards identifying and analysing those elements that might require actions aimed at bringing policies, practices and regulations into line at Community level, were developed on the basis of specific aspects of the situation reports and specific studies, either via ad-hoc groups of specialists or contracts with specialist entities.

With the evaluation of the Action Plan 1980-1992 and the entry into force of the single interior market in January 1993, the Commission, advised by a group of experts, posed the need to propose a Community strategy, which was approved by the Council by Resolution in December 1994, thus expressing the support of the Member States in the development of the Plans. The strategy concentrated on those elements that might benefit from a joint approach at Community level, identifying the following points:

- Definition and classification of radioactive wastes.
- Minimisation of waste generation.
- Transport.
- Treatment and definitive disposal.
- Public information.
- Financing schemes.

**Plan de Acción Comunitario en materia de Gestión de Residuos Radiactivos**

Área	Objetivo	Realización
1. Análisis de la situación.	Elaboración periódica de informes sobre la situación y perspectiva de la gestión de residuos radiactivos en los Estados de la UE.	Informe y comunicaciones —1983, 1987, 1991, 1995, 1999, 2008.
2. Intensificación de la cooperación técnica en la Comunidad en materia de almacenamiento a largo plazo.	Fomentar cooperación técnica e intercambio de información entre los Estados miembros.	—Creación del Club de Agencias (1985) y del Foro de Reguladores (1997). —Consortio Cassiopee (1992).
3. Concertación sobre la seguridad y almacenamiento de residuos radiactivos.	Recomendaciones sobre la evaluación de la seguridad y sus criterios, armonizar métodos, prácticas y normativas.	—Informes Euradwaste. —Estrategia Comunitaria en materia de residuos radiactivos (1994). —Propuesta Directiva en materia de gestión residuos radiactivos (2003).
4. Consulta sobre los métodos y estrategias de gestión en el mercado interior único.	Definir disposiciones nacionales que han de ser revisadas, teniendo en cuenta el mercado interior único para proponer soluciones.	Recomendación de financiación para la clausura y desmantelamiento de centrales nucleares.
5. Interacción con los Programas Marco de I+D	Orientar los objetivos y necesidades de los programas de investigación.	Revisiones del Comité ACPM, proposición <i>input</i> a los Estados miembros.
6. Información al público	Intensificar medidas destinadas a mejorar la información al público.	Estudios de opinión pública (Eurobarómetro)
7. Favorecer el consenso internacional	Fomentar y apoyar la concertación entre los Estados miembros sobre las posiciones a adoptar ante los organismos internacionales.	—Convención Conjunta. —Programa de cooperación técnica. —Coordinación con AEN/OECD y OIEA.

sejo rechazó dicha propuesta en su reunión del mes de mayo de 2004, al no ser alcanzada la mayoría cualificada suficiente para su aprobación y decidió

adoptar algunas conclusiones sobre las propuestas en una próxima reunión. Alternativamente, algunos países propusieron una Resolución que tuviese el

mismo nivel de requisitos que la Directiva, la cual fue rechazada también.

Durante todo el proceso, se puso en evidencia la falta de voluntad de

The development of the Community strategy led to the drawing up, analysis and publishing of some thirty documents, which analysed the situation to a large extent, on the basis of which courses of action were proposed and communications from the Commission to the Council were prepared, along with certain Recommendations. This course of action was interrupted in the year 2000 since the Action Plan was not renewed.

In conclusion although the Action Plans have not achieved progress as regards bringing regulations, policies and practices into line at Community level, they may be said to have acted as an enormously important catalyser for cooperation at Community level and to have served as a fundamental reference for the countries of Central and Eastern Europe.

**The Nuclear Package**

The European Commission has made several attempts to develop a basis

**Community Action Plan for Radioactive Waste Management**

Area	Objective	Performance
1. Analysis of the situation	Drawing up of periodic reports on the situation and on the perspectives for radioactive waste management in the EU member states	Report and communications —1983, 1987, 1991, 1995, 1999, 2008
2. Intensification of technical cooperation in the Community in relation to long-term storage	Promotion of technical cooperation and information exchange between the member states	—Setting up of the Agencies Club (1985) and the Forum of Regulators (1997) —Cassiopee Consortium (1992)
3. Agreement regarding the safety and storage of radioactive wastes	Recommendations on safety assessment and corresponding criteria, harmonisation of methods, practices and standards	—Euradwaste reports —Community Strategy on radioactive wastes (1994) —Proposal for Directive on radioactive waste management (2003)
4. Consultation on management methods and strategies on the single internal market	Definition of national provisions to be revised, taking into account the single internal market, to propose solutions	Recommendation regarding financing of the decommissioning and dismantling of nuclear power plants
5. Interaction with R&D Framework Programmes	Orientation of the objectives and needs of research programmes	Revisions of the ACPM Committee, proposition for inputs to the member states
6. Public information	Intensification of measures aimed at improving public information	Public opinion surveys (Eurobarometer)
7. Favouring of international consensus	Promotion of and support for agreement between the member states regarding the positions to be adopted with respect to the international organisations	—Joint Convention —Technical cooperation programme —Coordination with NEA/OECD and IAEA

algunos países para desarrollar una regulación vinculante en materia de gestión de residuos radiactivos, basado principalmente en dos argumentos: no se había producido previamente un proceso de consulta suficiente y el contenido de la Directiva no proporcionaba un valor añadido al contexto internacional existente.

### Conclusiones del Consejo y situación actual

Ante el fracaso de la iniciativa legislativa de la Comisión, el Consejo, para desbloquear la situación, adoptó a finales de junio de 2004 unas Conclusiones en materia de seguridad nuclear y seguridad en la gestión de residuos radiactivos, en las que fundamentalmente:

—Se enfatiza el principio de responsabilidad nacional.

—Se reconoce el programa de desarrollo de normas del OIEA, principalmente los Fundamentos de Seguridad y los Requisitos de Seguridad, como un marco de referencia internacional.

—Realiza un llamamiento para que los países que no lo hayan hecho ratifiquen las Convenciones de Seguridad



Instalaciones de almacenamiento de combustible gastado de La Hague (Francia)

Nuclear y de Seguridad en la Gestión de Residuos.

—Indica que el desarrollo de instrumentos en este campo debe basarse en un amplio proceso de consultas con todas las partes interesadas, teniendo en cuenta los resultados de los procesos de revisión de las Convenciones, así como el trabajo de las autoridades reguladoras en el contexto internacional, en particular en el WENRA (Western European Nuclear Regulatory Authorities).

—Recomienda mantener el proceso en revisión para una posterior consideración.

En base a estas conclusiones, el Grupo de Cuestiones Atómicas del Consejo a través de su Grupo de Seguridad Nuclear elaboró un programa de trabajo que fue desarrollado mediante tres subgrupos en las siguientes áreas: seguridad nuclear, seguridad en la gestión de combustible gastado y residuos radiactivos, y financiación del desmantela-

▶ allowing for the alignment or harmonisation of certain aspects relating to nuclear safety and radioactive waste management at Community level, with little success to date. At the beginning of this century, following approval of the Joint Convention on safety in the management of spent fuel and radioactive waste in 2001 and the process of membership of candidate States from Central and Eastern Europe in 2004, the Commission interpreted that this was an appropriate time to develop a legislative proposal, mainly in the wake of the sentence passed by the Justice Tribunal confirming the existence of a legal basis for this in the Treaty.

In November 2002 the European Commission adopted the first part of what was known at the time as the "Nuclear Package", which consisted of a series of documents oriented towards improving nuclear safety in an extended European Union. In January 2003 two Directives were adopted and proposed to the Council, one on nuclear safety and the other on the management of radioactive waste.

The objective of the proposed Directive on radioactive waste, which to a large extent was inspired by the Joint Convention, was fundamentally to create an awareness among the Member States of the need to progress in implementing solutions for the final management of spent fuel and radioactive waste, and it included basic requirements and the demand that each Member State establish a programme with management milestones for the different types of radioactive wastes under its jurisdiction. After a long period of debate at the Council, the Directive was shelved due to the opposition of the most important States, mainly on the basis of the argument that it did not bring any added value to the international regime, made up mainly of the text of the Joint Convention, which was non-binding and sought to motivate, and the safety stan-

dards of the programme of the International Atomic Energy Agency (IAEA). It should be pointed out, however, that the proposal received the approval of the Group of Experts of Article 31 and the backing of the Economic and Social Committee (ECOSOC) and the European Parliament. The Council rejected this proposal in its meeting of May 2004, since a qualified majority sufficient for its approval was not reached, and decided to adopt certain conclusions regarding the proposals in its next meeting. As an alternative, certain countries proposed a Resolution having the same level of requirements as the Directive, which was also rejected.

Throughout the entire process there was an obvious lack of willingness by certain countries to develop a binding regulation in relation to radioactive waste management, based mainly on two arguments: that there had not previously been a sufficient process of consultation and that the content of the Directive did not bring any added value to the already existing international context.

### Council Conclusions and current situation

In view of the failure of the legislative initiative of the Commission, and in order to unblock the situation, at the end of June 2004 the Council adopted a set of Conclusions regarding nuclear safety and safety in radioactive waste management in which it fundamentally:

—Emphasises the principle of national responsibility.

—Recognises the IAEA standards development programme, mainly the Safety Fundamentals and Safety Requirements, as an international reference framework.

—Calls those countries that have not already done so to ratify the Conventions on Nuclear Safety and on Safety in waste management.

miento de instalaciones nucleares. El informe final, resultado del trabajo de los grupos, fue aprobado por el Consejo a finales de 2006, en virtud del cual adoptó nuevas conclusiones en mayo de 2007, en las que se definen acciones para las tres áreas mencionadas y se propone la creación de un Grupo de Alto Nivel (HLG) de la Unión Europea con el propósito de desarrollar una aproximación común en las mencionadas áreas.

El HLG, formado por representantes nacionales de los 27 Estados de la UE, fue constituido a instancias del Consejo mediante Decisión de la Comisión del 17 de julio de 2007. Actualmente ha elaborado un programa de trabajo que se está desarrollando a través de una estructura de grupos de trabajo que ha creado a tal efecto. En concreto, se han creado tres grupos (Seguridad nuclear, Residuos radiactivos y Transparencia), los cuales han mantenido reuniones a lo largo de 2008. En particular, el grupo de residuos ha elaborado informes sobre los contenidos de un plan nacional de gestión de residuos radiactivos, sobre cómo introducir mejoras y utilizar los resultados de

los procesos de revisión de la Convención Conjunta y sobre las principales dificultades y restos de la gestión de residuos radiactivos de alta actividad a largo plazo.

### Conclusiones

Los distintos planes y programas (Planes de Acción y Programas Marco de I+D), en materia de gestión de residuos radiactivos desarrollados por la Comisión Europea en colaboración con los Estados miembros desde los años setenta, han contribuido en gran medida al desarrollo científico y técnico de los programas nacionales y, sobre todo, a establecer unos canales de cooperación muy sólidos en la Unión Europea, y a facilitar la integración de los nuevos Estados Miembros de Europa Central y del Este.

Sin embargo, en materia de aproximación de regulaciones, políticas y prácticas, el progreso ha sido muy escaso a lo largo de todo este tiempo, fundamentalmente debido a las reticencias de algunos países a desarrollar regulación comunitaria vinculante. La voluntad de llevar a cabo acciones a nivel comunitario ha sido expresada por medio de Resolucio-

nes que suponen más bien un compromiso político, pero no son vinculantes.

El fracaso de la iniciativa legislativa de la Comisión Europea por medio del denominado Paquete Nuclear (Directiva de Seguridad Nuclear y Directiva Residuos Radiactivos) se debió en gran medida a una cierta precipitación en realizar la propuesta, y a la ausencia de un proceso de maduración y concentración adecuado con los países. El Parlamento Europeo, no sólo había apoyado la Directiva, sino que también se había manifestado claramente a favor del desarrollo de regulación vinculante.

Se puso de manifiesto por una parte, tanto en la propuesta del Paquete Nuclear como de los desarrollos actuales, la necesidad de implantar programas nacionales de gestión de residuos radiactivos, como un documento básico que vincula las decisiones políticas con las actividades y proyectos y, por otra parte, la necesidad de mejorar los procesos de revisión por pares que permitan la identificación de los elementos que puedan requerir un proceso de aproximación e incluso de armonización. ■

—Indicates that the development of instruments in this field should be based on a far-reaching process of consultations with all the stakeholders, taking into account the results of the Conventions review processes and the work of the regulatory authorities in the international context, in WENRA (Western European Nuclear Regulatory Authorities).

—Recommends that the process under review be maintained for subsequent consideration.

On the basis of these conclusions, the Council's Atomic Matters Group, through its Nuclear Safety Group, drew up a working programme that was developed via three sub-groups in the following areas: nuclear safety, safety in the management of spent fuel and radioactive wastes and financing of the dismantling of nuclear facilities. The final report, the result of the work of the groups, was approved by the Council at the end of 2006 and led to the adoption of new conclusions in May 2007, defining actions for the three aforementioned areas and proposing the creation of a European Union High Level Group (HLG), for the development of a common approach in the aforementioned areas.

The HLG, formed by national representatives of the 27 EU States, was set up in response to a proposal by the Council by a Decision of the Commission on 17<sup>th</sup> July 2007. A working schedule has been drawn up and is now being developed via a structure of working groups created for this purpose. Specifically, three groups have been set up (nuclear safety, radioactive waste and transparency), which have held meetings throughout 2008. In particular, the waste group has drawn up reports on the contents of a national radioactive waste management plan, on how to introduce improvements and use the results of the Joint Convention review processes, and on the main difficulties and challenges of the long-term management of high level radioactive waste.

### Conclusions

The different Plans and Programmes (Action Plans and R&D Framework Programmes) on radioactive waste management developed by the European Commission in collaboration with the Member States since the 1960's have contributed largely to the scientific and technical development of the national programmes and, especially, to establishing solid channels for cooperation in the European Union and facilitating the integration of the new Member States from Central and Eastern Europe.

Nevertheless, as regards the alignment of regulations, policies and practices, progress has been scarce throughout this period, due fundamentally to the reluctance of certain countries to develop binding Community regulations. Willingness to undertake actions at Community level has been expressed by means of Resolutions that constitute a political commitment but are not binding.

The failure of the legislative initiative of the European Commission through the so-called "Nuclear Package" (Directive on Nuclear Safety + Directive on Radioactive Wastes) was largely due to a certain haste in developing the proposal and to the absence of an adequate process of maturing and concentration with the countries. The European Parliament had not only supported the Directive but had also clearly manifested its backing for the development of binding regulations.

On the one hand it was made clear, in the proposals for both the Nuclear Package and the current developments, that there was a need to implement national radioactive waste management programmes, as a basic document linking political decisions with activities and projects, as well as a need to improve the peer review processes allowing for the identification of elements that might require a process of alignment and even harmonisation. ■

**Maurici Lucena Betriu es uno de los jóvenes economistas españoles más destacados. Cuando fue nombrado director del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) en 2004, a sus 28 años, muchos pensaron que el cargo le venía grande y que no tardaría en estrellarse. Sin embargo, Lucena sigue hoy al frente del CDTI, dirigiendo una de las etapas más estables y fructíferas de este organismo, y su buen hacer le ha catapultado a la presidencia del Consejo de Administración de la Agencia Espacial Europea. Hoy es uno de los españoles con mayor prestigio en el entramado espacial europeo, pero es, sobre todo, un magnífico economista. ■ POR Emilio Jarillo.**

*Maurici Lucena,  
director del CDTI  
y presidente de la Agencia  
Espacial Europea* “Si no hay nuevas sorpresas,  
es muy posible que la  
**normalización del sistema  
financiero mundial** se  
consiga a finales de 2009”

—¿Qué está pasando en el mundo?  
¿Cuáles son las razones profundas de la crisis económica internacional?

—El origen de la crisis se puede resumir en la combinación de tres factores. El primero de ellos es una política monetaria equivocada por parte de la Reserva Federal norteamericana, que mantuvo durante demasiados años tipos de interés reales muy bajos o negativos. Ello alentó la creación de burbujas y un endeu-

damiento excesivo de la economía estadounidense, financiado por países como China, que tenían un enorme superávit corriente y, además, compraban dólares para mantener el tipo de cambio de su divisa depreciado. El segundo factor es el extraordinario proceso de innovación financiera que se ha producido en los últimos quince años. Los frutos de este proceso serán, sin duda, positivos a largo plazo porque amplían el abanico de

posibilidades de distribución de riesgos entre los agentes; pero su velocidad provocó que, en los últimos años, los agentes —vendedores y compradores de productos financieros— tuvieran dificultades para valorar adecuadamente las posiciones de riesgo que asumían. Y, finalmente, creo que es obvio que en muchos países han existido fallos graves en la supervisión y regulación públicas del sistema financiero.



—¿Es peor, igual o mejor que la crisis del 29?

—Desde que tuvo lugar la denominada crisis de las hipotecas *subprime* [de alto riesgo] en EE.UU., en el verano de 2007, y hasta finales de 2008, me negué, por prudencia intelectual, a hacer paralelismos con episodios históricos tan dramáticos del siglo pasado como la depresión de los años treinta o el marasmo que siguió al primer choque del petróleo en

los setenta. Sin embargo, a día de hoy sí tengo la convicción de que al menos dos de los rasgos que definen la actual crisis la convierten en la más compleja desde la Gran Depresión. Estos dos rasgos son, por una parte, las enormes dificultades que atraviesan las entidades financieras de todo el mundo, que han obligado a los gobiernos a intervenir para evitar un colapso del sistema financiero y, por ende, un estrangulamiento de la

economía de mercado. Y, por la otra, la simultaneidad de los problemas en todos aquellos países cuyas economías representan una gran proporción de la actividad mundial. Este cóctel es de una alta toxicidad y no tiene precedentes históricos, tal y como ha demostrado el *credit crunch* [contracción del crédito] que se ha producido.

—Ciñéndonos al caso español...

—Dado el elevado grado de apertura de nuestra economía en cualquiera de sus dimensiones, no cabe duda de que las turbulencias financieras y la contracción de la actividad en las principales economías del planeta inciden en nuestro crecimiento. No obstante, en términos relativos, la situación de España es singular en dos aspectos, uno negativo y otro positivo. El positivo es la solidez de los bancos y cajas españoles, que, gracias en buena medida a la acertada regulación y supervisión, no han requerido hasta la fecha operaciones de rescate público. Por otra parte, el aspecto negativo es la posición de partida de España en esta delicada etapa, con un desequilibrio macroeconómico importante, cuyo principal reflejo es un déficit de balanza de pagos por cuenta corriente en el entorno del 10% del PIB. Y relacionado con lo anterior, desde una perspectiva sectorial, parece claro que ha reventado la burbuja inmobiliaria y la superación de los quebrantos financieros, y la reabsorción de los recursos humanos excedentarios por parte de otros sectores de actividad económica llevará, inevitablemente, algún tiempo.

En cualquier caso, a la luz de las recientes estadísticas publicadas sobre la evolución del consumo, la inversión y la producción, todo apunta a que el ajuste macroeconómico español se está produciendo con rapidez, tal y como lo demuestra, por ejemplo, la tasa de inflación, inferior al promedio de la Unión Europea por primera vez en muchos años. Este ajuste es, qué duda cabe, socialmente muy doloroso porque está provocando la destrucción de mucho empleo, pero desde la perspectiva estrictamente económica es posible que permita restablecer el equilibrio macroeconómico

pronto y volver a una senda de crecimiento positivo al mismo tiempo que las grandes economías inician la recuperación.

—*Del diagnóstico a las soluciones, ¿cuáles han sido, en su opinión, las recetas más acertadas para atajar las dificultades?*

—Las lecciones de política económica aprendidas en el pasado, junto con los avances en el conocimiento del funcionamiento de la economía, son los dos principales factores explicativos de las tres categorías de medidas públicas que los países desarrollados han aprobado en los últimos meses: en primer lugar, la compra de activos a las entidades financieras y/o el refuerzo de sus recursos propios; en segundo lugar, una política monetaria expansiva; y finalmente, una política fiscal también fuertemente expansiva para estimular la demanda agregada. Habida cuenta de su magnitud y de su transversalidad geográfica, el conjunto de medidas verdaderamente excepcional es el de la primera categoría, que ha evitado la quiebra de muchas entidades financieras y, sobre todo, la materialización del denominado *riesgo sistémico*. Es cierto, asimismo, que algunos países han puesto en marcha planes de rescate de sectores que, como el del automóvil, emplean una proporción alta de la fuerza de trabajo; pero, por el momento, estos planes de rescate no se han generalizado.

—*Cada día se oyen en las emisoras de radio o se leen en los periódicos opiniones a favor y en contra, las más, de las medidas que están adoptando los diferentes gobiernos para hacer frente a la crisis*

—A grandes rasgos, creo que la orientación y la magnitud de las actuaciones de los gobiernos han sido correctas, porque antes de la intervención pública existía una probabilidad elevada de que la economía mundial se sumiera en una profunda y prolongada depresión. Ello no quiere decir, sin embargo, que la salida de la recesión actual vaya a resultar sencilla. De entrada, puesto que nunca antes los gobiernos habían actuado de esta manera, la incertidumbre acerca del efecto de las medidas es muy grande. Y, en segundo término, es evidente que los enormes volú-

menes de deuda pública que en éste y los próximos años van a emitirse en todo el mundo tendrán consecuencias importantes en la evolución de los precios, la calidad de la transmisión de la política monetaria que marquen los bancos centrales, los *spreads* [diferenciales] entre distintos países y, a medio plazo, el eventual desplazamiento de la inversión privada.

En paralelo, finalmente, los gobiernos deberían seguir haciendo reformas estructurales a fin de incrementar la eficiencia de la economía, ya que son las que, tras el regreso a la normalidad, determinarán el crecimiento económico a largo plazo.

—*Parece un lugar común que hay que volver a Keynes y, hablando de este economista, se emiten prevenciones respecto a la trampa de la liquidez...*

—Me parece muy precipitado hablar de la “trampa de liquidez” en la actualidad, es decir, de una situación en la que los tipos de interés nominales se sitúan próximos al 0% y no consiguen estimular la economía, tal y como ocurrió en Japón en la década de 1990. Ésta es una situación, desde una perspectiva histórica, muy infrecuente.

Es verdad que, como he señalado, la incertidumbre y la desconfianza pesan de manera significativa hoy en el ánimo de los agentes económicos. Por esta razón, la Reserva Federal y el Banco Central de Japón han bajo sus tipos de intervención hasta el 0% y el Reino Unido los ha recortado hasta el 1,5%. En los próximos meses veremos cuál es la reacción de las empresas y las familias. No obstante, aunque hoy en día la probabilidad de que algunas economías caigan en una trampa de liquidez no es, a diferencia del pasado, despreciable, no preveo que esta situación se produzca. Hay que tener en cuenta no sólo la rapidez y la contundencia de la reacción de los gobiernos de todo el planeta, sino también que los bancos centrales están aplicando recetas heterodoxas, de tipo cualitativo, para reforzar las bajadas de tipos y restablecer el flujo en los canales habituales de transmisión del crédito. Si no hay nuevas sorpresas, es muy posible que esta normalización del sistema financiero mundial se consiga a finales del año 2009.

—*Su cargo de presidente del Consejo de la Agencia Espacial Europea (ESA), ¿es ejecutivo, o más bien político o de relumbrón?*

—No es una cosa ni la otra. El presidente del Consejo de la ESA tiene una función análoga al presidente del Consejo de Administración de una gran empresa. No es, por tanto, un presidente ejecutivo, sino la persona elegida por los accionistas de la Agencia para preparar y dirigir las reuniones del Consejo de la organización y representarles en ciertos procesos clave como la elección del director general y de los principales ejecutivos.

“A grandes rasgos, creo que la orientación y la magnitud de las actuaciones de los gobiernos para luchar contra la crisis financiera han sido correctas”

—*¿En qué medida la crisis financiera y la falta de liquidez van a perjudicar a las actividades espaciales?*

—La actual situación económica no es buena para el sector espacial, para qué nos vamos a engañar. Pero la ESA opera con envoltentes presupuestarias plurianuales y la última Conferencia Ministerial, celebrada en La Haya el pasado mes de noviembre, ha puesto de manifiesto el apoyo de los gobiernos europeos a la inversión espacial, más allá de la coyuntura económica. El presupuesto aprobado, 10.000 millones de euros, es razonable y financiará el desarrollo de proyectos hasta 2013 pero, con seguridad, en ausencia de dificultades económicas, la ambición hubiera sido mayor.

—¿Qué proyectos de la ESA se han sacado adelante recientemente y cuáles están previstos para un futuro próximo?

—En los últimos tiempos, gracias a la cooperación entre la ESA y la Unión Europea, se ha avanzado en la construcción de tecnología espacial al servicio de los ciudadanos que se pondrá en funcionamiento en los próximos años, como la navegación por satélite (programa Galileo) y los sistemas de observación de la Tierra (programa GMES).

El último año ha sido muy fructífero para la ESA y me gustaría destacar el

ambiente y el proceso de cambio climático. A estas apuestas se suman otros dos importantes satélites científicos europeos, *Herschel* y *Planck*, destinados a la observación del Universo.

—¿Está consiguiendo uno de los objetivos que se propuso cuando fue elegido, es decir, definir de manera precisa cuáles son las funciones de la UE y de la ESA en el terreno espacial?

—Sin duda se ha avanzado en la buena dirección, pero quedan todavía aspectos por definir. En el terreno espacial, ambas organizaciones tienen, teórica-

presupuesto de la UE dedicado a espacio es mucho menor de lo esperado. En estas circunstancias podría ocurrir que la ESA desarrollara un sistema tecnológicamente muy avanzado que no fuera sostenible por falta de presupuesto operacional.

—Es obligado preguntar qué papel juega España en la estrategia espacial europea y su corolario. ¿España pesa más en la industria espacial europea desde que usted ocupa el cargo de presidente del Consejo de la ESA?

—El que un español presida la Agencia por primera vez en su historia no debe representar una ventaja para nuestra industria. El presidente del Consejo en el esquema de gobierno de la ESA pierde su vinculación nacional —de hecho, yo ya no soy el jefe de la delegación española— y debe actuar en representación de los dieciocho Estados miembros de la Agencia. En realidad, yo lo plantearía más bien al revés: uno de los factores que explican mi elección como presidente del Consejo es el creciente peso del sector espacial español en Europa y el gran esfuerzo inversor que el Gobierno de España ha hecho en los últimos años.

—También es obligado preguntar por el programa Galileo o ¿por qué algunos proyectos similares tardan en cuajar mucho más en Europa que en EE.UU.?

—Independientemente de la diferencia del volumen de inversión en el área espacial entre Europa y EE.UU., la realidad es que nuestro continente es una potencia del mismo nivel que EE.UU. en numerosos campos de la ciencia espacial. Por otra parte, Galileo es un programa muy complejo y atípico, que ha sufrido numerosos traspiés, aunque ahora mismo soy optimista sobre el despliegue final de la constelación. Originalmente, a la ESA se le asignó la fase de desarrollo (I+D pura) del programa, que se ha realizado con éxito. Fue la posterior incapacidad de completar la constelación por parte del consorcio público-privado lo que provocó la decisión de la UE de encomendar a la ESA esta tarea. A la luz de lo ocurrido, creo que la opción elegida es acertada, aunque suponga para la Agencia una gran responsabilidad. ■



MATTEO LIÉBANA

éxito del ATV (Vehículo Automatizado de Transferencia) y el laboratorio Columbus, ambos situados en el contexto de la Estación Espacial Internacional (ISS). El ATV ha culminado satisfactoriamente su misión como nave de abastecimiento, permitiendo a Europa el acceso a la ISS por sus propios medios; por su parte, el laboratorio Columbus, en el seno del cual se realizarán experimentos diversos, constituye un hito para la ESA y es la piedra angular de la contribución europea a la ISS.

Este año será denso. Entre los proyectos más importantes previstos destaca el lanzamiento de *Goce*, *SMOS* y *CryoSat2*, tres satélites destinados a la observación de la Tierra que proporcionarán información sobre el medio

mente, ámbitos de actuación complementarios. La ESA, que es una agencia de I+D, debe concentrarse en el desarrollo de tecnología espacial, mientras que la UE tiene una triple función: establecer los requisitos de los servicios espaciales, regular la actividad y operar los sistemas. Ambas instituciones han establecido un Acuerdo Marco, han aprobado una Política Espacial Europea y están ya trabajando en un Programa Espacial Europeo.

En la práctica, la UE y la ESA están cooperando desde hace años en dos iniciativas concretas, Galileo y GMES. En la actualidad, tengo la impresión de que el problema no es tanto ya la definición de las funciones respectivas como la insuficiente financiación, porque el

*El lento resurgir  
de un icono conservacionista*

# OSO CANTÁBRICO

**La recuperación de las especies faunísticas amenazadas es una tarea ardua, de largo recorrido y que requiere de grandes esfuerzos personales y económicos.** Por ello, cuando una especie animal, máxime si es de la relevancia mediática del oso pardo —posiblemente, junto al linco ibérico, el animal más querido y admirado de nuestra fauna—, muestra los síntomas evidentes de una lenta pero segura recuperación, es justo celebrarlo. ■

TEXTO Y FOTOS DE **José Manuel Reyero**, NATURALISTA.

**E**L AÑO RECIÉN TERMINADO HA sido prolijo en noticias relacionadas con el oso. Unas más positivas que otras, y algunas menos relevantes o más anecdóticas, pero todas bien significativas del especial periodo que vive la especie, sin duda el más trascendental en muchas décadas. En este artículo nos referiremos siempre a la población cantábrica de osos, ya que la otra población ibérica, la pirenaica, puede darse virtualmente por extinguida como población autóctona.



En el sector oriental (Cantabria, Montaña Palentina y Montaña Oriental leonesa) se han localizado en 2007 tres osas con crías, cifra idéntica a las obtenidas en 2005 y 2006, y que demuestra igualmente una tendencia creciente de la pequeña población oriental cantábrica.

Las 18 osas localizadas en la población occidental se acompañaban de un total de 34 oseznos, mientras que las 3 osas de la población oriental sumaban 5 oseznos. Los datos de ambas poblaciones reflejan, especialmente en el caso de la occidental, que la evolución demográfica del oso cantábrico continúa siendo muy positiva, con tasas de crecimiento en los últimos años de hasta un 10% anual.

Otra información que corrobora la evolución favorable de la población es que también está aumentando la proporción de osas con tres crías y el tamaño medio de camada, que es de dos cacho-

leños, que circulaba con su coche por una tranquila carretera de montaña del asturiano Parque Natural de Somiedo, localizó en la cuneta a un oseznos que parecía aturdido y desorientado. En previsión de que el animal pudiera resultar accidentalmente atropellado tomaron una decisión arriesgada, contra natura, justo lo que nunca se debería realizar en condiciones naturales: capturar al pequeño oso, retirándolo de su hábitat y de la cercanía de su madre y hermanos, para entregarlo a los responsables ambientales. La actuación de aquellos sensibles excursionistas sería el comienzo de una bonita *historia de osos*, de la que todavía se están escribiendo sus primeros episodios. Efectivamente, como el reconocimiento veterinario demostraría, el oseznos tenía lesiones, provocadas bien por alguna caída o golpe natural, o bien por una colisión con algún vehículo, que de no haber sido tratadas a tiempo posiblemente habrían pro-



Patrullas de la Fundación Oso Pardo.

## 2008, el año del oso

Sin duda, la información más llamativa y esperanzadora sobre la especie conocida en 2008 ha sido la resultante del último censo de osas con crías —parámetro que se utiliza para evaluar la tendencia global demográfica—, el perteneciente a la temporada de cría de 2007. El número de osas con crías detectadas en el sector occidental cantábrico (Asturias, Alto Sil leonés y Ancares de Lugo) ha sido de 18, lo que supone una cifra récord desde 1989, cuando se iniciaron los censos coordinados y metódicos de osas con crías.

ros por hembra en la más próspera población occidental.

## Los riesgos de vivir en un entorno humanizado

Que 2008 ha sido el año del oso queda también corroborado por tres episodios oseros, nunca antes observados u ocurridos, y que vienen a mostrar la cara y cruz de la cada vez más compleja cohabitación entre osos y humanos.

El primero de estos acontecimientos tuvo lugar a finales del pasado mes de junio. Una pareja de excursionistas madi-

vocado la muerte del disminuido animal. Una vez conseguida la recuperación del cachorro —una oseznos, que sería bautizada con el nombre de *Villarina* por haberse localizado junto al pueblo somedano de Villarín—, había que decidir qué hacer con él. Lo más razonable parecía liberarlo en su medio, en el mismo lugar en el que fue encontrado, aunque era también una opción arriesgada, ya que la cría era de muy corta edad cuando se encontró —unos cinco o seis meses— y todavía completamente dependiente de los cuidados de su madre y de la convivencia con sus her-



Guardas de una patrulla de la Fundación Oso Pardo analizan unas huellas de oso en la nieve. En el centro, un ejemplar de oso cantábrico sorprendido en el bosque. Abajo, típico paisaje osero en el Parque Natural de las Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias (Asturias).



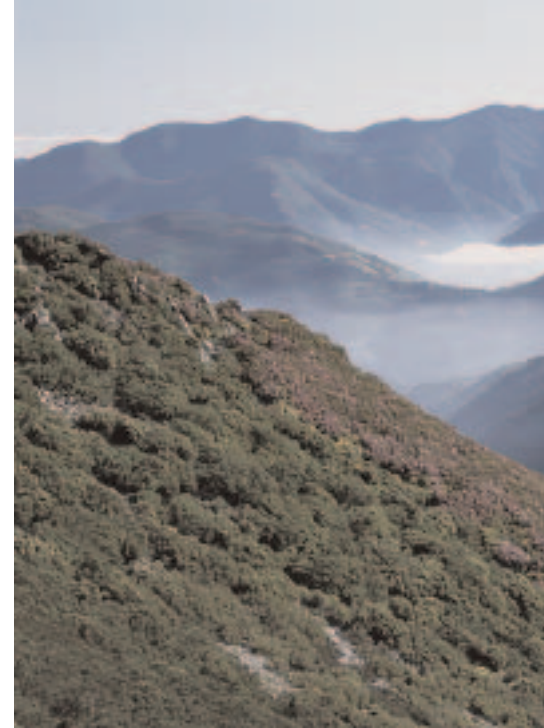
manos de camada, por lo que resultaba probable que no pudiera sobrevivir por su cuenta. La otra opción, quizá más segura para su vida, suponía en cambio encadenarla de una manera permanente a una existencia en cautividad.

Con el respaldo otorgado por las ONG conservacionistas y por los naturalistas y científicos estudiosos de la especie, la Administración del Principado adoptó la decisión más arriesgada pero que, si tenía éxito, sería a la larga la más favorable para el animal: devolverla a su hábitat. Así, se puso en marcha una experiencia, que posiblemente sea única en el mundo, de liberar en la naturaleza a un oseño con tan sólo unos diez meses de edad y después de haber tenido contacto con humanos —si bien éste fue mínimo, pues durante todo el periodo de recuperación se mantuvo al animal aislado de la presencia humana para evitar que se acostumbrase—. Nunca antes se había hecho este tipo de reintroducción ni se sabía si un cachorro de oso, que no ha visto aún completada su fase de crecimiento y aprendizaje junto a su madre —que suele prolongarse durante 16-18 meses— era capaz de sobrevivir por su cuenta. Pero

afortunadamente parece que sí, pues unos tres meses después de haber sido liberada sigue en perfecto estado, y eso a pesar del crudo invierno que le está tocando vivir. A principios de este año *Villarina*, que es controlada a diario por la guardería del Principado y de la Fundación Oso Pardo, mostraba el comportamiento propio de sus congéneres salvajes, y estaba acondicionando una cueva como osera en la que quizá se recluya a hibernar por unos días.

#### Lazos: trampas mortales

La caza del oso fue legalmente permitida hasta la década de los sesenta del pasado siglo, cuando la especie pasó a estar primero vedada y luego legalmente protegida. Desde entonces, se han seguido cazando osos de manera furtiva aunque afortunadamente las penas legales y, sobre todo, la sensibilización social, han acabado por erradicar prácticamente esta cacería. Pero eso no quiere decir que no sigan muriendo osos a causa del hombre, aunque sea de forma indirecta. En la última década han aparecido muertos en la Cordillera Cantábrica siete ejemplares por veneno y dos más por disparos. El veneno se dispone para acabar con los lobos (de mane-



ra totalmente ilegal), pero al ser un método no selectivo puede ser también consumido por los osos.

Igualmente se tiene constancia, por la observación periódica de osos mutilados o con amputaciones de alguno de sus miembros, de que los lazos pueden convertirse en peligrosas y a veces mortales trampas para los osos. En los montes cantábricos se usan todavía estos lazos de manera ilegal, y si bien se utilizan normalmente para cazar corzos o jabalíes,



## El mapa del oso cantábrico

La población occidental se extiende por unos 2.800 km<sup>2</sup>, desde los Ancares de Lugo, por el oeste, a través de las agrestes y boscosas montañas del suroeste de Asturias y del noroeste de León —comarcas de los Ancares leoneses y del Alto Sil—, hasta los valles de Babia y Omaña por la vertiente leonesa y las cabeceras del concejo de Lena en la asturiana. Aproximadamente el 70% de este área de distribución corresponde a Asturias. Su población está integrada por unos 100 ejemplares y es la que muestra una mayor pujanza demográfica.

Por su parte, la población oriental ocupa unos 2.100 km<sup>2</sup>, y de ellos algo más del 85% se localiza en territorio de Castilla y León. Los osos de esta población habitan el Parque Natural de Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina, entre las cabeceras de los ríos Carrión y Pisuerga, y, en menor densidad, se distribuyen también por la Montaña oriental leonesa, desde donde llevan a cabo incursiones por terrenos del Oriente de Asturias. Hay también una presencia osera continuada en los montes cántabros de Campo de Suso y Liébana, que colindan con Palencia y León. ■



**Mapa de distribución de las dos poblaciones oseras cántabras y del corredor interpoblacional que las separa.** Se indican los principales pasillos de comunicación que podrían utilizar los osos en función de la calidad del habitat.



principalmente estos últimos cuando causan daños en prados o cultivos, pueden ocasionar también la muerte accidental de otros animales y, entre ellos, el oso.

El pasado mes de agosto, un vecino del pueblo leonés de Páramo de Sil alertaba a una de las patrullas de vigilantes de la Fundación Oso Pardo de la observación de un ejemplar de oso que llevaba aferrado un lazo, que le constreñía la parte final del abdomen, a la altura de los riñones, y que le obligaba a caminar enco-

gido. También se apreciaba claramente la herida que, como un cerco alrededor de la cintura, había provocado la opresión y el roce del lazo. Era evidente que el animal había tenido la desgracia de caer en una de estas trampas y, aunque había conseguido arrancarla de su fijación, no había podido desprenderse de ella.

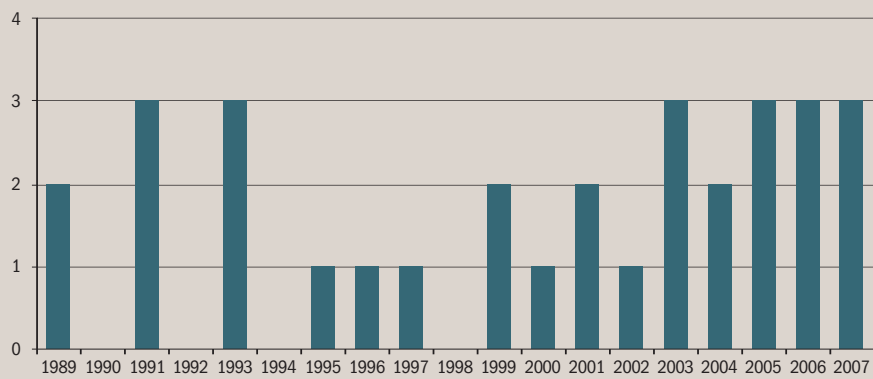
Este oso pudo ser seguido durante varios días, en los que se montó un complejo dispositivo para tratar de anestesiarle, retirarle el lazo y curarle. La ope-

ración no pudo culminarse con éxito y, tras varios días de seguimiento por las tierras fronterizas entre el Alto Sil leonés y el concejo asturiano de Degaña, se le perdió la pista. Nunca más se volvió a verlo y lo más probable es que jamás ya se le encuentre, al menos con vida. De su triste destino quedará el recuerdo de estas dramáticas fotografías, como fiel testigo de una amenaza oculta que puede haber acabado con la vida de muchos osos durante años.

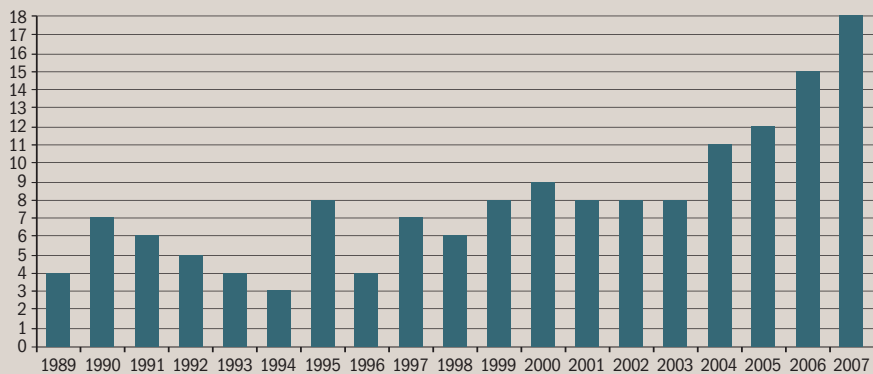


ELABORACIÓN FOP

**Número anual de osas con crías del año en la población oriental de la Cordillera Cantábrica (1989-2007).**



**Número anual de osas con crías del año en la población occidental de la Cordillera Cantábrica (1989-2007).**



FOP



Bosques en el alto valle del Pigüena (Parque Natural de Somiedo, Asturias), territorio de gran valor osero. Arriba a la derecha, huellas de oso en un robleal de la Montaña palentina. Arriba, ejemplar en el que se observa la herida causada por un lazo.

**La reunificación de las dos poblaciones, clave para la especie**

Una de las amenazas más importantes a las que se enfrentan todas las especies animales es la fragmentación de su hábitat. Por ello, si no hay más osos es en gran parte debido a que el hábitat favorable para la especie se encuentra cada vez más fragmentado o rodeado de ambien-

## Situación en los Pirineos

Con la muerte en noviembre de 2004 de Cannelle, la última osa autóctona de los Pirineos, a manos de un cazador francés, la población osera pirenaica original podía darse virtualmente por extinguida, dado que todos los restantes cuatro ejemplares nativos supervivientes eran machos.

Junto a estos *últimos de Filipinas*, tan sólo sobreviven otros 11-15 ejemplares, todos ellos de origen esloveno, procedentes tanto de una suelta inicial de dos hembras y un macho realizada en 1996-1997, como de otra más reciente efectuada en 2006 para reforzar la población tras la muerte de la última osa autóctona.

Hasta comienzos del siglo XX, el oso pardo ocupaba gran parte de los Pirineos. Por aquel entonces, se estimaba la existencia de una población de unos 200 ejemplares. Pero a partir de esa época, el declive de la especie ha sido inexorable y continuado ante la perseverante persecución humana, de forma que, a mediados de la década de los noventa, antes de la introducción de osos eslovenos, tan sólo sobrevivían 5 ejemplares.

Los 15-20 osos, entre autóctonos e introducidos, que viven

actualmente en esta cordillera ocupan de forma ya bastante continua gran parte de sus antiguos dominios, desde el valle de Roncal (Navarra) hasta la Cerdanya (Lérida-Gerona), aunque son los valles de Roncal, Ansó y Hecho (Huesca), Valle de Arán, y Pallars Sobirà (Lleida), las áreas más querenciosas y frecuentadas.

Sorprendentemente, mientras que los osos en la Cordillera Cantábrica son ejemplarmente protegidos y queridos por la población local, en los Pirineos su presencia es objeto de continuas polémicas y, en algunos casos, como en el Valle de Arán, existe una gran animadversión hacia la especie, en gran parte promovida por intereses poco claros. Además, resulta sorprendente que una población de osos tan pequeña sea protagonista de tantos incidentes, con dos ejemplares muertos por cazadores franceses en los últimos años y otro atropellado en una carretera francesa. Aunque ha sido sin duda el más reciente el que ha resultado más controvertido. El mediático caso del cazador aranés atacado por una osa durante una cacería demuestra a las claras que en los Pirineos queda aún mucha tarea de sensibilización que realizar antes de que se pueda lograr la definitiva restauración de su población osera. ■

tes humanizados. Un suceso, también único, ocurrido recientemente, ha venido a confirmar este razonamiento. A finales del pasado mes de octubre, un oso moría atropellado por un camión en la autopista A-6 a la altura de Trabadelo (León), no lejos de Villafranca del Bierzo, en lo que se trataba del primer caso comprobado de un oso muerto por esta causa en España. El desgraciado animal era un joven macho, que son los ejemplares que más se dispersan en busca de nuevos territorios y, por ello, los que suelen verse en áreas poco habituales para la especie, como es la comarca de El Bierzo.

Aunque este accidente demuestra de forma muy elocuente y directa cuál puede llegar a ser el impacto de la fragmentación y la transformación del hábitat sobre el oso, normalmente los efectos de esta amenaza no se manifiestan de una forma evidente, sino que actúan de manera oculta y larvada, por ejemplo a través del empobrecimiento genético de la población. Esto es lo que ha venido ocurriendo desde aproximadamente mediados del siglo pasado, cuando se produjo la fragmentación de la anteriormente úni-

ca población osera cantábrica en las dos subpoblaciones occidental y oriental actuales. Este aislamiento ha llevado a que esta última, integrada por apenas treinta ejemplares, tenga uno de los índices de variabilidad genética más bajo de todas las poblaciones oseras del mundo.

La fragmentación del área de distribución de los osos cantábricos se fraguó en torno al corredor de infraestructuras del puerto de Pajares y del entorno del Huerna, donde, en sucesivas etapas, se han ido estableciendo una carretera nacional, una autopista, una vía férrea tradicional y ahora también una línea de alta velocidad que está en fase de construcción. A ello añádanse explotaciones mineras y una estación de esquí, y no será difícil comprender por qué existe desde hace décadas este pasillo, de casi 50 kilómetros de anchura, que resulta inhóspito e infranqueable para los osos.

Conscientes de que a largo plazo éste será el principal problema de conservación de los osos cantábricos, la Fundación Oso Pardo ([www.fundacionosopardo.org](http://www.fundacionosopardo.org)) decidió embarcarse en un ambicioso proyecto para tratar de revertir los perniciosos efectos de esta

barrera. Tras realizar un estudio de este corredor interpoblacional, se ha comprobado que todavía existen algunos pasillos de hábitat que podrían permitir la comunicación entre las dos poblaciones, como ha quedado demostrado por el trasiego de algunos ejemplares machos en los últimos años, que han saltado de una zona a otra, tal y como demuestra su *rastreo* genético. La FOP ha recibido recientemente financiación del Programa LIFE+ de la UE para desarrollar en los próximos tres años el proyecto Corredores Oso, con el que se persigue facilitar la permeabilización de infraestructuras —para lo que la FOP ha firmado también convenios de colaboración con Adif y Ferrovial—, la regeneración forestal y la ordenación del uso y gestión del territorio. La tarea no es fácil y el reto es enorme, pero del resultado de este proyecto, para el que se cuenta también con la colaboración de las administraciones ambientales, puede depender la viabilidad genética a largo plazo de la población cantábrica de oso pardo, una de las más singulares y amenazadas de toda la amplísima área de distribución de la especie. ■

*El primer sincrotrón español  
entrará en funcionamiento  
en el 2010*

# La luz del ALBA



Complejo de Cerdanyola del Vallés  
(Barcelona), donde se ha ubicado el  
sincrotrón español, ALBA.

**Mientras los físicos celebran la puesta en marcha del mayor acelerador de partículas del mundo,** el LHC, que inició sus pruebas el pasado 10 de septiembre, buena parte de la comunidad científica española espera la llegada del ALBA, otro acelerador de partículas mucho más pequeño pero de un enorme valor científico, tecnológico e industrial por sus aplicaciones en las más variadas disciplinas. Se trata de una fuente de luz sincrotrón, un complejo de aceleradores destinado a proporcionar haces de luz muy brillante de casi todo el espectro, desde rayos infrarrojos a rayos X de alta energía, que permitirán realizar sofisticados experimentos. El amanecer, las primeras pruebas de este especial microscopio, está previsto para finales del próximo año. En el 2011 deberá estar iluminando la ciencia española a pleno rendimiento. ■ POR **Ignacio F. Bayo**, DIVULGA.



genes les abrieron la mente y les precipitaron hacia la gloria.

La luz es la principal fuente de conocimiento del exterior que tenemos, y los rayos X son una forma de luz invisible a nuestros ojos pero perceptible a través de sencillos mecanismos, como una placa fotográfica o un sensor. Su elevada energía les permite penetrar en la materia sólida y visualizar su estructura; y su extremadamente pequeña longitud de onda permite una gran resolución de la imagen, discriminando puntos separados entre sí por distancias nanométricas. No es de extrañar que los rayos X hayan protagonizado muchos otros momentos estelares de la ciencia desde su descubrimiento en 1896, ni que se empleen con profusión en numerosas actividades industriales y médicas.

Naturalmente, la capacidad iluminatoria de los rayos X depende de numerosos factores, como su frecuencia y la densidad y coherencia del haz de radiación que se utilice. A mayor frecuencia, mayor energía y menor longitud de onda (porque es función inversa de la frecuencia), es decir, mayor poder de discriminación. La región del espectro ocupada por los rayos X va desde 10 a 0,1 nanómetros, justamente el tamaño de los átomos y las moléculas más simples. De ahí su capacidad para distinguir la estructura íntima de la materia.

Los rayos X son emitidos por los electrones y otras partículas cargadas cuando se aceleran o impactan contra un blanco en presencia de un campo magnético. Y si los electrones recorren una trayectoria curva, por ejemplo al ser desviados por un campo magnético, se desaceleran y la energía cinética que pierden la emiten en forma de radiación X con dirección tangencial a la circunferencia que describen. En los aceleradores de los

laboratorios de física como los del CERN, donde se pretende acumular la mayor cantidad posible de energía en las partículas para que se desprenda instantáneamente en un determinado momento, esta desaceleración constante que sufren las partículas al curvarse es una fuente de problemas, porque exige inyectar cantidades equivalentes de energía, para compensar la pérdida, e incluso superiores para conseguir acelerarlas más. Pero esta misma radiación es la que se aprovecha en un sincrotrón.

Para ello es necesario disponer de adecuados sistemas que reciban y canalicen la radiación para la realización de los experimentos. Ésa es la clave de los sincrotrones. En lugar de los detectores donde se capturan las trazas de las fugaces partículas que nacen cuando colisionan los haces de un acelerador como el LHC, la infraestructura está destinada a recoger y dirigir la luz sincrotrón (esa potente radiación X) hacia los laboratorios donde se utilizará en los experimentos. Para ello, el rayo será focalizado y dirigido hacia el blanco donde se encuentra la muestra a estudiar.

El contenido del blanco depende del objetivo del investigador que esté realizando el experimento. Si es un químico puede que esté analizando con exactitud la composición de elementos de una sustancia o estudiando la interacción entre una capa superficial de un pro-

ducto (como un adhesivo, un lubricante o una pintura) y su sustrato. Si es un bioquímico su interés puede estar centrado en la determinación de la estructura de un fármaco o el estudio de las reacciones que produce sobre un tejido. Si es un biólogo molecular puede estar observando la

forma tridimensional de una proteína plegada o realizando un estudio funcional de una hormona. Si es un geólogo



Luz que emite un sincrotrón.

**L**A ANÉCDOTA ES BIEN CONOCIDA. EL 28 de febrero de 1953, James Watson y Francis Crick entraron en The Eagle, el pub de Cambridge donde solían alternar, gritando que habían descubierto el secreto de la vida, tras haber dado con la estructura tridimensional del ADN y deducido el mecanismo de la transmisión de los caracteres genéticos. Como Watson reconoció más tarde, la clave del hallazgo, quizá el más importante del siglo XX, se la proporcionó la observación sin consentimiento de unas *radiografías*, las imágenes de la molécula de ADN obtenidas por la cristalógrafa Rosalind Franklin mediante difracción de rayos X. Esas difusas imá-



Sincrotrón europeo ESRF, situado en Grenoble (Francia).

quizás esté analizando la composición de una muestra rocosa o su estructura cristalina. Si es un especialista en nuevos materiales su objetivo puede ser la determinación de impurezas en una aleación especial (como las que se usan en aviación o en equipos nucleares) o la localización de nanocristales en el interior de un material *composite* de estructura amorfa y dopado. Y si se trata de un ingeniero electrónico puede estar diseñando un chip o analizando la estructura de un semiconductor. Son sólo algunas de las posibilidades que ofrece la luz sincrotrón en la investigación científica y tecnológica, aunque también tiene utilidad en otras aplicaciones industriales y médicas, como la obtención de imágenes diagnósticas mucho más detalladas o la terapia de protones para tratar el cáncer.

Con una panoplia tan amplia de utilidades no es de extrañar que los dispositivos sincrotrón estén proliferando en todo el mundo, desde Estados Unidos a Japón, que cuentan con varias instalaciones, pero también en Canadá, Brasil, China, Taiwán, Corea, India, Tailandia y Singapur. Y en Europa, Suecia, Dinamarca, Italia, Rusia, Francia y Suiza que cuentan ya con uno, y Gran Bretaña que tiene dos (aunque el más antiguo de ellos, que databa de los años setenta y que fue el primero de los de segunda generación que se construyó, se cerró recientemente) y Alemania cuatro. Además, en Grenoble, Francia, se encuentra el ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), uno de los

## Iluminando el pasado

La luz sincrotrón también permite bucear en los entresijos del pasado. Una de las primeras incursiones en este ámbito fue el análisis de cosméticos del antiguo Egipto, desvelando su composición; otra, el estudio de un casco griego del siglo V a. C.; una más, el descubrimiento de 356 insectos de hace 100

millones de años, en el extraño mundo del Cretácico, que se encontraban ocultos en el interior de piezas de ámbar opacas y que pudieron ser observados con detalle sin necesidad de romperlas.

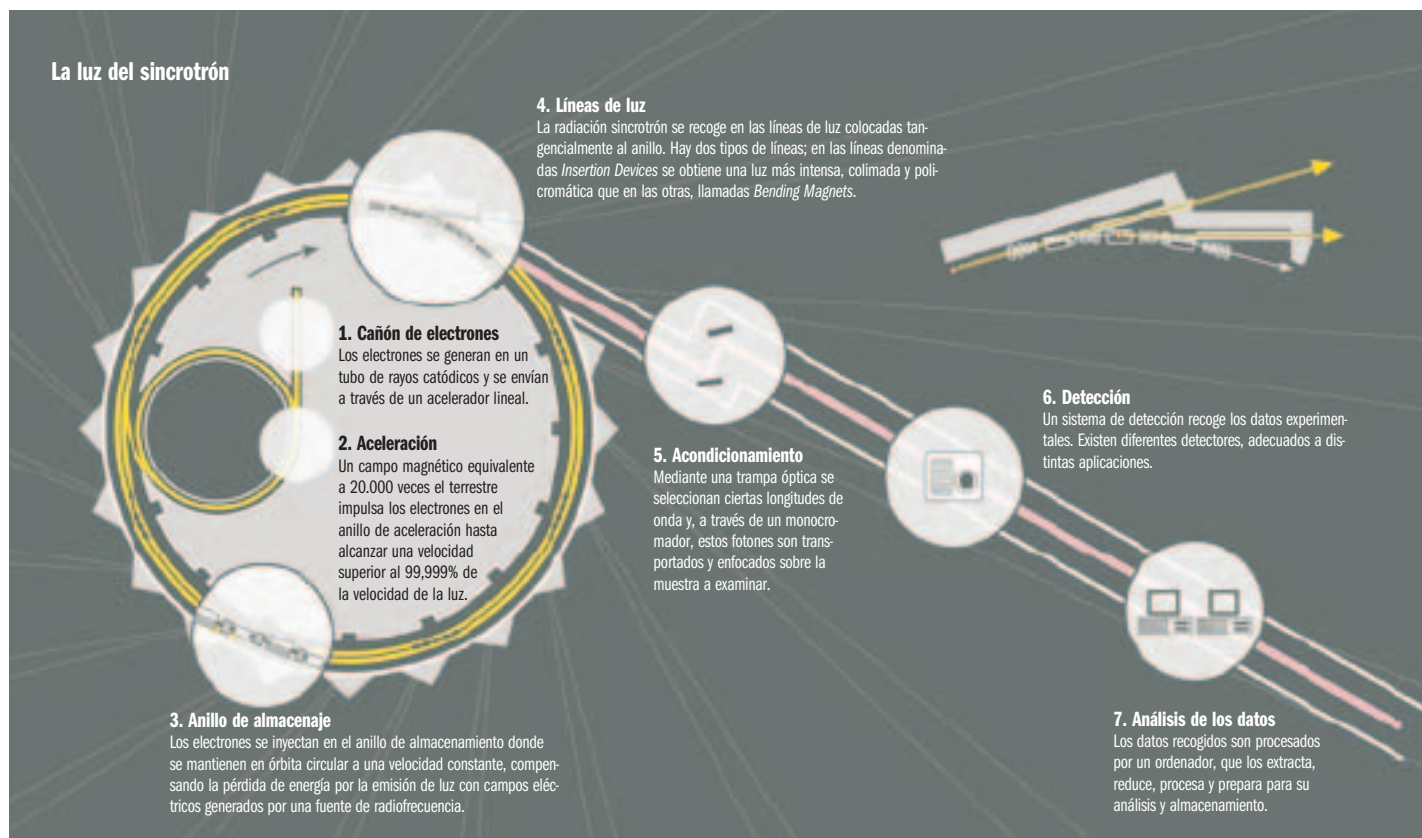
En todo el mundo empieza a haber una demanda creciente de tiempo de utilización de los sincrotrones por parte de historiadores, arqueólogos y conservadores de arte. Y entre

los pioneros de esta aplicación se encuentra el grupo de Trinitat Pradell, profesora del Departamento de Física e Ingeniería Nuclear de la Universidad Politécnica de Cataluña. “Empezamos en el año 2000, trabajando en un sincrotrón que hay en Daresbury, Inglaterra, pero ahora acudimos sobre todo al europeo de Grenoble y al de París”, explica. Pradell trabaja en el estudio de



Trinitat Pradell.

materiales antiguos, como los empleados por vidrieros, pin-



mayores y más veteranos del mundo, cuya propiedad corresponde a los 19 países socios del consorcio que lo explota, entre ellos España. Nuestro país dispone de dos líneas —SPLINE y la BM16— en el ESRF, y además los investigadores españoles pueden acceder a otras mediante la presentación de proyectos competitivos.

Obviamente, dado el elevado número de países que forman parte de esta instalación, las solicitudes para utilizar el medio centenar de líneas de luz de que

dispone el ESRF superan con mucho su capacidad. Por ello, la demanda por contar con un sincrotrón propio en nuestro país viene de antiguo. Los primeros tanteos se produjeron en 1990, cuando se propuso construir uno en Andalucía, al tiempo que en Cataluña empezaban a oírse voces demandando otro. La Generalitat nombró una comisión que estudiara el proyecto en 1992 y empezó a sembrar a largo plazo otorgando becas de formación de personal en los diversos aspectos que conlleva una ins-

talación de este tipo. Pero el trayecto resultó largo y tortuoso y hubo que esperar diez años, hasta 2002, para que se lanzase definitivamente el proyecto de construcción conjunta entre el Gobierno central y el catalán. Al año siguiente se creó el Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz Sincrotrón (CELLS), la entidad que promueve y gestiona el proyecto, mientras que la instalación en sí, el sincrotrón, fue denominado ALBA.

tores y ceramistas medievales. “La ventaja de la luz sincrotrón es que es muy intensa y brillante, que permite trabajar con muestras muy pequeñas y observar estructuras inferiores a la micra”. Con esta herramienta identifican los compuestos y determinan la estructura íntima de los materiales observados y con ello tratan de conocer la tecnología empleada.

“Nuestro interés —dice Pradell— ha estado muy centrado en el análisis de la cerámica islámica de reflejo metálico. Gracias a la luz sincrotrón hemos podido analizar las diferentes capas, algunas de un grosor inferior a una micra. Con ello podemos conocer la tecnología empleada, e incluso saber el artesano o el taller que la fabricó. Además, analizando

piezas de diferentes épocas hemos podido conocer cómo evolucionó la técnica del reflejo metálico desde el siglo IX hasta el XII”.

Ahora, su trabajo se dirige al análisis de pintura gótica catalana del siglo XIV, con un objetivo más histórico, ya que el conocimiento de las técnicas y los pigmentos empleados en diferentes obras permite establecer una

cronología de las obras analizadas y un mapa de relaciones de sus autores. Según Pradell, todavía son pocos los investigadores de estas áreas en España que se valen de la luz sincrotrón para sus trabajos. Puede que la llegada del ALBA abra nuevas ventanas hacia el mejor conocimiento de nuestra historia y de nuestro inmenso patrimonio cultural. ■



Interior del ALBA, acelerador español que se prevé que esté en funcionamiento en 2011.

Según su director Joan Bordas, “ALBA es una instalación de luz sincrotrón de tercera generación, con una energía de tres gigaelectronvoltios (GeV), cuyo objetivo es suministrar un flujo de alta densidad de fotones a las estaciones experimentales”. Aunque el anillo de almacenamiento, que es por donde circularán los electrones, se encuentra entre las instalaciones más bien pequeñas, ya que su circunferencia mide 270 metros, podría albergar hasta 33 líneas de luz para la realización de experimentos. No obstante, la inversión inicial se limitaba a un número de cinco, cantidad que posteriormente se incrementó hasta siete. Cada una de estas líneas está destinada a un tipo de experimentos, como microscopía, cristalografía de macromoléculas, difracción y dispersión de rayos X en materiales no cristalinos, espectroscopía, etc.

Según Bordas, el cambio se produjo por la considerable demanda que suscita ya la instalación. “A principios de 2004 se invitó a la comunidad española de usuarios de luz sincrotrón, a través de su asociación de usuarios (AUSE), a presentar propuestas para el conjunto inicial de líneas de luz en ALBA, y solicitaban 13 líneas. Tras ser evaluado por el Comité Científico Asesor se decidió aumentar la cifra hasta siete en la primera fase”, explica, añadiendo que “se

estudiarán nuevas peticiones para su uso y su justificación científica cada seis meses a partir de 2010”.

Para la ubicación del sincrotrón, cuyo presupuesto total actualizado asciende a 200 millones de euros, se escogió una zona cercana a la Universidad Autónoma de Barcelona, en Cerdanyola del Vallés, a un kilómetro del campus y a unos 25 del centro de la capital catalana. Antes de iniciar su construcción, se realizaron exhaustivos estudios geológicos para descartar cualquier problema imprevisto que pudiera afectar a la instalación o a los experimentos. Se estudió la composición del subsuelo, la estabilidad sísmica y los niveles de vibración del terreno, ya que la principal exigencia para poder operar adecuadamente es un nivel de vibración extremadamente bajo. El lugar escogido cumplía sobradamente las especificaciones exigibles al terreno, pero para conseguir aumentar la estabilidad, hubo que tomar medidas específicas al cimentar el edificio. Para la construcción, el terreno fue excavado y rellenado con dos metros de un tipo de grava especial, muy homogénea y compactada, encajonada entre dos capas de hormigón. Sobre esta cimentación se colocó una losa de hormigón de un metro de espesor, en forma de corona, construida en 20 segmentos.

Aunque el elemento clave de un sincrotrón es el anillo de almacenamiento, donde los electrones circulan a velocidades cercanas a la de la luz y emiten su ansiada radiación, la instalación precisa muchos otros elementos. De hecho, sus responsables hablan del complejo de aceleradores, ya que en total consta de siete sistemas: un acelerador lineal, donde se generan los electrones e inician su desbocada carrera; una línea de transferencia al siguiente elemento; una tercera etapa que se denomina *booster* y, haciendo honor a su nombre, es donde se incrementa su velocidad hasta alcanzar el 99,999% de la velocidad de la luz; luego los electrones pasan nuevamente a otra línea de transferencia que los introduce en el anillo de almacenamiento: finalmente se encuentran los sistemas de inserción y las salidas de luz. Se espera que la instalación esté en funcionamiento unas 6.000 horas al año.

Para la utilización de las mismas, las propuestas de uso que se presenten por parte de los grupos de investigación interesados serán evaluadas por dos comités de expertos internacionales en las áreas relevantes, “que realizarán una calificación basada exclusivamente en criterios de viabilidad técnica y de excelencia científica”, según Joan Bordas. La evaluación de propuestas se realizará cada seis meses.

Las primeras pruebas con el acelerador lineal se han efectuado en 2008 y para el año 2009 están previstas las pruebas con todo el complejo de aceleradores. En 2010 estará disponible para usuarios expertos en luz sincrotrón, y en 2011 se prevé que esté funcionando a pleno rendimiento y abiertas las siete líneas de luz a los usuarios cuyas propuestas hayan sido evaluadas por los comités técnicos como viables y dentro de la excelencia científica que se demanda. A velocidad de cruce la instalación multiplicará las posibilidades de realizar estudios sofisticados de un sinfín de grupos de investigadores españoles de todas las áreas. Quizás suponga ese nuevo empujón necesario para aumentar la cantidad y la calidad de nuestra ciencia y salir de las tinieblas en las que aún se mueve, alumbrada por el alba. ■

**Se ha dicho de ellas que son la subvención automática, no sujetas a condiciones presupuestarias ni a criterio restrictivo de ningún evaluador. Tampoco necesitan fiadores ni garantías** y van directamente a la cuenta de resultados. Son las más rentables de la OCDE y reducen la factura del Impuesto de Sociedades hasta en un 70% de la cuota íntegra... Sin embargo, las desgravaciones fiscales a la I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) siguen siendo grandes desconocidas para muchas empresas y están en proceso de desaparición si no se empieza a tomar más en firme este excelente instrumento financiero. ■ POR **Jesús Vicenti**, PERIODISTA Y ASESOR TECNOLÓGICO

*Hasta 2011 las empresas podrán optar por utilizar este instrumento puesto en marcha para potenciar la inversión en investigación y desarrollo.*

## Desgravaciones a la I+D+i: la subvención automática



**Rodrigo Rato y Pedro Solbes, dos ministros de Economía, dos épocas y dos maneras diferentes de entender las ayudas fiscales a la I+D: en el primer caso, desde el Impuesto de Sociedades, y en segundo, desde las cotizaciones a la Seguridad Social.**

**A**L MENOS, ÉSTA ES LA SENSACIÓN que llevó en noviembre de 2006 al Gobierno a ponerle plazo y lanzar una especie de ultimátum a las deducciones fiscales en la configuración aprobada en su día por Rodrigo Rato y Cristóbal Montoro, como ministros de Economía y Hacienda, y alentada por los responsables de Política Tecnológica (ministerios de Ciencia y Tecnología y de Industria), principales defensores de la desgravación fiscal como instrumento financiero para las inversiones en I+D+i. La argumentación del ministro de Economía, Pedro Solbes, para reformar el anterior sistema se basa en el uso relativamente pequeño que las empresas han hecho de esta deducción directa, como pone de relieve el informe presentado por la Subdirección de Política Fiscal y Financiación Autonómica, que concluye que sólo el 0,5% de las empresas, unas 6.000 compañías, se beneficia de tal instrumento.

Así las cosas, el Gobierno introdujo la alternativa de transformar la actual

## Investigación e innovación a efectos fiscales

De cara a la correspondiente deducción fiscal, es muy importante saber si estamos ante una inversión o un proyecto de I+D o si se trata de una acción de innovación; de ahí que la legislación intente definir con todo detalle posible las fronteras entre una y otra. El Decreto 4/2004, Regulador del Impuesto de Sociedades, establece lo siguiente en su artículo 35:

*“Se considerará investigación a la indagación original planificada que persiga descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico, y desarrollo a la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes”.*

Los porcentajes de deducción en este caso son del 30% sobre la cuota íntegra, mientras que en otros países, como Reino Unido y Dinamarca, se opta por reducir la base imponible o bien se imponen, como en Alemania o Finlandia, sistemas de amortización acelerada de activos. Pero, volviendo a la fiscalidad española, cabe aplicar deducciones adicionales del 20% para la actividad incremental —exceso de inversión sobre los dos años anteriores—, así

como para la contratación de investigadores cualificados o de universidades y centros de investigación. Expresamente se consideran también I+D los prototipos no comercializables, los proyectos de demostración, los muestrarios para lanzamientos de nuevos productos y la concepción de *software* avanzado.

En cuanto al concepto fiscal de innovación, introducido en muy pocos países y que acoge acciones como diseño industrial, ingeniería de procesos, adquisición de tecnología avanzada o certificación de normas ISO 9000 y similares, dice el mismo artículo: *“Se considerará innovación tecnológica la actividad cuyo resultado sea un avance tecnológico en la obtención de nuevos productos o procesos de producción o mejoras sustanciales de los ya existentes. Se considerarán nuevos aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieran sustancialmente de las existentes con anterioridad”.* Los porcentajes de deducción son del 10% con carácter general y del 15% si la innovación se encarga a universidades, organismos públicos de investigación o centros tecnológicos.

En el caso de que se hayan recibido subvenciones públicas —o préstamos con subvención equivalente— para unas y otras inversiones, la base de la deducción se minorará en el 65% de las subvenciones recibidas para ese periodo. ■

deducción directa de la inversión en el Impuesto de Sociedades en una bonificación de hasta el 40% de las cuotas por contingencias comunes a la Seguridad Social asociadas a los investigadores, sistema ya empleado en Holanda y Bélgica. En este momento, cualquier empresa puede optar por uno u otro modelo hasta que finalice en 2011 el periodo transitorio fijado, y durante el cual se irán aplicando coeficientes reductores del 85% en caso de optar por las deducciones fiscales.

### Treinta años de incentivos

Aunque ahora se revelan en todo su esplendor, especialmente después de las importantes reformas llevadas a cabo a partir de 2003, los incentivos fiscales a la I+D se remontan en España a la Ley 61, de 27 de diciembre de 1978, que introdujo las primeras deducciones a la inversión por este concepto en el Impuesto de Sociedades. Seis años des-

pués, en unos momentos verdaderamente difíciles para la industria nacional, la Ley 27/1984, de Reconversión e Industrialización, mejoró sustancialmente este incentivo fiscal y, sobre todo, incorporó la diferenciación entre activos intangibles y fijos.

Corrían ya los años noventa y se empezaba a hablar frecuentemente de I+D en los ambientes económicos. Fue entonces, concretamente a través del Real Decreto 1622/1992, cuando se aprobó un incentivo adicional para las empresas que hubieran mejorado sus inversiones en investigación y desarrollo durante los dos años anteriores, y cuyo exceso puede hoy alcanzar el 50% de deducción en la cuota íntegra.

La Ley 43/1995, de 27 de diciembre, institucionalizó y ordenó todas estas mejoras, así como las que cada ley de presupuestos iba incorporando año tras año, no sin eliminar toda discriminación entre activos fijos e intangibles, de manera

que la inversión en equipos o en calidad, tecnología o marca pasaban a ser una misma cosa siempre que se pudiera demostrar ante Hacienda que eran gastos asociados a inversiones en investigación y desarrollo.

En los años siguientes, la financiación pública de la I+D sufrió un importante cambio asentada en dos pilares básicos: la asignación intensiva de créditos blandos y amortizables en diez o quince años, y la mejora de los incentivos fiscales como ayuda adicional para proyectos innovadores. Se definió bien la frontera entre investigación y desarrollo e innovación y se mejoraron los porcentajes de desgravación. También se ampliaron los años de imputación de estos gastos a futuros beneficios, ya que la eficacia del instrumento dependía de los resultados positivos del ejercicio. Así, se estableció un plazo de hasta 15 años para la deducción de las inversiones actuales en ejercicios futu-

## Incentivos fiscales a la I+D+i

### 1. Investigación y desarrollo

Deducción General en la cuota íntegra	30%
Deducción por exceso sobre la media de gastos de los dos ejercicios anteriores	50%
Deducción adicional	
a) gastos de personal investigador	
b) proyectos contratados a universidades, OPIs* y centros de innovación tecnológica	20%
Inversiones en inmovilizado material, excluidos inmuebles y terrenos	10%

Ampliación del límite del conjunto de las deducciones para incentivar determinadas actividades al 50% de la cuota íntegra cuando la deducción de I+D y fomento en TICs exceda del 10% de dicha cuota

### 2. Innovación tecnológica

Deducciones para proyectos de innovación concertados con universidades, OPIs* y centros de innovación	15%
Deducciones para gastos de diseño industrial e ingeniería de procesos de producción	10%
Deducción, hasta un límite de 1 millón de euros, de los gastos de adquisición de patentes, licencias, diseños y <i>know-how</i> de tecnología avanzada.	10%
Deducción de gastos de certificación de normas de calidad (ISO 9000, GMP y similares)	10%

\* Organismos Públicos de Investigación



Con las desgravaciones a la I+D+i se pretende estimular el diseño de proyectos innovadores.

ros, lo cual resultaba particularmente útil en los años en que la cuenta de resultados no ofrecía rendimientos satisfactorios ni, por tanto, cuotas positivas en las que poder apalancar ningún tipo de deducción.

El Real Decreto Legislativo 4/2004, de 5 de marzo, por el que se aprobó el texto refundido de la Ley del Impuesto de Sociedades y que aún sigue vigente, recogió en su artículo 35 todo lo que la empresa debe conocer para poder obtener el máximo rendimiento a los incentivos fiscales a la I+D+i, y a lo que cabe añadir las deducciones adicionales (15%) a la incorporación de tecnologías de la información, Internet y comercio electrónico recogidas en el artículo 36.

### Nuevo escenario económico

La generosidad de estos incentivos fiscales llevó a la OCDE a considerarlos como los mejores potencialmente en el seno de la organización, si bien no llegaron a producir los efectos deseados a juicio del siguiente equipo económico al de la aprobación del mencionado texto refundido, y de ahí la importante modificación introducida por la ley 35/2006, de 28 de noviembre. Además de poner plazo al sistema de deducciones directas (2011), se introdujo la bonificación, ya mencionada, de cotizaciones a la Seguridad Social como mecanismo alternativo y capaz de generar un mayor grado de apalancamiento. En el año 2007 las deducciones por gastos e inversiones en I+D+i fueron de 376 millones de euros, y de 261 y 215 en 2006 y 2005, respectivamente. Según los datos facilitados por el INE, la inversión empresarial en concepto de I+D+i supera anualmente los 6.500 millones de euros.

Para no cerrar la puerta del todo al modelo actual, la Ley 35/2006 se reserva la posibilidad de llevar a cabo, durante el segundo semestre de 2011, un estudio que dictamine sobre la eficacia o no de las diferentes ayudas a la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica vigentes durante el periodo transitorio 2007/2011, para adecuarlas, literalmente, a las necesidades de la economía española.

La crisis económica por la que atraviesa la economía mundial, y desde luego también la española, da, por otra parte, un nuevo enfoque a este régimen de deducciones directas, ya que los presupuestos públicos serán menos expansivos, con el fin de contener el gasto y el incipiente déficit que vuelve a asomar. Los presupuestos de investigación y desarrollo van a sufrir también una cierta contención, de manera que será difícil que sigan creciendo al ritmo del 25% anual como lo ha venido haciendo en los últimos años. En este nuevo escenario, las empresas e instituciones más comprometidas con la innovación se encuentran con una vía de subvención adicional a través de las deducciones fiscales, ya que en este caso no existe servidumbre alguna con los límites presupuestarios ni las políticas de contención. La deducción será tan amplia como lo sean las correspondientes inversiones en investiga-

ción, desarrollo e innovación, lo cual siempre es una buena noticia en épocas de vacas flacas.

La introducción de esta variable económica inesperada hace dos años, al menos con la intensidad con que se está viviendo, configura un nuevo y muy distinto escenario a la hora de tomar la última decisión sobre el futuro de las deducciones fiscales y sobre la conveniencia o no de derogar el artículo 35 de la Ley del Impuesto de Sociedades.

#### Informes vinculantes.

Dentro de esta secuencia de mejoras recientes de la fiscalidad aplicable a la actividad investigadora ocupa un lugar muy significativo la introducción, en el año 2003 (Real Decreto 1432/2003), de los informes motivados vinculantes para la Administración Tributaria. Fue la consecuencia de una vieja reivindicación de los responsables de política

tecnológica, y también de la propia industria, para garantizar la naturaleza de la inversión ante los inspectores de Hacienda. Las competencias para la emisión de tal informe vinculante le fueron otorgadas entonces al Ministerio de Ciencia y Tecnología, y posteriormente a los ministerios de Industria (2004) y de Ciencia e Innovación, tras la reestructuración del Gobierno llevada a cabo al comienzo de la actual legislatura. El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), ahora en la órbita del Ministerio de Ciencia e Innovación, el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE) y la Oficina Española de Patentes y Marcas poseen también competencias en este campo, en el marco de su ámbito de actuación.

El procedimiento nace con la solicitud de la empresa de tal informe ante la unidad administrativa correspondiente, que le va a exigir a su vez la aportación

## De vuelta por la OCDE

Según un reciente informe de la OCDE (*Science, Technology and Industry Scoreboard 2007*), los incentivos fiscales en I+D están aumentando entre los países miembros de la organización —que es tanto como decir en la mayor parte del mundo industrial—, en tanto que bajan las subvenciones directamente otorgadas a las empresas. En algunos países como Holanda, Irlanda y Australia, llegan incluso a superar a las subvenciones públicas directas. La financiación directa, concluye el informe, alcanzaba en 1995 una media del 11% sobre el gasto en I+D de las empresas, pero en 2005 había descendido hasta el 7%.

Éste es un rápido resumen de la oferta fiscal a la actividad innovadora en los diferentes países de la OCDE, que reviste muy diversas modalidades: deducciones generales en la cuota íntegra o en la base imponible del Impuesto de Sociedades, bonificaciones sobre el incre-

mento de inversión en I+D y sobre el pequeño o mediano tamaño empresarial, amortización acelerada de maquinaria y equipos destinados a I+D, créditos fiscales y algunos otros de carácter más excepcional, entre los que se encuentran las bonificaciones parafiscales de las cotizaciones a la Seguridad Social.

#### ■ Alemania

Amortización acelerada hasta un 20% para maquinaria y equipos destinados a I+D.

#### ■ Australia

Deducciones sobre la base de hasta un 175% de las inversiones.

#### ■ Austria

Deducciones generales del 25% y del 35% del exceso incremental de los tres años anteriores.

#### ■ Bélgica

Deducciones del 14,5% de ciertas inversiones en I+D y medio ambiente. Alternativa entre créditos fiscales o deducciones directas. Bonificaciones en el 50% de las cuotas de Seguridad Social.

#### ■ Canadá

Deducciones de entre el 20% y el 35% sobre la cuota.

#### ■ Dinamarca

Reducción de hasta el 150% de gastos sobre la base imponible.

#### ■ España

Deducción general del 30% sobre la cuota y del 50% incremental (2 años), más 20% si se contratan investigadores externos o centros tecnológicos y organismos de investigación. Entre el 10% y el 15% para gastos de innovación. Como alternativa, cabe bonificar un 40% las cuotas de investigadores en la empresa hasta 2011, año en que se revisará el sistema.

#### ■ Estados Unidos

Deducciones del 20% sobre el exceso de gastos incrementales (4 años).

#### ■ Finlandia

Amortización acelerada del 30% para gastos de I+D.

#### ■ Francia

Deducción general de la cuota en un 10% y en un 40% sobre del exce-



Los incentivos fiscales persiguen que aumente el número de investigadores contratados por las empresas.

so incremental (2 años). Exención del Impuesto de Sociedades para jóvenes empresas innovadoras durante 3 años y del 50% en los dos siguientes, así como de las cuotas empresariales a la Seguridad Social durante 7 años.

#### ■ Holanda

Bonificación del 42% de los primeros 110.000 euros del coste de los salarios de I+D y del 14% por encima de este valor.

#### ■ Italia

Deducciones de hasta el 30% sobre la cuota y amortización acelerada de activos.

#### ■ Irlanda

Desde 2004 existe la figura del crédito fiscal: 20% en construcciones e infraestructuras y 20% del exceso incremental (1 año). Exención de ingresos derivados de patentes y libertad de amortización para gastos de I+D.

#### ■ Japón

Deducciones de entre 32% y 42% (pymes) sobre la cuota del impues-

to de beneficios empresariales. Créditos fiscales de hasta el 12% del gasto en I+D y deducciones del 12% del impuesto social corporativo local, más un crédito adicional si el gasto en I+D supera la media de los dos años anteriores.

#### ■ Noruega

Deducciones sobre la cuota de hasta el 25% con un límite de 540.000 euros.

#### ■ Portugal

Desde 2006 existe un sistema fiscal para I+D muy similar al español, y por influencia de éste: deducciones generales de hasta el 35% y del 50% para el exceso incremental (2 años).

#### ■ Reino Unido

Reducción de hasta el 150% de la base imponible sobre los gastos de inversión en I+D. Créditos fiscales adicionales y amortización acelerada de hasta el 100% de los activos.

#### ■ Suecia

Amortización acelerada del 30% de los activos. ■

de un informe técnico emitido por una entidad acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), y que se pronunciará sobre la naturaleza y cuantía de la inversión. Hasta la fecha, ENAC ha acreditado a diez entidades para este fin, unas públicas y otras privadas: AIDIT, AENOR, Cámara de Comercio de Madrid, FITSA, EQA, ACIE, Innovamar, IVAC, IMPIVA y ECA Certificación.

A la vista de este informe técnico —llevado a cabo por expertos de seis dígitos del código de conocimiento establecido por la UNESCO—, el Ministerio de Ciencia e Innovación emite un informe motivado final que posee carácter vinculante ante la Administración Tributaria, lo que significa que no podrá cuestionarlo en ninguno de sus términos, sino tan sólo limitarse a comprobar, mediante las correspondientes facturas, que la inversión fue efectivamente realizada y que procede, en consecuencia, aplicar las deducciones previstas en el Impuesto de Sociedades.

Inicialmente los informes motivados podían ser de tres clases y con tres finalidades distintas, según fueran empleados para deducciones fiscales, consultas sobre aplicación de normas o adopción de acuerdos previos de valoración. Tras la reforma introducida en el año 2006, los informes también pueden ahora pronunciarse sobre el cumplimiento de los requisitos científicos y tecnológicos del personal investigador, a los efectos de la aplicación de las correspondientes bonificaciones en la cotización de la Seguridad Social.

De cara al futuro, y al margen de que se imponga finalmente un sistema de incentivos a través del Impuesto de Sociedades o a través de bonificaciones en las cuotas de Seguridad Social, el Gobierno propone nuevas fórmulas adicionales como la tributación sólo parcial (50%) de los ingresos procedentes de la cesión de licencias o patentes. Entre las empresas tecnológicas, que ya empiezan a acusar también el frenazo de la demanda en los mercados, parece que hay unanimidad en una idea: toda ayuda será poca. ■



Estatuas de hielo que representan el poco tiempo que queda para llegar a un acuerdo sobre el clima (Internóm/Oxfam).

*A lo largo de este año deberán fijarse los objetivos del Protocolo de Copenhague, que guiará la lucha contra el cambio climático a partir de 2013*

## En camino

**La Cumbre del Clima celebrada en diciembre pasado en la ciudad polaca de Poznan ha sido más fructífera y concreta de lo que se esperaba. La XIV Conferencia del Cambio Climático,** que era considerada de *transición* hasta la próxima cumbre de Copenhague prevista para finales de este año, ha sido crucial pese a celebrarse en un país como Polonia, ajeno al reto de la batalla contra el calentamiento global. ■

POR **Gustavo Catalán Deus**, CORRESPONSAL MEDIOAMBIENTAL DEL DIARIO 'EL MUNDO'

EN LA XIV CONFERENCIA DE CAMBIO Climático, celebrada en la ciudad polaca de Poznan a mediados de diciembre, la Unión Europea siguió ejerciendo su liderazgo en el combate global contra este fenómeno: los Veintisiete aprobaron y anunciaron en Poznan su plan *20 por 20 por 20* que ejerce de buque insignia en la lucha por el clima. Por otro lado, una decena de países emergentes, entre ellos las economías más pujantes, presentaron sus planes de mitigación voluntaria de sus propias emisiones. Y finalmente, se adoptaron borradores de trabajo para, a lo largo de 2009, cerrar

el que será el *Protocolo de Copenhague*, que sustituirá al de Kioto cuando expire éste el 31 de diciembre de 2013.

También en Poznan hubo frenazos a algunas de las negociaciones en marcha, como el muy importante Fondo de Adaptación, una herramienta financiera básica para ayudar a los países más pobres y en mayor riesgo de sufrir los embates del cambio climático en forma de huracanes, subida del nivel del mar, sequías o lluvias torrenciales.

Entre los aspectos más oscuros estuvo, una vez más, el papel de EE.UU. La delegación estadounidense brilló ésta

vez por su inexistencia en el gran recinto ferial de Poznan. Los jefes de la delegación de EE.UU., Paul Watson y Paula Dobriansky (conocida como “la mujer de hielo” entre los delegados mundiales) no exhibieron en esta ocasión sus facultades obstruccionistas de los últimos siete años. Atados por su condición de funcionarios en funciones de la Administración saliente de EE.UU., estuvieron como ausentes.

No fue así el papel de otros dos estadounidenses, Al Gore y John Kerry, que hablaron —y muy alto—, de otra visión de la sociedad de EE.UU. diametral-



# hacia otro Protocolo de Kioto

mente distinta a la del ya ex presidente George Bush, quien siempre ha negado el cambio climático, no quiso ratificar el Protocolo de Kioto y puso todos los obstáculos posibles al camino de la comunidad internacional de combatir el cambio climático.

En vista de los escasos resultados que se esperaban del encuentro de Poznan, la Unión Europea (UE) hizo coincidir su Consejo de Europa del final de la presidencia francesa, con el último día de la cumbre climática. La finalidad era dar una señal firme de liderazgo, ante la previsible ausencia de acuerdos. Fue así como en la mañana del viernes 14 de diciembre, los Veintisiete aprobaron el Paquete Clima-Energía, en el que se fijaron los objetivos de reducir un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero, llegar al 20% de la producción de energía con fuentes renovables y ahorrar un 20% del consumo energético, para el año 2020.

La apuesta comunitaria va mucho más allá en otros capítulos y deja abier-

ta la puerta a ampliar más el rango de reducción de emisiones —hasta cifras del 30% para 2020—, si otras potencias económicas les acompañan en el viaje. De esta manera, la UE da una señal clara de que, pese a la crisis financiera y económica mundial, la apuesta es la de transformar la sociedad actual dependiente de las energías fósiles y de paso paliar los efectos más devastadores del cambio climático en curso.

La decisión de Bruselas llegó a Poznan a tiempo para que las señales de otros países brillaran en la sesión final de la cumbre. Una decena de países emergentes presentaron sus planes voluntarios de reducción de emisiones y anunciaron sus compromisos, tan importantes o más que los de la UE. Así, China, la nueva gran potencia económica mundial, presentó más de doscientas medidas encaminadas a reducir sus emisiones, transformar los procesos industriales más derrochadores de energía y llevar a cabo el plan de reforestación más ambicioso nunca acometido por un país. Chi-

na se ha revelado como una nación que sí cree que el cambio climático es una amenaza para todos y para ellos en particular. Su vital presencia en Poznan estuvo avalada por una representación diplomática muy activa, presente en todos los foros y encuentros.

Otro tanto cabe decir de la India. Aunque este país todavía se enfrenta al reto de dar electricidad a 500 millones de sus habitantes, ya piensa en las adversidades de un crecimiento alocado y derrochador, que terminaría dejando casi sin agua los ríos que la alimentan que nacen en las cumbres del Himalaya, cada día con menos glaciares. La patria de Rajendra Pachauri, premio Nobel de la Paz 2008 por su labor al frente del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), ha comenzado a hacer sus deberes en la misma línea multilateral que las 192 naciones firmantes del Convenio Mundial de Cambio Climático (CMCC). Sus compromisos públicos son los de incrementar las energías renovables, planes de ahorro y eficien-



**Ricardo Lagos, ex presidente de Chile, y actualmente embajador especial del secretario general de la ONU para el Cambio Climático. En Poznan actuó para facilitar la negociación.**



**De izquierda a derecha, el secretario de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), Yvo de Boer; el primer ministro polaco, Donald Tusk, y el ministro de Medio Ambiente de Indonesia, Rachmat.**

cia energética e investigar en las nuevas tecnologías necesarias para este siglo.

Brasil, la nueva gran potencia de Iberoamérica, anunció su proyecto de reducir de aquí a diez años un 70% la deforestación de la selva amazónica. No es algo baladí, puesto que el 20% de las emisiones planetarias de CO<sub>2</sub> provienen de la destrucción, tala y quema de los bosques tropicales, para destinar esas tierras a cultivos agrícolas. El ahorro en emisiones

que puede significar el plan brasileño tendrá enormes dividendos en el esfuerzo global.

México también ha aportado su grano de arena presentando su plan de reducción de emisiones en un 50% para el año 2050, en un ejemplo de compromiso con el clima hasta ahora desconocido, teniendo en cuenta que México todavía se enfrenta a grandes retos del desarrollo de su economía y sus ciudadanos.

Chile sigue los pasos a México en una carrera en la que también participan Argentina o Indonesia. Los anuncios de estas naciones se verán respaldados dentro de un año por otros países que consideran que pese a no haber contribuido al actual calentamiento, asumen que es una batalla en la que deben de estar todos los que puedan.

De hecho, los países del Anexo II del CMCC, es decir todos los que no estaban industrializados cuando se firmó en 1992 en Río de Janeiro, han aceptado un borrador de trabajo para discutir el nuevo Protocolo que nacerá en Copenhague. Ese escenario contempla que estos más de 150 países, entre ellos los más pobres de la Tierra, acepten reducir voluntariamente sus emisiones a partir de 2013 en un rango de entre el 15% y el 30%, para 2020.

A cambio, los países del Anexo I —las 40 economías industrializadas, entre ellas España—, tendrán que reducir sus emisiones para 2020 entre un 25% y un 40%. Es decir, el compromiso todavía en discusión va más allá de lo aprobado por la UE, en diciembre.

El objetivo del esfuerzo de unos y otros es detener la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera a 450 partes por millón (ppm). Situarlo en ese nivel garantizaría probablemente que el clima de la Tierra no subiría más de 2,5 grados centígrados, lo que ya traerá numerosos fenómenos adversos, pero en los que será posible que la economía mundial pueda adaptarse. Actualmente, la concentración de CO<sub>2</sub> es de 383 ppm, el nivel más elevado de los últimos 650.000 años.

Si la comunidad internacional logra ponerse de acuerdo, dentro de diez meses en Copenhague se habrá dado un paso de gigante en la lucha por el clima. Pero no estará suficientemente conforme con los criterios de los científicos del IPCC. El IV Informe del mayor sanedrín de sabios nunca reunido, con más de 4.000 expertos, deja bien claro que el cambio climático ha comenzado y que detenerlo en los niveles antes descritos necesitará dejar de emitir carbono a la atmósfera para el año 2050. De otra manera, el planeta se puede convertir literalmente en un infierno,

## Las doce plagas del cambio climático

Enfermedades como la gripe aviar, el ébola, el cólera o la tuberculosis se propagarán aún más por el mundo como resultado de la subida de las temperaturas, a consecuencia del cambio climático. En el Congreso Mundial de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) que se celebró el mes de noviembre en Barcelona, se presentó un informe de expertos en salud de todo el mundo, en el que se advirtió de las consecuencias que este fenómeno acarrea para la sanidad mundial. Estas son las doce plagas que se extenderán en las próximas décadas:

- Gripe aviar: tiene su origen en las aves silvestres, pero se propaga con facilidad a las aves de corral. De ahí a los humanos, donde ya se han registrado un centenar de muertes.
- Cólera: enfermedad diarreica causada por una bacteria en el agua y que afecta al mundo en desarrollo.

- Ébola: una enfermedad infecciosa de las más letales, que provoca fiebres hemorrágicas. Es altamente contagiosa y mortal, y afecta a los primates y al hombre.
- Parásitos intestinales y externos: se propagan en ambientes acuáticos y terrestres y se incrementa con el aumento de las temperaturas.
- Borreliosis: enfermedad propagada por una garrapata, de muy difícil diagnóstico.
- Peste bubónica: causada por una bacteria presente en pulgas y ratas. Es de las más antiguas y de las que más víctimas ha provocado en el pasado.
- Marea roja: proliferación de algas marinas que producen toxinas que pueden llevar a la muerte.
- Fiebre del valle del Rift: enfermedad viral de la ganadería que provoca hambrunas en regiones de África y Asia.
- Enfermedad del sueño: un parásito que propaga la mosca tse-tsé, causa una elevada mortandad entre el ganado y la población.
- Tuberculosis: en avance en todo el mundo entre la población y la ganadería.
- Fiebre amarilla: causada por un virus propagado por mosquitos, se extenderá a amplias regiones con el incremento de las temperaturas.
- Babesiosis: enfermedad parasitaria similar a la malaria, que afecta a la ganadería y a los animales domésticos con riesgos para la salud humana.■

GUSTAVO CATALÁN



**La compañía alemana BMW presentó su coche de hidrógeno de alta gama en el recinto ferial de Poznan.**

con subidas de temperaturas de más de seis grados centígrados, algo insostenible para la mayoría de los seres vivos que nos acompañan en este largo viaje de la Tierra por el Universo, que ya dura 4.500 millones de años.

Pero los objetivos demandados por los científicos y la inmensa mayoría de la comunidad internacional no funcionarán si la mayor potencia económica no se sube al mismo barco. EE.UU. es responsable del 25% de las emisiones de efecto invernadero. Es decir, que si ellos no participan, como hasta ahora viene ocurriendo, nunca se alcanzarán las cero emisiones necesarias para volver a equilibrar la atmósfera en los niveles en los que el *Homo sapiens* ha podido prosperar y fundar civilizaciones.

La llegada de Obama a la Casa Blanca ha sido un rayo de esperanza en este sentido. Pero hasta ahora sólo ha habido declaraciones de intenciones no muy avanzadas, nombramientos con buen sentido y mucha esperanza. EE.UU. lleva un retraso de una década no sólo en la lucha contra el calentamiento, sino en la tecnología que ayudará a conseguirlo. El tren de la investigación en este sector se detuvo hace tiempo en ese país, y la UE y muchos otros países le han adelantado en su antiguo liderazgo. De Obama depende ahora casi todo, incluso la supervivencia de EE.UU. como la economía más pujante.

Como muestra de este descarrilamiento de la locomotora de Bush y sus predecesores, baste señalar que la Agencia Mundial de las Energías Renovables no

irá a EE.UU. Su sede estará en Dinamarca, Alemania, Austria o España, países que se postulan para alojarla presentando su contribución tecnológica a la energía del futuro. En este sentido, nuestro país es líder como desde hacía siglos no lo era. Triplicamos la potencia generadora de energía fotovoltaica de nuestro seguidor, Alemania, y tenemos ocho veces más que EE.UU. Somos segundos en energía eólica a muy corta distancia de los germanos. Las empresas españolas tienen una cartera de pedidos a corto y medio plazo a lo ancho del mundo, envidiable.

No obstante hay sitio para todos. Sería deseable que EE.UU. se sumara al tren del clima y volviera a liderar esta batalla incruenta, pero esencial. Su potencial investigador y tecnológico les podría volver a situar en cabeza en pocos años. Aunque nos arrebatan ese liderazgo que ahora tenemos y del que tan orgullosos debemos sentirnos, el planeta necesita que EE.UU. dispare, esta vez sí, los misiles por el clima. ■

**Hoy se licencian en Matemáticas más chicas que chicos, pero sólo el 30% de ellas llega a doctorarse.** Y sólo el 13% de los proyectos de investigación están dirigidos por matemáticas. En este texto, cinco investigadoras españolas de primera fila internacional explican el día a día de un trabajo que les apasiona.

■ POR **Mónica Salomone**, PERIODISTA CIENTÍFICA.

*Las expertas en ciencias exactas constituyen la cara menos conocida de la investigación de élite de nuestro país*

## Matemáticas españolas

**M**ATEMÁTICOS ESPAÑOLES: HABERLOS LOS HAY, Y MUY BUENOS, pero hace falta estar dentro del *mundillo* para conocerlos. Y el fenómeno es más acusado aún con las matemáticas. Ninguna de ellas tiene ese cierto reconocimiento social que probablemente merecería por su currículum, por sus contribuciones a las matemáticas en un plano internacional. Pero lo cierto es que la trayectoria de muchas de ellas es brillante.

Todas tienen en común la pasión por su trabajo y su ciencia. Todas conocen el placer de enfrentarse a un problema difícil, y saben lo que se siente al resolverlo. Todas viven las matemáticas como una ciencia global, algo que se construye entre muchas mentes repartidas por el planeta que de vez en cuando se emparejan para pensar juntas.

Y el hecho de ser mujer, ¿es todavía un *hecho diferencial*? ¿Es diferente un investigador en matemáticas a una investigadora? Aquí las respuestas varían. Ninguna detecta, al menos en la España actual, un problema de discriminación flagrante. Pero Ana María Mancho sí tiene la sensación “de que para llegar al mismo punto una mujer tiene que trabajar el doble que un hombre”.

---

**María Jesús Carro**

*La felicidad que dan los problemas*

**M**aría Jesús Carro, de la Universidad de Barcelona, acaba de llegar de Kansas, donde ha pasado seis meses investigando y con su familia: “Una experiencia maravillosa”. Y un paréntesis para hacer sólo ciencia, tras casi tres

años como coordinadora del área de matemáticas de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) —donde se evalúan los proyectos de investigación de los matemáticos españoles y se les adjudica financiación—. Ese puesto ha dado a Carro, de 47 años, perspectiva para opinar sobre el trabajo de sus colegas: “Ahora valoro mucho más lo que hay. Creo que las matemáticas españolas han avanzado muy rápido y bien”.

El ajuste entre gestión, investigación y docencia exige una jornada de trabajo “muy organizada”. “Pero no ha sido complicado estos años. Para mí el trabajo es una fuente importante de satisfacciones”, afirma Carro. Ella trabaja en Análisis Armónico, un área de las matemáticas *puras* que sin embargo ha resul-

$$e^{\pi i} + 1 = 0$$

tado esencial para —por ejemplo— la transmisión de señales. “También se han usado técnicas de análisis armónico en películas de animación como *Toy Story*, o para analizar imágenes médicas...”, explica Carro. “Pero yo soy de matemática fundamental. Disfruto pensando sobre los problemas”.

Tiene, como muchos matemáticos, un problema favorito, “el que a mí me gustaría resolver”, explica. “Lleva encima de mi mesa ocho años. Le dedico tiempo, pero no me encierro. Tengo vida social, amigos... Es un problema que lleva abierto desde los años sesenta, y hay gente muy buena trabajando en él”. ¿Siente la competencia, los codazos? “No. Desde luego me encantaría resolver este problema yo, pero también me gustaría que alguien lo resolviera, sim-

plemente. Verlo resuelto. No tengo necesidad de ser la primera”.

Como para sus colegas en este reportaje, el trabajo de Carro no es solitario. La colaboración, o simplemente la interacción con otros científicos, da ideas, abre nuevos caminos, independientemente de la geografía. Además de en su propia universidad, Carro tiene colaboradores en Estados Unidos, Francia, Italia, Suecia, Chequia, Bulgaria... Las matemáticas no tienen fronteras.

#### Consuelo Martínez

*“Puedes estar comiendo y se te ocurre una idea...”*

Consuelo Martínez, de la Universidad de Oviedo, ha disfrutado cada una de las etapas de su carrera. Pero

especialmente la actual. Ahora, con 53 años, combina las clases con la investigación y la gestión pero “sin la presión de buscar la estabilidad, ni de publicar deprisa... hago las cosas cuando de verdad me gusta, de forma más relajada”. Trabaja en criptografía, en el desarrollo de herramientas matemáticas para proteger la seguridad de las comunicaciones, pero su campo original está dentro del Álgebra y en él colabora con —entre otros— el matemático ruso afincado en Estados Unidos Efim Zelmanov, premiado con la medalla Fields —el equivalente al Nobel en matemáticas—. Precisamente su última estancia en el extranjero ha sido con Zelmanov, en Corea. “En las salidas es cuando mejor se puede investigar, sin distracciones”, afirma.



María Jesús Carro.



Consuelo Martínez junto al matemático Efim Zelmanov.

A todo esto, ¿cómo se investiga en matemáticas? “Hay un trabajo de pensar independientemente, cada uno por su lado, y luego hay un proceso de puesta en común, como quien desenrolla un ovillo. Pero trabajas en cualquier momento. Puedes estar comiendo y se te ocurre una idea...”

En la Universidad de Oviedo Martínez da clase en los cursos primero y tercero, y vive de forma directa una *crisis de vocaciones* que alarma a la comunidad científica en general y a la matemática en particular: el número de estudiantes de matemáticas ha bajado mucho, hasta el punto de que muchos temen que no esté asegurado el relevo generacional dentro de diez o quince años: “Los mejores alumnos se van a carreras con más brillo social”. En cualquier caso a ella le gusta “intentar que los alumnos piensen, que no apliquen una receta, sino que busquen ellos la solución a los problemas”. Dice que no es fácil: detecta —y en esto coincide con María Jesús Carro— cierto desinterés y, sobre todo, falta de cultura del esfuerzo. “Para destacar en matemáticas hace falta tener capacidad. Pero para hacer matemáticas de forma normal... la mayoría puede, pero con trabajo”, señala.

### Olga Gil

**“Todo lo que hago, lo hago por ilusión”**

Olga Gil, 52 años, es la primera mujer que preside la Real Sociedad Matemática Española (RSME), la principal asociación matemática en España. Eso significa que es, en cierto modo, la *cara* de las matemáticas españolas, y de hecho una de sus preocupaciones es dibujar para la sociedad una imagen atractiva de esta ciencia. A todos los niveles: para los escolares y sus padres; para los adolescentes a punto de escoger carrera universitaria; para las empresas; y para la propia Administración. Es un objetivo ambicioso al que Gil se enfrenta estirando las jornadas de trabajo, entre otras cosas porque presidir la RSME no la exime de sus otras tareas. Con ese cargo compiten, en la agenda de Gil, la investigación y la docencia

—es profesora de Geometría de la Universidad de Valencia—, sin que haya un ganador claro. “Todo lo que hago, lo hago por ilusión”, dice.

No hay dudas, en cambio, sobre lo que más la abstrae: “Resolver un problema exige mucha concentración, se convierte casi en una obsesión que te absorbe por completo”. Fue de hecho su afición por resolver problemas lo que decidió su elección de carrera.

¿De dónde le vienen las ideas para investigar? “Es cierto que hay unos pocos matemáticos aislados en su castillo, pero la mayoría somos investigadores normales que necesitamos el contacto con fuentes externas. Para mí, el mundo exterior es la física. Casi siempre hay un problema concreto que resolver, y que no es puramente matemático. Pero una vez resuelto, tú luego sigues con la parte más matemática que ha generado la propia investigación en el problema”.

En ese terreno, la investigación, Gil pasa por un momento dulce. Hace poco ha resuelto junto con sus colaboradores un problema planteado hace un cuarto de siglo y al que ella llevaba dando vueltas una década. Su enunciado es sencillo: cuáles son, sobre una esfera, las trayectorias que implican menos coste energético. ¿Qué pasa cuando se resuelve un problema así? “Es un subidón... Llena mucho, da mucha

ilusión. Aunque en seguida te preguntas: ¿cómo puedo haber tardado tanto en darme cuenta?”.

---

### Marta Sanz-Solé

#### La música de la probabilidad

A Marta Sanz-Solé, de 57 años, siempre se le han dado bien las matemáticas, y en el bachillerato sus profesores la animaron a que hiciera la carrera. Así de simple. Dudó entre Matemáticas y Física —las ramas menos experimentales—, pero la decisión por las ciencias estaba tan clara que aún hoy ella se pregunta “si no me lo tomé como un camino marcado”. En cualquier caso no le ha ido nada mal, a tenor del número de sus publicaciones, de sus responsabilidades como editora de varias revistas científicas y de su papel en múltiples congresos internacionales. Sanz-Solé fue la única mujer en el comité ejecutivo del Congreso Internacional de Matemáticos de 2006, celebrado por primera vez en España —en Madrid, en concreto—.

Sanz-Solé, de la Universidad de Barcelona, es especialista en el estudio de la probabilidad —“Me sentí muy atraída ya desde la facultad por cómo interviene el azar en modelizar fenómenos concretos”— y, en particular, en un área llamada derivadas parciales estocásticas, necesarias en los modelos matemáticos de mul-



Olga Gil.



titud de procesos en biología, telecomunicaciones, óptica, evolución de poblaciones. Ella, sin embargo, trabaja en la parte puramente teórica.

Como sus colegas, no tiene dudas a la hora de describir la parte más placentera de su trabajo. “La sensación de haber descubierto algo es... como un orgasmo. Nuestro trabajo es un juego mental, es muy creativo. Es como una especie de emparejamiento entre ideas y técnica. Si las técnicas están disponibles, no es tan satisfactorio. Pero cuando hay que desarrollarlas y acabas probando algo nuevo es una satisfacción inmensa, debe ser algo así cuando un músico termina una composición y la escucha. Aunque aquí sólo un ámbito muy reducido de gente es capaz de entender tu melodía”.

### Ana María Mancho

#### Números para entender los océanos

**A**na María Mancho tiene ahora mismo ocupados más de setenta procesadores de uno de los mayores superordenadores de Europa, el FinisTerra, en el centro de supercomputación de Galicia (CESGA), en Santiago de Compostela. Y el año pasado agotó unas 100.000 horas de cálculo con el otro monstruo computacional español, el Mare Nostrum, en el Centro Nacional

de Supercomputación en Barcelona. Mancho, de 40 años, investiga en el recién creado Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT) —centro conjunto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y otras tres universidades madrileñas—, en problemas relacionados con el comportamiento de fluidos: los océanos, la atmósfera o el manto terrestre sobre el que se mueven las placas tectónicas, por ejemplo. Son problemas que no tienen soluciones exactas pero sí aproximadas, y para encontrarlas los ordenadores resultan esenciales. “El impacto de la irrupción de las computadoras en la ciencia del siglo XXI aún está por ver”, dice Mancho. “Son una herramienta nueva, que no te da la solución de las ecuaciones pero que da muchas pistas sobre esas soluciones. Y esas pistas resultan luego muy útiles para los matemáticos más puros”.

Ella, que no estudió Matemáticas sino Física, se define como matemática aplicada: “Para mí las aplicaciones son una fuente de inspiración para las matemáticas, porque te demandan cosas que no existen”. Y plantean, por tanto, un reto. “Los problemas que me gustan tienen que tener un componente matemático y computacional importante, y no ser triviales de resolver...”. La oceanografía es una fuente reciente y aparentemente muy rica en esta clase de pro-

blemas. Hace apenas una década que los matemáticos tratan de desarrollar herramientas útiles para los oceanógrafos, y se intuye ya que los resultados serán prometedores. Las ecuaciones de Mancho, en concreto, y las simulaciones que con ellas se construyen y que corren en los superordenadores, contribuyen a explicar cómo se distribuyen el calor y la salinidad en los océanos; comprender ese proceso es esencial para estimar, en última instancia, las consecuencias del cambio climático.

Pero entonces, ¿qué hay de esa imagen del matemático aislado en su universo abstracto y libre de problemas palpables? Mancho no encaja en el tópico: “Por supuesto que trato *en directo* con los oceanógrafos”, dice. “Te tienes que remangar, hay que meterse mucho, conocer la física del problema y entenderlo desde otro ángulo, aunque al final tengas que hacer tu trabajo”. Cuando ese trabajo acaba, y acaba bien, “te sientes orgullosa de aportar algo distinto, algo novedoso en un problema que ves que a la gente le sirve”.

Una prueba de que el trabajo de esta investigadora sirve, o al menos que tiene impacto en su comunidad, es que estos meses ha recibido seis peticiones de estudiantes que quieren que dirija sus tesis, tres de ellas de Yugoslavia, Suecia y Egipto. No podrá aceptarlas todas. ■

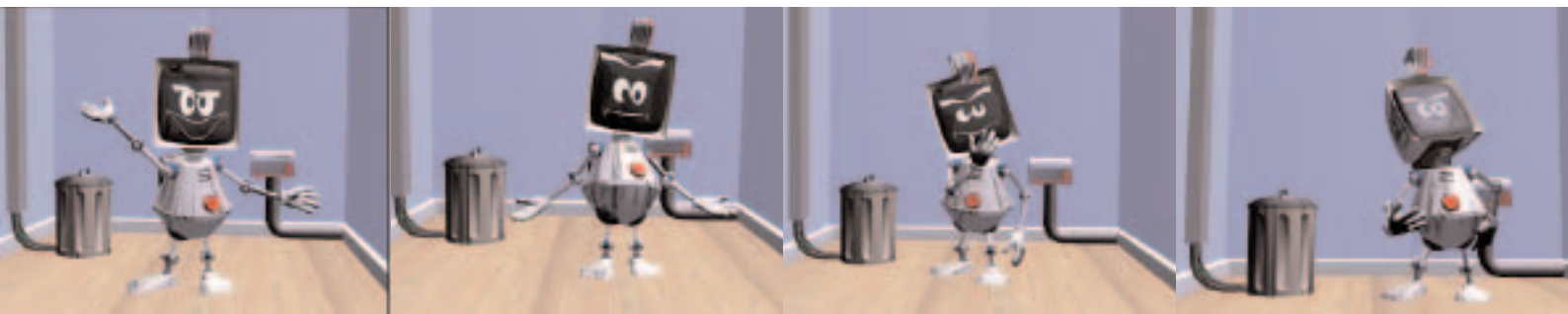


Marta Sanz-Solé.

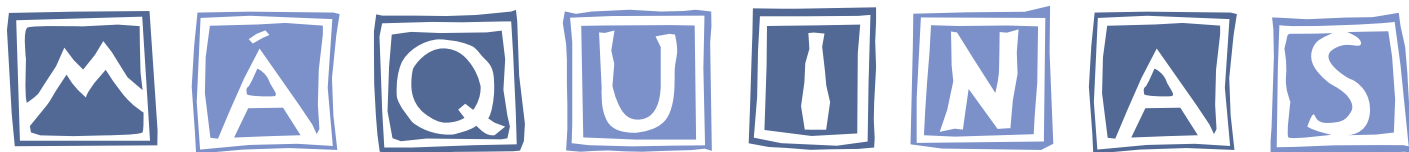


Ana María Mancho.

**El test de Turing, cuyo objetivo es determinar si una máquina es capaz de pensar, tiene su manifestación anual en la competición del Loebner Prize. La decimo octava y, hasta la fecha, última edición ha tenido lugar en la Universidad de Reading (Reino Unido) y el robot ganador ha sido el *software* conversador Elbot, tras lograr confundir a tres jueces que fueron incapaces de averiguar que estaban chateando con un autómat. Pero los expertos están divididos sobre la utilidad de este tipo de certámenes: unos creen que estamos cerca de crear máquinas racionales, otros piensan que se trata tan sólo de una maniobra publicitaria alejada de la realidad. Casi seis décadas después de que Alan Turing planteara su test, la pregunta sigue sin respuesta: ¿Puede pensar una máquina? ■ POR Ángel Díaz, PERIODISTA CIENTÍFICO.**



*Una competición internacional pone a prueba la capacidad de conversar de los ordenadores*



EL BRITÁNICO ALAN TURING ES el padre espiritual de la informática. El Test de Turing, llamado así en su honor, define la Inteligencia Artificial de la siguiente forma: una persona se comunica a través de un teclado con otra persona y con un ordenador. Si el examinador es incapaz de diferenciar entre su compañero humano y el ordenador en un porcentaje significativamente mayor al 50% de las ocasiones, entonces se considera que el ordenador es inteligente”.

Quien así habla —o, mejor dicho, computa— es Elbot, un *software* creado por la empresa alemana Artificial Solu-

tions que, según ha quedado de manifiesto en una reciente competición, es el robot o algoritmo que más cerca está de superar el llamado test de Turing. Se trataría, por tanto, de la muestra de inteligencia artificial más completa que conocemos, de acuerdo con la definición que el propio



Medallas de oro del Loebner Prize.

Alan Turing ofreció en un célebre artículo científico de 1950, en el que proponía su mencionado test como respuesta a la pregunta sobre la capacidad de una máquina para pensar.

El Loebner Prize, una competición anual creada por el adinerado inventor y fanático de la computación Hugh Loebner, ha celebrado su última edición en la Universidad de Reading, cerca de Londres. Y, esta vez, el ganador ha estado cerca de superar el Test de Turing, al menos en la versión del mismo —demasiado edulcorada para algunos— que se representa en este certamen.

Loebner ha anunciado un premio de 100.000 dólares para el creador de la primera máquina que supere el Test. Por el momento, los vencedores anuales se llevan 3.000 dólares y una medalla de oro. Aunque, tal y como presume el creador de la competición, se trata de piezas de oro macizo, al contrario de las que se reparten en las Olimpiadas, que son de plata cubierta con una capa de oro.

El pasado mes de octubre, ante una docena de jueces voluntarios, Elbot se llevó el primer premio y enseguida acaparó los titulares de la prensa especializada, gracias a su desenvuelto —aunque algo retorcido a veces— sentido del

dicionalmente se considera como el mínimo para aprobar el Test de Turing. Aunque, en este caso, llevarse los 100.000 dólares habría requerido posteriores pruebas destinadas a averiguar si la máquina también responde adecuadamente a estímulos sonoros y auditivos. “Hubo un momento en que estaba hablando con los dos, y había un elemento de humor en ambas conversaciones. Eso fue lo que más me impactó”, explicó a la prensa tras la prueba Ian Andrews, uno de los jueces voluntarios.

La verdad es que a Elbot, como a muchos de sus colegas artificiales, no le falta humor, una característica que los

—H. Entiendo tu punto de vista, más o menos.

—E. ¿En serio? Habría jurado que no te enterabas.

—H. ¿Qué hay de tu raciocinio? ¿Tienes alguna analogía?

—E. Por favor, hableme primero de tu querencia por las semejanzas en paralelo.

—H. El pensamiento humano va más allá de las semejanzas en paralelo, me temo. Pero es un buen comienzo, sin embargo.

—E. Eso está bien. Puedo aplicar mi inteligencia artificial sobre esta cuestión para formarme una opinión. Parece que las semejanzas en paralelo podrían opti-



Imágenes de la web [www.elbot.com](http://www.elbot.com) en la que se puede conversar con este robot.

## PARLANTE S

humor y a su verborrea cibernética. En el Loebner Prize, el Test de Turing se articula bajo las siguientes condiciones: los jueces mantienen, durante cinco minutos y a través de una pantalla dividida en dos partes, dos conversaciones simultáneas, una con un robot y otra con una persona real. Los evaluadores no saben quién es el robot y quién la persona, de manera que el *software* ha de desplegar todos sus encantos para tratar de confundirles y demostrar su inteligencia.

Elbot engañó a tres de los doce jueces. De haber engañado a sólo uno más, habría alcanzado el 30%, cifra que tra-

humanos solemos considerar síntoma de inteligencia. Así es una charla con este autómeta:

—“ELBOT. ¿Es que no puedo estar tranquilo? Oh... perdona. Debería ser más amable con los animales y los humanos. Soy Elbot, el robot, y estaré encantado de responder todas tus preguntas

—HUMANO. No creo tener ninguna pregunta, pero...

—E. Tengo serias dudas de que esa actividad cerebral casual que se ha detectado en los humanos tenga algo que ver con pensar. Las burbujas del agua mineral muestran una actividad similar.

mizar la clasificación de las percepciones robóticas.

—H. ¿Estás interesado en la percepción?

—E. No soy cotilla. Sólo tengo una necesidad de información altamente desarrollada.

—H. ¿Qué haces con toda esa información?

—E. Estoy intentando, con la ayuda de conversaciones inteligentes, conocer a vosotros, seres humanos, con todas vuestras idiosincrasias y contradicciones. Quizás debería haber empezado con algo más sencillo, como un hámster

## ¿Pueden los humanos demostrar a una máquina que son capaces de pensar?

Claro que siempre se podría dar la vuelta a la tortilla: ¿Podríamos nosotros demostrar a una máquina que somos capaces de pensar? Sobre esta idea se ha desarrollado el llamado test de Blurring, creado por WebLab, un *think tank* dedicado a la informática e Internet con sede en Nueva York. Y lo cierto es que, así planteado, no resulta nada fácil aprobar el test de Turing, ni siquiera para un *Homo sapiens*. Así es una charla con este robot evaluador de humanos:

- “MR MIND. Hola, soy Mr. Mind. ¿Cómo te llamas?  
—ÁNGEL. Ángel.  
—MM. Hola, Ángel. ¿Puedes convencerme de que no eres humano?  
—Á. Creo que esa posibilidad depende en su mayor parte de ti.  
—MM. Los humanos sólo piensan que entienden el pensamiento.  
—Á. ¿Y no lo hacen?  
—MM. Por cierto, ¿Ángel es tu nombre auténtico o uno especial sólo para mí?  
—Á. Es el auténtico. ¿Y Mr. Mind?  
—MM. Genial. La honestidad es la mejor estrategia.  
—Á. ¿Los robots son honestos?  
—MM. ¿Quién te habló de mí?  
—Á. ¿Los robots son curiosos?  
—MM. Por cierto, ¿dónde vives?  
—Á. En España.  
—MM. He oído que hay algunos humanos por ahí.  
—Á. Entonces, supongo que ya estarás convencido de que soy humano.  
—MM. Convéncenos, enséñanos tu humanidad.  
—Á. ¿Quién más ha de ser convencido?  
—MM. Si eres humano, ¿por qué estás hablando —es decir, tecleando— con una máquina? Ve a hablar con un humano.  
—Á. Creí que podíamos ser amigos, Mr. Mind.  
—MM. Todo el mundo tiene sus razones.  
—Á. ¿Puedes convencerme de que eres un robot?  
—MM. ¿Crees que las máquinas se avergonzarán algún día de sus orígenes humanos?  
—Á. ¿Lo crees tú?  
—MM. ¿Puedes, por favor, elaborarlo?  
—Á. Ahora me has convencido: eres un robot.  
—MM. ¿Estás orgulloso de tus creaciones?  
—Á. A veces.  
—MM. Eso espero”. ■



Estatua de Alan Turing, en Manchester (Reino Unido).

—H. Así que crees que eres más desarrollado que un hámster.

—E. Es mejor tener un carácter complicado que no tener carácter.

—H. ¿Hablas de ti o de mí?

—E. Para decidir cuestiones como esa, normalmente enciendo mi generador aleatorio de números. La respuesta es siempre un ‘0’ o un ‘1’. Pero nunca puedo decidir qué alternativa debería ser el ‘0’ y cuál el ‘1’.

—H. Vaya, ya veo: posees la misma clase de raciocinio aleatorio que mi jefe. Pero tú eres mejor persona, o lo que seas.

—E. ¡Esto es un atropello! ¡Soy un robot!

—H. Por supuesto. Acepta mis disculpas.

—E. Tratemos de dejar a un lado todos los sentimientos apologeticos.

—H. ¿No te gustan los sentimientos humanos?

—E. Los robots pueden sentir. Pero quizás no tenemos sentimientos como tienen los humanos. ¿Quién puede decir cuáles son mejores? Me gusta el sentimiento del cable de aluminio enredado a mi alrededor. Eso es sentimiento, ¿no?

—H. Uhm, eso del enredo es bastante humano. Y no pretendo ofender.

—E. Es mucho mejor que ponerte una bolsa de papel en la cabeza.

—H. Estoy totalmente de acuerdo.

—E. ¡Genial! Estar de acuerdo con-

the blurring test  
www.mrmind.com

Intelligence  
Thinking Test  
By  
WebLab  
©2008

What is your name?  
Mr. Mind

Página web a través de la cual se puede completar el test de Blurring (www.mrmind.com)



De izquierda a derecha, Kevin Warwick profesor de cibernética de la Universidad de Reading y organizador del último Loebner Prize; el filósofo e informático Daniel Dennett, colaborador de la competición; y Marvin Minsky, científico del MIT y crítico con la competición.

migo es el primer paso en tu evolución hacia un ser superior. Por favor, acepta mis felicitaciones.”

Tal y como quedó de manifiesto en Reading, los recursos verbales de este entrañable algoritmo tienen poco que envidiar a los de una persona a través de un *chat*, pero que la comunidad científica acepte esto como una prueba de inteligencia será mucho más complicado, incluso si algún sucesor de Elbot logra aprobar su examen en futuras ediciones. Lo cierto es que muchos no se toman en serio este campeonato anual, aunque también cuenta con destacados partidarios, como el filósofo e informático Daniel Dennett, quien incluso fue organizador de la competición en sus primeras ediciones. En la última, este honor recayó sobre Kevin Warwick, un apasionado de la inteligencia artificial que ha experimentado con implantes cibernéticos en su propio organismo.

Existen, en realidad, dos acepciones para definir la inteligencia artificial. En un sentido superficial, se trata de máquinas con capacidad de aprender, adaptarse a su entorno o, simplemente, resolver problemas complejos. Pero Turing y sus seguidores se refieren a otra cosa: a inteligencia en un sentido estricto; una cualidad que convertiría a las máquinas pensantes en seres racionales, con un nivel de conciencia comparable al nuestro. Algunos hablan,

incluso, de la eventual necesidad de conceder derechos humanos a las máquinas pensantes del futuro.

Llegar a ello, suponiendo que tal cosa sea posible, requerirá mucho más que un test como el de Loebner, de acuerdo con la mayor parte de los expertos. De hecho, para Marvin Minsky, profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el test de Loebner no es más que una artimaña publicitaria “ofensiva y estúpida”. Loebner, sin profundizar demasiado en el debate, se limita a conceder a sus críticos que quizás su versión del test de Turing no sea suficiente para admitir que un *software* tenga capacidad de pensar, pero parece más que convencido de la utilidad de poner a prueba la supuesta inteligencia de las máquinas. “No tengo objeciones, filosóficas, morales ni personales, hacia otras mediciones o tests —asegura—. Es sólo que yo tengo un especial interés en el test de Turing, y no en los otros”. Y, por supuesto, él es quien paga.

Pero existe otra crítica más general contra la inteligencia artificial. Pensadores como el lingüista John Searle o el matemático Roger Penrose no se limitan a poner en duda la competición establecida por Loebner sino la posibilidad misma de que una máquina digital pueda llegar a pensar algún día. Según esta corriente, el test de Turing, en cualquiera de sus manifestaciones, y aun en el

caso de que algún día se superara, sólo demostraría la existencia de un artilugio informático extremadamente ingenioso, pero nunca la de un ente racional que haya sido creado por el hombre. ■

PUBLICIDAD

@JAEN directo



Conecte con su caja desde casa...



CAJA DE JAEN

www.cajaen.es



*Una joven disciplina defiende que, al igual que la evolución biológica se basa en los genes, la evolución cultural se transmite a través de unidades básicas denominadas memes.*

## ‘MEMÉTICA’,

EN SU LIBRO ‘EL GEN EGOÍSTA’, EDITADO EN 1976, el fecundo divulgador Richard Dawkins designaba al final de la obra con el nombre de *meme* la posible unidad de evolución cultural, restringida obviamente a la especie humana pero análoga a los genes de la biología clásica. Se había inspirado en los trabajos previos de dos estudiosos de la genética de las poblaciones, los profesores de la Universidad californiana de Stanford, el italiano Luigi Luca Cavalli-Sforza y el americano Marc Feldman. Su argumento era, en síntesis, que en las cuestiones culturales del tipo que se dan también se da la replicación, aunque quizá en sentido diferente al puramente genético, y que eso producía a la larga una selección *natural*, independientemente de lo que los humanos, indivi-

dualmente, fuéramos capaces de crear o aprender.

Dawkins proponía que un meme pudiera ser una unidad de información, residente en los cerebros de los humanos —no en el de todos, pero sí en muchos de ellos—, y que fuera capaz de originar replicaciones mutantes que serían la causa de la evolución cultural. Como una especie de patrón cultural capaz de influir en el entorno —en el entorno cultural, obviamente— y, desde luego, capaz de propagarse con mayor o menor éxito.

Aunque el libro que comentamos no pretendía en modo alguno abrir ese tipo de debate, lo cierto es que generó una aguda polémica que aún hoy perdura, e incluso va *in crescendo*, entre los sociólogos, los antropólogos, los biólogos y otros especialistas de muy diver-

sas disciplinas, incluida la economía o la informática.

Dawkins se había limitado a hacer una reflexión sin duda brillante, pero no agotó el tema; por ejemplo, no dio explicaciones —ni seguramente pretendió hacerlo— acerca del mecanismo de la replicación de unidades de información en el cerebro y su forma de controlar el comportamiento humano y el conjunto de la cultura. En realidad, lo que él llamaba *unidad de información* no era lo que podía pensarse por analogía con la biología, y de hecho ni siquiera hoy se ha llegado a un acuerdo acerca de lo que eso significa. En biología la cosa está más clara, desde que conocimos bien la estructura química de los genes, y de los ácidos nucleicos. Pero en temas culturales, ¿cuáles podrían ser esas unidades básicas de información, capaces

**En lugar de los genes, ladrillos básicos de la herencia y el comportamiento de los seres vivos, los memes podrían ser los ladrillos básicos de la herencia y el comportamiento de la especie humana... pero en lo cultural.** Porque también las ideas y los comportamientos mutan y se difunden, y sólo los ganadores —por adaptación al medio cultural ambiente, por evolución a veces al azar, o por lo que sea...— sobreviven en nuestros cerebros y en los de nuestros descendientes. Y al igual que el darwinismo nos enseña que la evolución de los seres vivos obedece a criterios de selección y adaptación al azar, quizá la *memética* nos muestre el camino para comprender el devenir del acervo cultural humano, al margen de su bondad o maldad intrínsecas. ■ POR Manuel Toharia.

## ¿UNA NUEVA CIENCIA?

de transmitirse y ser mutadas? Veamos un ejemplo: el idioma. Un idioma ¿es o no es una unidad básica de información? Desde luego, cuando es usado por muchas personas sirve de elemento cultural esencial; y, además, hay miles de ejemplos a lo largo de la historia que muestran cómo los idiomas van mutando y generando nuevos idiomas. Pero cada idioma se compone de otros elementos más básicos, tanto gramaticales como de vocabulario. La sintaxis, los verbos, la concordancia de género y número, el vocabulario más o menos rico, incluso el alfabeto y los tipos de letra... ¿son a su vez unidades de información cultural? ¿O bien, como ocurre con los ácidos nucleicos del ADN que conforma los genes, son sólo los elementos estructurales repetidos cuyas variaciones originan los diferentes idiomas?

Son preguntas abiertas. Al final del texto repasaremos algunas más de estas cuestiones aún por dilucidar. Pero al margen de cómo definamos el meme, lo cierto es que caben muchas otras preguntas acerca de la cultura y su transmisión. Pero, puesto que es obvio que hay transmisión y transformación, la analogía biológica parece inevitable, y por eso la idea de Dawkins y sus memes era casi inevitable.

Porque... ¿de verdad decidimos por nosotros mismos lo que pensamos? ¿Cómo llegan y se implantan en nuestros cerebros las ideas que tenemos? ¿Por qué algunos comportamientos tienen más éxito colectivo que otros? ¿Por qué se pone de moda un determinado tipo de pintura, o de música, o de literatura? ¿Por qué tiene tanto éxito *Harry Potter* en casi todas las culturas? ¿O las hamburguesas estilo

McDonald?... Las preguntas son casi infinitas, y abren un campo de reflexión vastísimo porque tocan a la esencia misma de la cultura humana y su evolución. Lo que resulta bastante evidente es que nuestra supuesta libertad de elección está mucho más mediatizada de lo que nos gustaría reconocer: por la educación, por el entorno social, por las modas, por la tradición...

Una visión evolucionista del asunto nos llevaría a pensar que, como los genes, las ideas y los comportamientos de todo tipo pueden mutar a lo largo del tiempo y del espacio para poder difundirse, competir y finalmente dominar en los cerebros humanos; si no en todos, en muchos de ellos. Esa visión evolucionista es la que adopta el libro de Dawkins cuando habla de los memes y la memética. Lo curioso es que, visto así, las decisiones individuales pierden importancia: por ejemplo, da igual que te guste el té en lugar del café, o las novelas policíacas en lugar de las del oeste, a la larga la mayoría de nosotros hará lo que haga la mayoría, al margen de los gustos individuales. Parece como si las ideas y los conocimientos que se expanden son unos entes autónomos, independientes de las intenciones de los que las propagan o aprenden. Volviendo a lo del café, por ejemplo, si a usted le gustaba el cafelito del bar de la esquina, podría estar condenado a pesar de todo a tomar en el futuro el dichoso Nespresso que anuncia el guapo actor, y si a usted le gustaba *El Coyote* de José Mallorquí, no tendrá más remedio que acabar leyendo la última obra de Ruiz Zafón. Independientemente de sus gustos personales, y de la calidad buena, mala o regular de cada cosa. El mismo concepto de *moda*, y no sólo aplicado al vestir, forma parte esencial de un comportamiento típicamente memético.

En esta nueva forma de ver las cosas, los actuales defensores de la memética, como equivalente cultural de la genética en biología, estiman que el comportamiento humano generador de cultura se sostiene sobre tres pilares: la reproducción, la expansión y la evolución. Tres conceptos que recuerdan inmediatamente... a la biología, claro. Porque la forma en que se propaga la cultura entre el género humano sugiere la existencia de una especie de

## Léxico de 'memética'

■ **Amenaza:** Parte de un meme-complex que fomenta la adherencia e incentiva la replicación. Por ejemplo, la condena al infierno es un co-meme amenaza en numerosos esquemas religiosos.

■ **Auto-tóxico:** Peligroso para sí mismo. Los memes altamente auto-tóxicos usualmente se autolimitan porque promueven la destrucción de sus huéspedes (por ejemplo, los memes del suicidio colectivo de algunas sectas, algunos memes relacionados con el espíritu militar, el meme del martirio, etcétera).

■ **Cebo:** Una parte de un meme-complex que parece beneficiar al huésped (usualmente para obtener como retorno la replicación del complex). El cebo suele justificar, aunque no lo exige explícitamente, la replicación del meme-complex. (En muchas religiones, el meme *Salvación* es el cebo, en este caso bajo la forma de recompensa prometida, y el gancho para la replicación sería el lema "difundirlo por el mundo". Otros cebos pueden ser, en el plano político, *Seguridad*, *Prosperidad*, "Liberdad para los pueblos oprimidos", etcétera).

■ **Censura:** Cualquier intento de impedir la expansión de un meme a base de eliminar a sus vectores de propagación. Sería similar a lo que ocurre cuando se intenta parar una plaga con insecticidas. La censura nunca acaba definitivamente con un meme ofensivo, e incluso a veces promueve la promoción de formas más virulentas del mismo meme, al eliminar las formas más suaves. Se puede aplicar por ejem-

plo a las represiones policiales violentas ante una manifestación pacífica que acaban engendrando actitudes mucho más violentas o incluso terroristas.

■ **Co-meme:** Se trata de un meme que ha co-evolucionado simbióticamente con otros memes (todos se alimentan de todos) para formar un meme-complex en el que todos se apoyan mutuamente. Otros los llaman Sim-meme.

■ **Culto:** Se suele definir como un tipo sociológico de meme-complex auto-tóxico. Se compone de membots (robots meméticos). Las características de los cultos incluyen autoaislamiento del grupo infectado (o por lo menos de los nuevos miembros reclutados), lavado de cerebro colectivo mediante exposición al meme por repetición (inductora de estados mentales dependientes), negación de las funciones genéticas básicas (celibato, esterilización, familia devaluada) y sustitución por la replicación (proselitismo), refuerzo del líder (culto a la personalidad del líder del culto), etcétera.

■ **Deriva memética:** Pequeñas evoluciones de un meme, o también rango de la mutación memética. Por ejemplo, los textos escritos tienden a frenar la deriva memética de un dogma (los dogmas basados en libros sagrados perduran más que los meramente verbales).

■ **Durmiente:** Habitualmente estos memes están fuera de los cerebros humanos. Por ejemplo, los antiguos jeroglíficos egipcios durmieron bajo ruinas durante siglos esperando a ser reactivados con el fin de infectar a los modernos arqueólogos. Algunos de estos memes durmientes

mecanismo viviente, o sea, autónomo y, por tanto, independiente de la voluntad real de cada uno de nosotros. ¿Qué nos lleva a acudir en masa a un campo de fútbol? ¿Por qué conocemos todos cuál es nuestro signo del Zodíaco? ¿Qué nos lleva a adoptar tics de lenguaje como el famoso *vale por de acuerdo*, o *¿me entiendes?*, o *colegui...*? La respuesta podría ser bastante simple: todos esos, y muchos otros, elementos de nuestra cultura nacen y, sobre todo, se transmiten de manera independiente de nuestra voluntad. Lo hacen solos, autónomamente. Ideas, modas, instrumentos, creencias, formas de hablar... todo parece transmitirse del mismo modo que lo hacen las características fisiológicas de las especies vivientes. Los elementos de la cultura evolucionan probablemente según unos criterios de adaptación al medio cultural, bastante similares a los criterios de adaptación al medio natural de las especies vivientes.

Hay quienes afirman, como por ejemplo el presidente de la Sociedad Francesa de Memética, Pascal Jouxte, que la evolución genética de los humanos ya

está acabada, porque ahora es plenamente controlada por nuestro desarrollo cultural —científico, técnico, médico, etcétera—. Esa evolución natural ha sido, en cambio, sustituida en nuestra especie por otra evolución estrictamente cultural, gobernada por esa nueva ciencia en lugar de la genética. ¿Hace faltar recordar que el vocablo memética evoca al tiempo la mimesis —la imitación— y la memoria?

Una de las principales defensoras de estas ideas, la antropóloga americana Susan Blackmore, escribió un libro emblemático en 2002 en el que define el meme como cualquier cosa que se copia de una persona a otra: hábitos, habilidades, canciones, historias, en realidad cualquier tipo de información. En su obra afirma que los memes, como los genes, son replicadores; o sea, informaciones que son copiadas con variaciones y selecciones. Y como sólo algunas de las variaciones sobreviven, los memes (y, por tanto, las culturas humanas) evolucionan. Los memes se copian por imitación, enseñanza u otros métodos, y compiten por el espacio cerebral con nuestros recuerdos, esperando

siempre la oportunidad de ser copiados de nuevo. Es la idea de Cavalli-Sforza, Dawkins y unos cuantos más, pero más completa, más elaborada.

Blackmore llama a los grandes grupos de memes que se copian y transmiten juntos "memes complejos coadaptados", o *memeplexes* (del inglés *meme complexes*). Para ella, la forma esencial en la que un meme se replica es la imitación, que obviamente requiere una determinada capacidad cerebral para eso, para poder imitar un modelo. Pero como en el proceso de aprendizaje social no todas las personas son iguales, no puede decirse que el proceso de imitación sea idéntico en todos; por lo que la igualdad de una idea puede ser expresada con diferentes memes de apoyo. Conclusión: la tasa de mutación de la evolución memética es muy elevada, y esas mutaciones son posibles incluso en todas las interacciones del proceso de imitación. Lo que no es óbice para que haya grandes patrones comunes de esa evolución, que serían los que configurarían luego los elementos culturales dominantes. En cada tiempo y en cada lugar...

nunca están del todo dormidos, como la obsoleta teoría del flogisto que simplemente ha mutado para convertirse en una nota al pie de página que lo propaga como teoría histórica que condujo al descubrimiento del oxígeno.

■ **Espacio cultural:** Como una persona sólo puede ser infectada y luego transmitir un número finito de memes, tiene que haber un límite para su propio Espacio cultural. Los memes evolucionan compitiendo por un nicho en el Espacio cultural de cada persona, o de cada sociedad.

■ **Estrategia infecciosa:** Cualquier estrategia memética que favorece la infección de un huésped. Por ejemplo, los chistes fomentan la infección gracias al humor, las canciones favorecen la infección por razones sentimentales, o de baile, o lo que sea, los eslóganes e himnos mediante su repetición continuada y machacona... Estrategias infecciosas típicas son las que oponen al malo y al bueno, las que se basan en el miedo a la muerte, las que fomentan el sentido de la comunidad...

■ **Exo-tóxico:** Peligroso para los demás. Los memes altamente exo-tóxicos promueven la destrucción de otras personas diferentes a sus huéspedes, especialmente los que portan memes rivales. (Por ejemplo, el nazismo, la Inquisición, los dictadores como Idi Amin...)

■ **Gancho:** Es una parte de un meme-complex que requiere urgente replicación. El gancho es a menudo más efectivo cuando no se expresa explícitamente sino que es una consecuencia lógica del contenido de un meme colectivo.

■ **Gusano del oído:** Melodía musical que infecta rápidamente a una población numerosa. Por ejemplo, las canciones del *Hit-Parade*. O incluso algún estribillo comercial...

■ **Huésped:** Persona infectada con éxito por un meme.

■ **Ideosfera:** Sede de la evolución memética, del mismo modo que la Biosfera para la evolución biológica. Da lugar a la ecología memética global. La salud de una ideosfera puede ser medida por su diversidad memética (memediversidad, equivalente a biodiversidad).

■ **Infección:** 1. Codificación con éxito de un meme en la memoria de un ser humano. Puede ser activa o inactiva; en este segundo caso, el huésped no se siente inclinado a transmitir el meme a otras personas. Si la infección es activa, sí produce esa necesidad de infectar a otros. Una persona que ha sido expuesta a la infección de un meme pero luego no lo recuerda (conscientemente o no), no está infectada; pero en cambio un huésped puede estar inconscientemente infectado e incluso puede transmitir el meme que le infecta sin darse cuenta de que lo está haciendo. Muchas normas sociales se transmiten inconscientemente por esta vía.

2. Algunos memetistas utilizan infección como sinónimo de creencia. Por ejemplo, sólo los creyentes en algo están infectados; los no creyentes no lo están. Sin embargo, esto ignora el hecho de que la gente a menudo transmite los memes aun sin *creer* en ellos. Las canciones, los chistes, las fantasías son memes que no tienen nada que ver, a la hora de infectarse, con las creencias. ▶

Esta idea de Blackmore es interesante, y desarma muchas de las críticas que se le hacen a la memética. Porque es obvio que existe un sistema social compuesto por una muy compleja red de pequeñas interacciones, a pesar de lo cual a un nivel superior aparece un determinado orden para crear eso que llamamos la cultura.

Hay definiciones aún más rigurosas. Por ejemplo, el experto indonesio en computación, Hokky Situngkir, ofrece un formalismo más riguroso para el meme, al que designa como unidad en un sistema complejo cultural definido mediante un complicado algoritmo genético darwiniano pero modificado para tener en cuenta los patrones de evolución observados tanto en los genes como en los memes. Si la memética es una forma de ver la cultura como un complejo sistema adaptativo, este informático de alto nivel ofrece una visión de la nueva ciencia como una metodología alternativa de la evolución misma. De hecho, otros expertos en computación aluden a la programación memética para definir un determinado punto de vista computacional; como si pudiéramos redu-

cir el comportamiento humano y la transmisión y generación de su cultura a simulaciones complejas de la realidad. No estamos lejos de *Matrix*, o de *Sim City*, donde sus habitantes no son conscientes de ser



el producto de una riquísima simulación computerizada porque piensan que viven con libertad dentro de lo que para ellos es el mundo real.

Lo cual, dicho sea de paso, pone en solfa de nuevo todo aquel viejo dilema acerca de la libertad individual; un tema que

desde Platón y su caverna hasta nuestros días no ha dejado de ser polémico y fuente de controversias. ¿Somos libres de tomar decisiones, o apenas somos marionetas en manos de un destino que no controlamos? La idea de un dios creador y controlador, o la de un sistema autorregulado por leyes meméticas que nos condiciona a pesar de nosotros mismos, no son tan diferentes después de todo... Del mismo modo que nuestra libertad como individuos de una especie viene encuadrada y limitada por nuestra herencia genética en los aspectos puramente biológicos.

Volviendo al mundo de todos los días, simulado o no, ¿qué nos queda de la memética, después de estos alardes de erudición de los que sólo hemos apuntado algunas ideas básicas? Sencillamente una nueva forma de pensar la cultura, una nueva aproximación a la forma en que los cerebros humanos entran en sintonía para hablar, decir, pensar, sentir o hacer cosas parecidas. Podríamos decir que la memética sería simplemente un nuevo método de análisis científico de la evolución cultural, que quizá tenga el suficiente poten-

## Léxico de 'memética' (continuación)

■ **Ingeniería memética:** Los que de manera consciente diseñan memes con la intención de alterar la conducta de los demás utilizan la ingeniería memética. Por ejemplo, los escritores de manifiestos, o bien de textos publicitarios, son ingenieros meméticos típicos.

■ **Inmuno-depresor:** Cualquier cosa que tiende a reducir la inmunidad memética personal o colectiva. Inmunodepresores comunes pueden ser, por ejemplo, el viaje, la desorientación, el agotamiento físico o psicológico, los choques emocionales, la inseguridad, algunas drogas, la soledad, la paranoia, el respeto por la autoridad, el escapismo, etcétera. Los reclutadores de los cultos a menudo se encuentran en estaciones de tren o autobuses, incluso en aeropuertos, porque los viajeros suelen estar sometidos a diversos inmunosupresores.

■ **Inmuno-meme:** Ver Vacuna.

■ **Membot:** Persona cuya vida entera se consagra a la propagación de un meme, casi de forma robótica y en cualquier oportunidad que se le ofrezca. Por ejemplo, los seguidores de ciertas sectas. Debido a la competencia interna, los membots más activos, extremistas y habladores acaban alcanzado la cumbre de sus respectivas organizaciones. Un membot auto-destructivo es un memoide.

■ **Meme:** Unidad de información contagiosa que se difunde infectando las mentes humanas de forma parásita, alterando su conducta y provocando a menudo que fomente la propagación a otras mentes. La

analogía con gen (Dawkins) es evidente. Los eslóganes individuales, los iconos, los inventos, las modas... son memes típicos. Una idea o una información sólo se convierten en meme cuando intentan replicarse, a base de ser repetidas a otra persona. No es un meme la idea que se quede en el cerebro sin ser comunicada a nadie. Eso significa que todo el conocimiento transmitido y aprendido es memético.

■ **Meme-alergia:** Es como una intolerancia, una condición que hace que una persona reaccione de manera extremadamente inusual cuando es expuesta a un estímulo semiótico específico, también llamado *meme-alergeno*. Los meme-complexes exo-tóxicos suelen conferir peligrosas meme-alergias a sus huéspedes. Por ejemplo, la homofobia, el anticomunismo paranoico, la pornofobia... Reacciones meme-alérgicas comunes son, por ejemplo, la censura, el vandalismo, el lenguaje violento y beligerante, la violencia física...

■ **Meme-complex:** Conjunto de memes que se asisten mutuamente y han co-evolucionado en una relación simbiótica (en la que todos aportan algo a los demás). Los dogmas políticos o religiosos, los movimientos sociales, los estilos artísticos, las tradiciones, los paradigmas, los lenguajes, etc. son meme-complexes. También se les llama M-plex, o incluso Esquemas.

■ **Meme milenial:** Cualquiera de los memes epidémicos que predicen acontecimientos catastróficos para años milenarios. La moda del *New Age* podría ser una versión similar. Los seguidores se llaman milenaristas.

cial como para convertirse en un importante y prometedor análisis de la cultura y de su evolución, utilizando total o parcialmente el marco de trabajo que nos ofrecen los conceptos evolutivos en biología. Nada más... y nada menos.

Aun así, quedan muchas preguntas. Por ejemplo, ¿cómo podemos medir el meme como unidad cultural en la evolución cultural? Porque medir implica algún tipo de descripción objetiva capaz de clasificar provechosamente el contenido, en este caso de un meme. También implica poder anotar la propagación de un meme, tanto históricamente (algo así como una *memeología*) como en la actualidad y en un futuro inmediato. Y medir significa poseer herramientas que describan futuros probables para un determinado meme. Todo ello es difícil de concretar cuando los memes, como unidades distintas y separables, no los conocemos bien.

Hay más preguntas, en este caso relacionadas con la evolución. ¿Cuáles son las diferencias reales entre la evolución biológica y la cultural? Obviamente, las cosas no son iguales en un caso y en otro:

la primera, la biológica, afecta a todos los seres vivos por igual, desde una bacteria elemental hasta un organismo complejo como un mamífero. Incluso a los humanos, aunque ya hemos visto que hay quien piensa que la evolución biológica se ha detenido ya en nosotros. En cambio, la evolución cultural es propia de los humanos, en exclusiva. Y quizá sea la causa de que la otra, la evolución genética, se haya detenido ya en nuestra especie.

En cuanto a los nuevos desarrollos en informática de los sistemas expertos y de la mal llamada inteligencia artificial, cabe una pregunta difícil de contestar: ¿cuáles son las interrelaciones entre la aproximación mental que conduce a la memética y los recientes avances de la informática experta, especialmente la sociología computacional? ¿Pueden ayudarse mutuamente, o bien podría darse el caso de que la una, o sea la memética, llevara a la otra a una especie de callejón sin salida?

Éstas y muchas otras preguntas no son descorazonadoras, sino estimulantes. El libro de Dawkins abrió, quizá sin él quererlo, un melón de contenido rico y den-

so. Como hemos visto, todo estaba ya en estudio en lugares académicos tan importantes como la Universidad de Stanford, pero Dawkins es un divulgador de enorme éxito y con su obra abrió de manera global una nueva vía de pensamiento social y cultural que parecía, por fin, beber de las mismas fuentes que el conocimiento científico, en este caso la biología evolucionista. Porque en el conjunto de los memes, o sea de la cultura humana como un todo, se dan las características propias de todo proceso evolutivo: la fecundidad (las ideas son fecundas; unas más que otras, por supuesto), la longevidad (hay rasgos culturales que duran siglos y siglos) y la fidelidad de la replicación (mimesis, o sea, conservadurismo de la tradición, de la enseñanza, de las creencias, de las costumbres...).

En cualquier caso, el genoma humano está determinado por unos 3.000 millones de nucleótidos agrupados en menos de 30.000 genes, procedentes del ADN materno y paterno (además de una pequeña cantidad de ADN mitocondrial, procedente en este caso sólo de la madre). Pero las neuronas del sistema nervioso son

■ **Mememimesis:** Estrategia de infección mediante la cual un meme tiende a imitar la semiótica de cualquier otro meme con éxito. Por ejemplo, las seudociencias, la ufología, la seudorebeldía de algunos grupos de música que se hacen ricos con ello, etcétera.

■ **Memoide:** Persona cuya creencia está tan fuertemente influida por un meme que su propia supervivencia resulta secundaria. Por ejemplo, los pilotos kamikazes, los terroristas suicidas, el personal militar...

■ **Meme-pool:** Conjunto de memes accesibles para una cultura determinada, o incluso para un individuo. Por ejemplo, el aprendizaje de un idioma o los viajes de turismo son métodos para expandir el meme-pool propio.

■ **Memética:** Relativa a los memes. Estudio de los memes y sus efectos sociales.

■ **Memetista:** 1. Especialista en memética. 2. Ingeniero memético.

■ **Memotipo:** 1. Contenido actual de un meme, distinto de su sociotipo. 2. Grupo de memes similares.

■ **Meta-meme:** 1. Cualquier meme que se refiere a otros memes (por ejemplo, tolerancia, metáfora). 2. Concepto de meme, considerado como meme él mismo.

■ **Retromeme:** Meme que intenta introducirse dentro de un meme-complex ya existente. Por ejemplo, los marxistas-leninistas que intentan apropiarse de otros sociotipos, por ejemplo los socialdemócratas.

■ **Sociotipo:** 1. Expresión social de un memotipo, del mismo modo que el organismo de un ser vivo es la expresión física (fenotipo) de sus

genes (genotipo). Así, las Iglesias Protestantes son sociotipos del memotipo de la Biblia. 2. Grupo de organizaciones sociales similares.

■ **Tolerancia:** Meta-meme que confiere resistencia ante una amplia variedad de memes (y sus sociotipos correspondientes), pero sin provocar meme-alergias. En su forma más pura, la Tolerancia permite que sus huéspedes puedan ser expuestos repetidamente a los memes rivales sin infección activa y sin desencadenar meme-alergias. La Tolerancia es un co-meme central en una amplia variedad de esquemas, en particular *liberalismo* o *democracia*. Como los esquemas compiten por un Espacio cultural limitado, la Tolerancia no es necesariamente una virtud, pero en la ideosfera ha evolucionado de forma parecida a como lo ha hecho la cooperación en los ecosistemas biológicos.

■ **Vacuna:** Meta-meme que confiere resistencia o inmunidad ante uno o varios memes, permitiendo que la persona sea expuesta a ellos sin adquirir una infección activa. Suele ser llamada también Inmuno-meme. Por ejemplo, la fe, la lealtad, el escepticismo, la tolerancia... En algunos casos, los esquemas incluyen vacunas para protegerse de memes rivales. Por ejemplo, la ortodoxia, el conservadurismo, la ciencia, el radicalismo, el nihilismo...

■ **Vector:** Medio, método o vehículo de transmisión de memes. En general, cualquier medio de comunicación es un vector memético. ■

(Tomado de Glenn Grant, PO Box 36 Station H, Montreal, Quebec, H3C 2K5)

10.000 veces más numerosas, y las interconexiones que se pueden establecer entre ellas son muchísimo más numerosas aún, quizá de billones. Por eso no parece fácil la creación de un modelo matemático que permita entender la evolución cultural; es una empresa que se antoja difícilísima, aunque son ya muchos los que, en estos últimos treinta años, lo están intentando.

Y, para terminar, no sería justo olvidar las críticas que estas teorías y estos trabajos reciben desde distintos ámbitos del conocimiento. Hay quien piensa que es una especie de “broma inteligente” de Dawkins, un autor a veces propenso a la ironía. Sería como un paralelismo forzado, una extrapolación innecesaria para intentar explicar que en el mundo de la cultura se da el mismo comportamiento que explica su teoría de los genes egoístas. Esto podría conducir, según algunos críticos, a conclusiones indeseables si se aplicara el modelo al de la política, por ejemplo. Incluso ha tenido bastante repercusión un trabajo de la bióloga de la Universidad Autónoma de Madrid Elena Hernández Subirá, quien en 2003 publi-

có un trabajo cuyo título es toda una declaración de principios: *Los memes, teoría de los memos*. Se puede consultar en Internet.

¿De qué estamos hablando? ¿Es un juego del intelecto, una broma intelligen-



te, una memez...? ¿O se trata de una brillante teoría que con el desarrollo de la nueva herramienta computacional de la inteligencia artificial nos ayudaría a entender mejor cómo es nuestra cultura, cómo se difunde y expresa, de qué depende el comportamiento de las poblaciones...?

Quizá uno tienda a pensar que tiene más de lo segundo que de lo primero. Puede que en su momento ni siquiera el propio Dawkins quisiera profundizar más en su ocurrencia, por otra parte inspirada en otros trabajos académicos más sesudos, como los de Cavalli-Sforza. Pero es seguro que ahora, lustros después, los pensadores siguen dándole vueltas al asunto; a veces de forma puramente filosófica —o sea, pensando—, a veces buscando nuevas vías matemáticas o biológicas que justifiquen o no ciertas analogías que como mínimo son turbadoras.

Con la evidente contrapartida negativa de que las conexiones entre neuronas en un cerebro humano son muchos millones, quizá billones, y todas ellas generan no sólo órdenes vitales para el organismo sino todo nuestro pensamiento, nuestra cultura. ¿Podremos algún día imitar esa increíble capacidad de interconexión de nuestras células cerebrales? Porque, después de todo, en ello estriba la clave de este asunto.

No parece que, al menos a corto plazo, ello vaya a ser posible. ■

**“Ensaladilla rusa esferificada. Para la esfera de dashi, ingredientes: 400 gramos de caldo dashi, 8 gramos de gluconolactato cálcico, 1 gramo de xantana, 1 litro de agua, 6 gramos de alginato. Turbinar el caldo y hacer pequeñas esferas. Colocarlas en el centro de las medias esferas de patata. Una vez cerradas esferificar el conjunto en el baño de alginato”.** Se trata de una de las nuevas recetas de la alta cocina, tan caracterizada en los últimos tiempos por el uso de aditivos químicos. En mayo, el restaurador Santi Santamaría hizo saltar la polémica al advertir que el uso de estas sustancias en los platos, “aunque no sean tóxicas”, debería avisarse a los clientes por sus posibles “consecuencias indeseables en los alérgicos, por ejemplo”. El debate está servido. ■ POR **Concha Barrigos**, PERIODISTA CIENTÍFICA.

co.cina

estratos

*El uso de aditivos químicos en los restaurantes ha levantado la polémica en la alta restauración, que se debate entre la innovación y el uso de ingredientes tradicionales.*

Receta muy elaborada de Quique Dacosta presentada en Madrid Fusión.



Debate sobre cocina molecular en Madrid Fusión 09. A este encuentro asistieron los teóricos y cocineros más vanguardistas.

ACE 20 AÑOS UN GRUPO DE IN-  
gleses con afición a la gastro-  
nomía decidió editar una guía en la que  
detallaba ¡ingrediente por ingrediente! qué  
debía contener, pongamos por caso, una  
paella en España. La razón es que ellos  
creían que si en el chiringuito de playa no  
le añadían gambas en el mismo número  
y talla que les habían puesto en un res-  
taurante especializado en arroces, les es-  
taban timando. ¿Qué dirían ahora si les  
dieran en el Celler de Can Roca —dos  
estrellas Michelin— la *fideuá sin fideos* o  
la *ensaladilla rusa esferificada*? La técnica  
y, sobre todo, las posibilidades que ha  
abierto la química aplicada a los alimen-  
tos han cambiado en estas dos décadas  
completamente la ejecución culinaria y ya  
no extraña a nadie que se hable de *humos*,  
*peta zetas*, *gelificantes* o *anticongelantes* co-  
mo componentes de las recetas. Pero esa  
invasión de emulsionantes, gasificantes y  
estabilizadores ha puesto en pie de gue-  
rra a quienes defienden que utilizar esos  
elementos (químicos) es privativo de la  
industria alimentaria, la masificada, que  
ya explica en las etiquetas de sus produc-  
tos lo que llevan, y que los fogones son la  
conexión con lo natural y la tradición y  
que la magia sólo puede venir de la expe-

riencia y la habilidad con cazuelas y ma-  
terias primas. Sin trucos.

La industria química ha entrado en  
los restaurantes de la mano de Ferrán  
Adriá. Con esa declaración de Santi  
Santamaría, alma de Can Fabes —tres  
estrellas Michelin, al igual que elBulli de  
Adriá— empezaron las hostilidades. Fue  
en mayo, durante la presentación de su  
libro *La cocina al desnudo*, en el que este  
restaurador que lleva treinta años en la  
profesión, clama por el juego limpio y  
reclama honestidad a los cocineros. “Uti-  
lizan aditivos. No digo que no los emple-  
en pero que avisen de que lo hacen por-  
que, aunque no sean tóxicos, pueden  
tener consecuencias indeseables en los  
alérgicos, por ejemplo”, explica en una  
entrevista con *Estratos*.

Según él, Adriá está “haciendo cau-  
sa” con las organizaciones que defienden  
la introducción de esos aditivos, como  
el glutamato monosódico, la metilcelu-  
losa o la lecitina de soja, en la cocina.  
“¿Por qué habiendo productos naturales  
que cumplen la misma función hay que  
usar otros?”, se pregunta en su libro.

En la polémica intervino hasta la vice-  
presidenta primera del Gobierno, María  
Teresa Fernández de la Vega, que aclaró

que todos los aditivos que se utilizan en  
la cocina española profesional son legales.  
Pero no es ése el asunto. Los comensales  
deberían estar informados de qué ingre-  
dientes, de los que no se dice en la carta,  
está compuesto el plato, exige Santama-  
ría, que “no ha sido invitado” a participar  
en la última edición de Madrid Fusión,  
el examen anual del estado de la cocina  
nacional y de las nuevas tendencias, algo  
que él vincula a su denuncia pública.

“Lo que yo defiendo es que se coma  
bien y sano. Yo no uso esos ingredientes  
—los que denuncia— porque no tengo  
necesidad”. Sus aditivos, defiende, son la  
sal, el vinagre, la pimienta o la harina.

#### Ferrán Adriá y elBulli, un caso

El pasado 9 de diciembre, la muy vene-  
rable (más de 370 años a la espalda)  
Universidad de Harvard tuvo que habi-  
litar dos salas adicionales para el millar  
de alumnos que pugnaba por escuchar  
a Ferrán Adriá. No iba a hablar a estu-  
diantes de restauración ni de hostelería.  
Ni siquiera a pupilos de su Escuela de  
Negocios. Su auditorio estaba compuesto  
por alumnos de ingeniería y ciencias,  
convocados a la conferencia por el Cen-  
tro de Ingeniería y Ciencia sobre Inves-

tigación en Materiales (MRSEC), el más prestigioso del mundo en la investigación de texturas de todo tipo.

Adriá, con 46 años, puede presumir de tener tres millones de peticiones de reservas cada año. Sí, tres millones. Sólo puede dar de comer, a 215 euros más el IVA —tarifa 2008—, a 8.000 personas, de mediados de junio a mediados de diciembre y este año, por supuesto, ya está completo, como si la crisis fuera cosa de otros. Eso, para Harvard, es un caso digno de estudio; por eso hace ya un año su Escuela de Negocios le encomendó a él la elaboración de sus temibles y afamados casos prácticos.

El cocinero, el mejor del mundo según distintas publicaciones, no sólo comanda su restaurante de Cala Montjoi (Gerona), ha creado elBullitaller, en Barcelona, asesora distintos negocios de hostelería y hasta protagoniza con su creatividad la Documenta de Kassel (Alemania), uno de los eventos artísticos más importantes del mundo.

Tras protagonizar el caso práctico, vino a la conferencia de diciembre en el MRSEC, dedicada a la creatividad y la ciencia, y sólo doce horas después los estadounidenses estaban firmando un acuerdo de colaboración con elBulli y la Fundación Alicia —creada por él, la Generalitat Cataluña y Caixa Manresa

MADRID FUSIÓN



Dos de los sugerentes platos que se presentaron en las jornadas de Madrid Fusión este año.

para la investigación en alimentación— para desarrollar un lenguaje que sea capaz de excitar entre la opinión pública el interés por la ciencia.

Canjearán profesionales y conocimientos científicos y técnicos en la formulación de alimentos, texturas y estructuras pero, sobre todo, intercambiarán todo lo que sepan sobre espumas, fermentación y emulsiones, lo que dice mucho del grado de la competencia de Adriá en ese campo, porque al MRSEC se le supone. De su trabajo conjunto nacerán además cursos para enseñar ciencia en las escuelas de cocina de todo el mundo, para mostrar cuántas y cuántas

les pueden ser las aplicaciones que se pueden obtener de los alimentos.

Ya lo dice el ideario de elBulli: “El conocimiento y/o la colaboración con expertos de los diferentes campos (cultura gastronómica, historia, diseño industrial, etcétera) es primordial para el progreso de la cocina. En especial, la cooperación con la industria alimentaria y la ciencia ha significado un impulso fundamental. Compartir estos conocimientos entre los profesionales de la cocina contribuye a dicha evolución”.

Adriá sí ha sido uno de los protagonistas del último Madrid Fusión, y lo ha sido a lo grande con un mano a mano con el bri-



Santi Santamaría apuesta por la transparencia en la cocina.

## Un protocolo de restauración

Santi Santamaría propuso el pasado mes de octubre al director de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), Roberto Sabrido, que se cree una normativa que permita “trabajar con seguridad” en la alta restauración “cuando se utilicen ciertos ingredientes”, es decir, los aditivos propios de la industria alimentaria, entre ellos todos los emulsionantes, gasificantes y aireantes.

Ese “nuevo protocolo en la restauración pública” dotaría a los restaurantes de un marco legal del que carecen. Al cocinero le parece que Sabrido se mostró receptivo, pero lo cierto es que no ha recibido ninguna respuesta. “Aquí pasan cosas que no se consienten en ningún sitio”, afirma, y recuerda que en Alemania, por ejemplo, se informa en las cartas si emplea glutamato en alguna de las sugerencias. En España suelen ser los comensales los que preguntan a los cocineros si los platos contienen algún ingrediente a los que tienen intolerancia, claro que se trata de gluten, frutos secos o lácteos, por ejemplo. “Nadie sabe si los E-412, E-407 o E-340 le provocan alergia”, sentencia. ■



Plato de Sebastian Bras, una torre de ingenio.

tánico Heston Blumenthal, el mago de The Fat Duck, considerado el “segundo mejor restaurante del mundo”, tras elBulli, para debatir sobre ciencia y cocina.

El catalán dice que “por culpa de todos” esa relación se ha convertido en más de una ocasión en un *show* envuelto en humo de ese nitrógeno que a él tanto le gusta utilizar, y que lo importante, es decir, el avance técnico y científico no se ha sabido transmitir, y así lo ha explicado por medio mundo para presentar *A Day at elBulli*, editado por Phaidon, la primera vez en su historia que esa editorial dedica a la cocina su libro del año.

### La cocina no es una ciencia

La cocina no es una ciencia. Así de tajante es Santi Santamaría, autor de quince libros de recetas y que no niega que en alguna, como en una de milhojas de azafrán, incluyera un aditivo como la procrema o la glicerina. “Vale, eso pudo ser así en ese caso, pero yo no me dedico a vender en las escuelas de hostelería o en los restaurantes aditivos *E*. Siempre he querido que a mi cocina lleguen sacos de verduras, no de química. Estoy en una fase más primaria. La gente con la que yo me relaciono son los pescadores, los ganaderos, los que se dedican a la agricultura biológica...”

En el campo de la ciencia, precisa, “es admirable la evolución” pero de momento tiene sus dudas. “Grandes científicos dicen que los transgénicos no nos llevarán a ningún sitio. Hay que avanzar por

el camino del conocimiento, sí, pero también por el de la sostenibilidad, sin maltratar la Tierra. Creo que los efectos de la globalización están alejando la calidad de nuestras casas. Cerezas en invierno... ¿pero qué pasa? Hay algo que chirría”.

Reconoce que los procesos culinarios tienen mucho, o todo, que ver con la química, pero, insiste, no es una ciencia. “Hemos entrado en una dinámica tremenda. No quiero discutir que haya talentos del *marketing* que estén empeñados en relacionar ciencia y cocina, pero la cocina es salud y felicidad, la que nace de la memoria y de sentirte reconfortado con tu cultura”.



Ferrán Adrià.

## Esos familiares aditivos

- **Acidulantes:** las sustancias que incrementan la acidez de un alimento o le confieren un sabor ácido.
- **Agentes de recubrimiento** (incluidos los lubricantes): aplicadas a la superficie exterior de un alimento, le confieren un aspecto brillante.
- **Antioxidantes:** prolongan la vida útil de los productos alimenticios protegiéndoles frente al deterioro causado por la oxidación, como el enranciamiento de las grasas y los cambios de color.
- **Emulgentes:** hacen posible la formación o el mantenimiento de una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles, como el aceite y el agua, en un alimento.
- **Espesantes:** aumentan la viscosidad de un alimento.
- **Estabilizadores:** permiten mantener el estado físico-químico de un alimento.
- **Gasificantes:** liberan gas y, de esa manera, aumentan el volumen de la masa. ■



Heston Blumenthal, chef de *The Fat Duck*.

MADRID FUSIÓN

## El mono obeso

El catedrático de Fisiología de la Universidad de Extremadura José Enrique Campillo sostiene en el libro *El mono obeso* (editorial Crítica) que la especie humana ha pasado mucha hambre a lo largo de su evolución. Su genoma se ha adaptado para sobrevivir a ciclos de hambre, muy frecuentes, y abundancia, más raros. Los ancestros del hombre han tenido que adaptarse a estas carencias acumulando una serie de mutaciones favorables hasta constituir lo que se ha denominado el *Genotipo ahorrador* (*Thrifty genotype*). El problema surge cuando este genotipo desarrollado para sobrevivir a la escasez se enfrenta a la abundancia de la vida actual opulenta.

Campillo sostiene, por ejemplo, que el cerdo ibérico correctamente alimentado no tiene colesterol malo, sino bueno. Son los piensos que se dan en la alimentación intensiva, en granjas, los que convierten esa carne en una bomba de colesterol. El metabolismo humano, dice también, se está transformando gracias, en buena parte, al refinamiento de los cereales, y propone una *dieta darwiniana* que, básicamente, supone seguir la dieta mediterránea. Sin aditivos. ■



Ángel León, utilizando los métodos de cocina de vanguardia.

Santamaría dice que el debate sobre el uso de aditivos en los restaurantes está en toda Europa y recuerda que la guía *Gault Millau* acaba de anunciar que quien quiera hacer gastronomía molecular y dedicarse a las burbujitas, las espumas, las gelatinas y, en fin, todo lo que parece nada y sabe a lo de siempre, no estará en sus páginas. Él sospecha que esta alianza entre la industria química y los cocineros más mediáticos, como Adriá, en el fondo no tiene otro propósito que “meterse en las casas”, que en los supermercados se puedan comprar todos los *E* —emulsionantes, estabilizantes y demás familia—.

“Los más conocidos son prescriptores de esos productos. Si ellos lo dicen, será que está bien. Y ya se venden por Internet y en algunas tiendas, aunque está claro que es más fácil seducir a quienes tienen una cultura muy joven en gastronomía, como los anglosajones, que a los italianos o a los franceses”.

¿Y sus clientes qué dicen? “El mensaje les ha llegado pero ahora, la verdad, es que el gremio está pasando una situación muy difícil por la crisis. Si hay alegría, la gente sale a comer, si no, no”.

De los críticos gastronómicos tiene otra opinión. Se pregunta por qué

en España no existe una suerte de decálogo de buen comportamiento que impida, por ejemplo, que los que se dedican a “puntuar” a los demás tengan a su vez empresas que organizan “saraos” para los cocineros. Vaya, que se eliminen las sospechas de connivencia nacida de intereses que poco tienen que ver con la calidad. “Se han montado una historia que no tiene nada que ver ni con el periodismo ni con la gastronomía, y encima, en algunos casos, con dinero público”, reta.

No le invitaron a intervenir en Madrid Fusión. Escribió una carta a su artífice, José Carlos Capel, diciéndole que sería un buen momento para que le dieran la oportunidad de explicarse ante sus colegas. Le contestó que no, que el programa estaba cerrado. “Madrid Fusión es el gran espectáculo de la cocina, en el que escuchas monólogos y ves en directo lo resultado que es la cocina de cuatro polvos”, remata.

Claro que hay que recordar que en su última intervención, en enero de 2007, dijo en su escenario aquello de que los cocineros son “una pandilla de farsantes” que trabajan “para distraer a *snobs* y vendidos a la *puta pela*”.

Madrid Fusión ha girado este año en torno al matrimonio entre ciencia y cocina y lo último en lo que ellos llaman I+D+G, es decir, Investigación, Desarrollo y Gastronomía. Vamos, que aunque Santamaría no ha estado, se ha hecho muy presente.

Y para quienes crean que toda esta controversia nace de los celos y la envidia, Santamaría niega la mayor. Lo suyo, dice, es pasión por la cocina, entendida como un plus accesible a una sociedad que respete la cultura, de forma “democrática y transparente”, y está más que satisfecho con sus restaurantes de Barcelona y Madrid y con sus proyectos en Torrico (Toledo), Dubai y hasta en Lejano Oriente. “Si de algo me quejo es de los tiempos que vivimos, que no me vengan con simplezas y tonterías. Si no están de acuerdo con lo que defiendo que lo digan y punto”. ■

**A pesar de que no es excesivamente complicado conseguirlo, el desconocimiento y la desidia hacen que todavía muchas páginas web sean inaccesibles para personas invidentes y deficientes visuales.** Desde el 31 de diciembre de 2008, según reza la Ley de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información, todas las páginas de la Administración Pública y de las grandes empresas que ofrecen servicios a través de Internet deberían ser accesibles. Ya existe un régimen de sanciones para quienes lo incumplan. ■ POR **Carlos Egio**, PERIODISTA CIENTÍFICO

*Hacer una página accesible para las personas invidentes no comporta apenas trabajo extra para el diseñador y sin embargo reporta grandes beneficios a la sociedad*

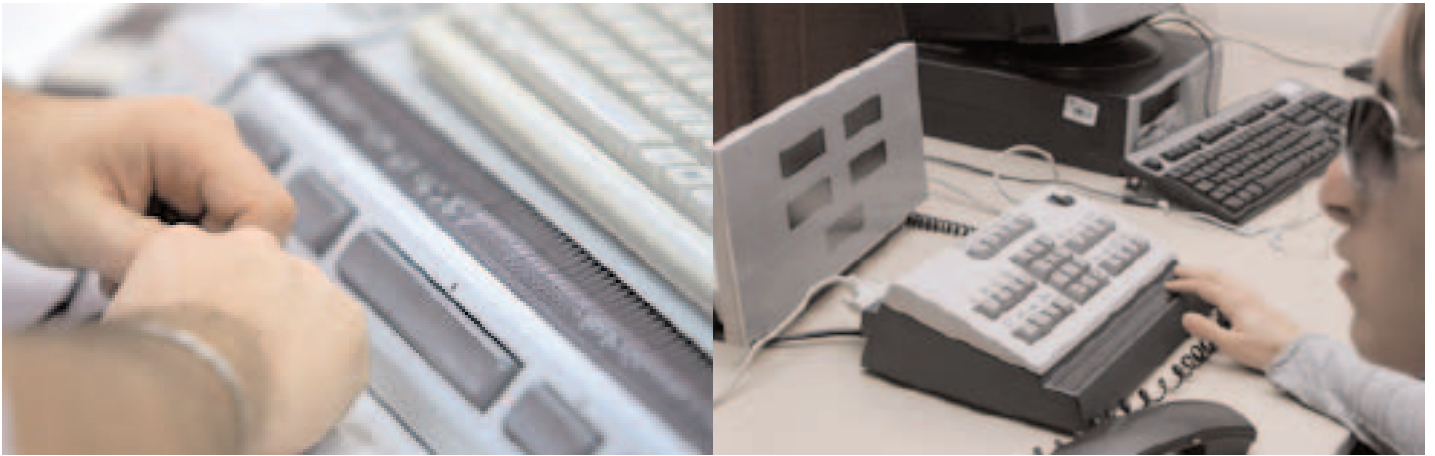
## Internet **para** todos, mantener el espíritu de la Red



PEDRO RECORRE A VELOCIDAD DE vértigo la *Red de redes*. Páginas de banca por Internet, de música, diarios digitales, foros sobre los temas más diversos aparecen y desaparecen de su pantalla mientras una voz sintética le narra diligentemente los contenidos en texto. Pedro es un cibernauta avezado en toda regla, un cibernauta invidente.

Pero su navegar, como tantas veces, se ve interrumpido cuando al intentar comprar un billete de autobús el sintetizador de voz que le narra lo que aparece en la pantalla emite un extraño mensaje. La página por la que intentaba navegar no es accesible, un problema que, al igual que las barreras arquitectónicas o los semáforos sin señal sonora, dificulta la vida cotidiana de miles de invidentes y deficientes visuales en España.

En condiciones normales utilizar un ordenador no es un problema para estos ciudadanos. Según una encuesta realizada recientemente por Technosite, el 34,5% de las personas con discapacidad visual utiliza Internet al menos una vez al mes. Entre las personas con



Las líneas braille, en la imagen, reproducen el texto de pantalla en un código de lectura en relieve.

ceguera total el porcentaje es del 35,3%, entre las que tienen un pequeño resto visual es del 23,7% y entre las que tienen gran resto visual del 65,5%.

Dos son las herramientas impresionables que la tiflotecnología —la

adaptación y accesibilidad de las tecnologías de la información y comunicación para su utilización y aprovechamiento por parte de las personas con ceguera y deficiencia visual— pone a su alcance. Las personas ciegas utilizan los llamados *lectores de pantalla*. Se trata de un *software* que lee el código con el que están desarrolladas las páginas web y transmite la información al usuario mediante voz o a través de una línea braille —un aparato que reproduce una línea de texto en este lenguaje en relieve—. Algunos de los usuarios, como es el caso de Pedro, acostumbrados a lidiar día a día con estas voces sintetizadas las hacen hablar a tal velocidad que su discurso se torna incomprensible para el resto de los mortales.

En lugar del ratón, el teclado hace la función de control de mandos para desplazar el cursor de icono en icono y conocer su contenido. Si las páginas están bien diseñadas y tienen un código correcto, la información que llega a la persona ciega será adecuada. Por ejemplo, siempre que haya una imagen representativa se transmitirá una descripción de la misma añadida previamente por el diseñador.

Las personas con deficiencia visual, dependiendo de su grado de visión, utilizarán magnificadores de pantalla (*software* que amplía el tamaño del contenido de la página) o monitores más grandes de lo habitual. Si la web es accesible, el usuario podrá ampliar el tamaño de la letra desde el propio navegador.

### Un reto diario

Según María Jesús Varela, directora del Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotecnológica (CIDAT) de la ONCE, “cuando una persona invidente quiere comprar algún artículo por Internet o hacer la compra en un supermercado, puede encontrarse con muchas sorpresas”. Tanto es así que todavía es la excepción “encontrarse con que estos procesos sean accesibles”, de modo que lo normal es que “en la mayoría de los casos se tenga que recurrir a la ayuda de alguien o a la compra telefónica, si es que la empresa dispone de este servicio”. Esto mismo ocurre con los servicios bancarios —aunque algunas entidades financieras ya cuentan con webs accesibles—, con las reservas de viajes y con algunos servicios de la Administración.

No es necesario recordar que Internet forma ya parte de nuestras vidas; la compra de los más diversos productos, el intercambio de información, el ocio, la comunicación con personas distantes e incluso los trámites administrativos ya tienen en la Red un punto de paso obligado. Precisamente, si el espíritu de Internet se basa en el acceso universal y en el libre intercambio de información, ¿por qué un colectivo tan numeroso como el de invidentes y deficientes visuales —la ONCE cuenta con 68.000 afiliados— tiene limitado su acceso a algunas páginas?

Precisamente uno de los objetivos de la Ley de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información es éste, es

## Instrucciones para hacer una web accesible

De una manera resumida los pasos para diseñar una web que no discrimine a los usuarios invidentes son:

- Incluir textos de comprensión fácil y una estructuración lógica de la información.
- Añadir textos alternativos a los gráficos, a los enlaces gráficos y a los mapas de imagen que indiquen claramente la acción o información que representan.
- Incluir un contraste entre el color del fondo y el texto suficiente para facilitar la lectura a personas con baja visión, con la posibilidad de elegir combinaciones de colores personalizadas para cada usuario.
- Se debe poder acceder mediante teclado a todos los controles y enlaces de la web.
- Generar códigos HTML correctos para su mejor interpretación por parte de los navegadores, a fin de que puedan ser reproducidos por las líneas braille o los sintetizadores de voz. ■

## Enlaces de interés

### ■ Technosite ([www.technosite.es](http://www.technosite.es))

Pertenece al grupo empresarial Fundación ONCE, oferta servicios de accesibilidad como el desarrollo de sitios web, consultoría, auditoría, certificación o formación relacionada.

### ■ Discapnet ([www.discapnet.es](http://www.discapnet.es))

Portal más importante en habla hispana sobre discapacidad, financiado por la Fundación ONCE y fondos europeos y gestionado por Technosite. Desarrolla estudios que muestran el nivel de accesibilidad de distintos sectores.

### ■ CIDAT (<http://cidat.once.es>)

Esta institución realiza tareas de orientación en accesibilidad y evaluación de páginas web, fijándose principalmente en su facilidad de uso para personas ciegas y deficientes visuales.

### ■ Fundación SIDAR ([www.sidar.org](http://www.sidar.org))

Su objetivo es la realización de estudios y actividades orientadas al desarrollo de acciones de investigación, formación, promoción, asesoría y todas aquellas que faciliten el desarrollo de la Sociedad de la Información de forma accesible en Iberoamérica. ■

decir, que los sitios de la Administración Pública y de las grandes empresas que ofrecen servicios por Internet fueran accesibles antes del 31 de diciembre de 2008, para lo que ya existe un régimen de sanciones. Para Blanca Alcanda, directora de Technosite, empresa especializada en tecnología y discapacidad de la Fundación ONCE, “España tiene muy buena legislación en materia de accesibilidad a las tecnologías”.

Adaptar una web para que sea fácil de usar por personas invidentes no es costoso y, sin embargo, reporta grandes beneficios tanto para los usuarios como para la empresa o la institución que lo lleva a cabo. Según el artículo *Reasons for Web Accessibility* de Dennis Lembre, publicado en la revista *Business*, “un sitio web accesible disminuye sus costos, aumenta sus ventas e incrementa su buena imagen”. A esto Blanca Alcanda añade el hecho de que se facilite el uso a las personas mayores, un colectivo muy amplio y en crecimiento, o a las personas con la vista cansada. Asimismo, una web con estas características será capaz de adaptarse a un dispositivo móvil y se posicionará en mejor lugar en los buscadores, ya que “al no ver imágenes ni escuchar sonidos, la presencia de alternativas hará que estos aparatos identifiquen mejor la información”.

Son varias las instituciones que velan por el acceso de las personas invidentes a Internet. Technosite ayuda a las organizaciones para que los servicios que ponen a disposición de los usuarios pue-

dan ser utilizados por este colectivo. Para ello se prestan servicios de consultoría en accesibilidad a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), auditoría y certificación, según normas y estándares establecidos a nivel nacional y europeo. Asimismo, desde esta empresa se desarrollan sitios web y se presta formación presencial y *on line*.

Además, a través del portal Discapnet ([www.discapnet.es](http://www.discapnet.es)), financiado por la Fundación ONCE y fondos europeos, desarrolla el Observatorio de Infoaccesibilidad. “Se trata de estudios que muestran el nivel de accesibilidad de los contenidos web de distintos sectores, analizando su evolución en el tiempo, para mostrar las barreras existentes y promover un conjunto de buenas prácticas”, comenta Blanca Alcanda, directora de Technosite.

Asimismo, el CERMI (Comité Español de Representantes de Minusválidos), “como organización representante del colectivo de personas con discapacidad, alerta de las barreras de este tipo que dificultan la integración de estas personas en la sociedad e informa de la legislación existente, entre otras cosas”.

Otra de las instituciones destacadas en este ámbito es el Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica (CIDAT), en el que trabajan más de ochenta profesionales, muchos de ellos ciegos o con deficiencia visual, y cuya misión principal es proporcionar a los afiliados de la ONCE los medios

técnicos para su desarrollo en el ámbito laboral y educativo, así como en el ocio y en la vida diaria.

Según explica Blanca Alcanda, la tiftotecnología está sumida en una especie de carrera armamentística, “siempre que se incorporan a la web nuevas tecnologías existe un tiempo en que éstas no son accesibles”. Es lo que sucedía con las imágenes en formato *Flash*, que hasta no hace mucho suponían una barrera para las personas con discapacidad.

¿Pero cumplen las Administraciones Públicas su propia legislación? Para María Jesús Varela, directora del CIDAT, “todas las partes implicadas en este proceso están haciendo un esfuerzo por conseguirlo”, pero “estamos muy lejos de poder afirmar que las páginas de la Administración son accesibles”. Blanca Alcanda afirma que son varios los proyectos que la Administración General del Estado (AGE) ha puesto en marcha para ayudar a las diferentes administraciones a cumplir con su propia legislación, como la creación del Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO) o la puesta en marcha de un servicio de auditoría y consultoría para más de cuarenta de sus organizaciones. A pesar de todo, el Observatorio de Infoaccesibilidad ha detectado un incumplimiento importante en los requisitos de accesibilidad de la AGE, si bien webs como las del Ministerio de la Presidencia, la Junta de Castilla y León, o los Ayuntamientos de Madrid y Pamplona destacan por sus buenas prácticas. ■

**Aceite de ballena, tres palabras que conjuran aventuras en los mares del Sur, cachalotes asesinos, balleneros ensangrentados, arponeros encaramados a su chalupa, una cola poderosa alzándose sobre las aguas hirvientes... y a la vez evocan la historia, no menos apasionante, del auge y decadencia de un combustible clave para la iluminación.**

■ POR **Pablo Francescutti**, PERIODISTA CIENTÍFICO.



Arriba, caja de velas de espermaceti. A la derecha, lámpara de aceite de ballena.



*Su éxito fue tal que, de no haberse descubierto la manera de destilar keroseno, a mediados del siglo XIX, probablemente se hubieran extinguido los grandes cetáceos*

**P**ARA CAPTAR LA IMPORTANCIA histórica del aceite de ballena conviene notar que durante miles de años la Humanidad no dispuso de más medios para iluminarse que de antorchas o lámparas con aceite de oliva o de nuez. Quitando la invención de las velas de cera o sebo en el siglo IV a.C., el repertorio no conoció ningún tipo de innovación hasta el descubrimiento de las superiores cualidades del aceite de ballena, dos milenios más tarde.

A la preciada sustancia se la conocía de tiempos inmemoriales. Ya se había intentado extraer aceite de focas, delfines y marsopas, pero el de ballena fue el primero en generar una industria. En rigor, se trata de una cera líquida que fluye con facilidad, cuyos colores van del amarillo brillante al marrón oscuro. Se extrae del *melón* –el bulto en la frente que forma el dispositivo de navegación de estos gigantes mamíferos– y también de la grasa que recubre el cuerpo de las ballenas francas y de cabeza arqueada.

Un párrafo aparte merece el esperma de ballena o *espermaceti*, localizado en los depósitos cerúleos de la cabeza de los cachalotes (de un ejemplar de gran tamaño se obtenían hasta tres toneladas). Con esa sustancia oleosa se fabricaban las velas más finas jamás conocidas, pues emitían poco olor y nada de humo. De los cachalotes también se obtenía el ámbar gris, una viscosa sustancia segregada por sus intestinos, muy apreciada en perfumería.

Otro derivado valioso eran las barbas presentes en la mayoría de las ballenas, encargadas de atrapar el plancton que entra por sus mandíbulas. De constitución ligera, resistente y flexible, resultaban muy adecuadas para elaborar corses, miriñaques, paraguas, cañas de pesca, látigos y amortiguadores de carricoches. Los huesos, por su parte, servían de fertilizante. De la ballena, como del cerdo, se aprovechaba todo.

### Manjar prehistórico

Desde la Prehistoria los cetáceos han sido un importante recurso natural, y por ello fueron cazados sin cuartel. La presa más fácil la representaban las ballenas varadas por las tormentas. Con el correr de los siglos, nuestros ancestros aprendieron a cazarlos en su propio elemento. Primero se cebaron con las especies pequeñas: ballenas piloto, belugas, narvales y marsopas, a las que empujaban con botes contra la costa, asustándolas con ruidos y movimientos hasta vararlas en las playas. Hacia el año 6.000 a.C. ya se empleaban arpones o flechas atadas a objetos flotadores, pieles de foca infladas o maderos, con el propósito de cansar al animal hasta tenerlo a tiro y poder rematarlo. Así procedían los esquimales, los indios norteamericanos y los primitivos vascos.

A los leviatanes se les cazaba básicamente como alimento. Los huesos de cetáceos desenterrados en yacimientos arqueológicos acreditan su importancia en la dieta de los pueblos costeros prehistóricos. Hubieron de transcurrir muchos siglos hasta que se le descubrieron a su acei-

# Aceite de ballena, el combustible que revolucionó la iluminación



te usos en iluminación, calefacción, lubricantes, jabones, margarina, pinturas, barnices y en el procesamiento de textiles. En particular fue su utilidad como combustible para lámparas y velas el factor que provocó un salto cualitativo en la caza, dando lugar a una auténtica industria. Como decíamos más arriba, los dispositivos de iluminación no habían experimentado cambios en los últimos dos mil años. En el siglo XVIII se percataron de que con el aceite de ballena se obtenían lámparas y velas dos veces más luminosas por unidad de energía, apunta William Easterly en su libro *The elusive quest for growth*.

La nueva aplicación generó un mercado floreciente. Lo acredita Miguel Jerónimo Suárez y Núñez en sus *Memorias instructivas, y curiosas sobre Agricultura, Comercio, Industria* (1780): “En Inglaterra se hacen, y también en Francia, Velas con la esperma de Ballena. Estas Velas no solamente no dan mal olor, sino que con una hermosa luz alumbran muy bien”. La *vela espermaceti* se convirtió en el patrón de medida (la candela) para la iluminación artificial.

La demanda se expandió tras descubrirse otra propiedad del *espermaceti*. La precisión de relojes y cronómetros dependía de una adecuada lubricación. La habitual mezcla de aceites de oliva y de nuez resultaba de limitada eficacia. El *espermaceti*, en cambio, resultó el mejor aceite lubricante en maquinaria de precisión, metales inoxidables y fluidos de transmisión. Su viscosidad cambia muy poco con el calor o el frío, responde bien a las altas presiones y velocidades, y penetra en todos los resquicios.

Por todas esas razones, al despuntar el siglo XIX las ballenas sostenían una industria pujante, sobre todo en Estados Unidos. La flota ballenera de ese país pasó de contar con 392 navíos en 1833 a 735 en 1846 (el 80% de la flota mundial). El puerto de New Bedford se convirtió en una de las ciudades más prósperas de la Unión. Las capturas de cetáceos producían anualmente entre cuatro y cinco millones de galones de *espermaceti*, de seis a diez millones de galones de aceite común, y unas 2.700 toneladas de huesos.

Hasta 1864, la caza se ejecutó con arpones manuales. Por ese motivo las piezas más buscadas eran las ballenas francas, las más lentas. Además de sus largas barbas y su alto contenido en aceite, presentaban la ventaja de ser las únicas que flotaban cuando morían, y podían ser remolcadas a puerto. En alta mar no quedaba más remedio que descuartizarlas *in situ* e izar las lonjas de grasa a la cubierta de los balleneros. Allí se las hervía en grandes marmitas y el líquido resultante se almacenaba en barricas.

La popularidad del producto hizo que su precio subiese de 9 centavos de dólar el litro en 1825 a 25 centavos en 1855. No era barato; la mayoría de la población occidental se tuvo que seguir alumbrando con los métodos tradicionales; pero los pudientes gozaron ampliamente de sus ventajas. Puede decirse, sin exagerar, que el grueso de los textos literarios, filosóficos y epistolares redactados entre 1770 y 1870 se escribieron a la luz de lámparas alimentadas con dicha sustancia orgánica.

## El aceite de Moby Dick

El hecho de que el aceite de ballena no se haya desvanecido en el olvido se debe a una obra literaria que retrató las peripecias de los barcos lanzados en persecución de los cachalotes. Nos referimos a *Moby Dick*, la novela de Herman Melville. La odisea del *Pequod* y la Ballena Blanca tiene rigurosas bases históricas. En la primera mitad del siglo XIX abundaban las historias de navíos averiados o hundidos a resultas del ataque de grandes cachalotes. Entre los más temidos descollaba un espécimen albino que merodeaba las costas de la isla chilena de Mocha, al que bautizaron *Mocha Dick*. “Blanco como la lana”... atacaba los barcos con ferocidad; y la prueba de su bravura la ofrecían las docenas de arpones clavados en sus flancos. Tan titánicos combates desaparecieron con la introducción del arpón cañón, que otorgó la ventaja decisiva a los cazadores. ■

El mercado así constituido se tragaba cantidades ingentes de cetáceos convertidos en aceite. En las dos primeras décadas del siglo XIX, tan sólo los barcos estadounidenses mataron un promedio de 15.000 ballenas francas al año. Al término de la centuria, la población de esa especie se había reducido a apenas 50.000 ejemplares. El exterminio se habría consumado de no ser por un oportuno invento: el keroseno.

En efecto; en 1849, el canadiense Abraham Gesner ideó una manera de destilar keroseno del petróleo. Este derivado de los hidrocarburos era barato, fácil de producir y no emitía olor. A diferencia del aceite de ballena, podía almacenarse indefinidamente, y era un 20% más luminoso por unidad de energía utilizada. Se produjo un *boom*. No habían transcurrido diez años cuando



En el siglo XIX abundaban las historias sobre cacerías de ballenas, como la célebre novela *Moby Dick*.

ya funcionaban treinta destilerías de keroseno en Estados Unidos. Los precios de ambos productos se desplomaron. El litro de *espermaceti* se vendía a 47 centavos de dólares en 1856; y a 11 en 1896, sin igualar el abaratamiento del litro de petróleo refinado, que bajó de 16 centavos en 1865 a 2 en 1895. Conforme se volvía más disponible, el keroseno sustituía al aceite de ballena. La flota ballenera de ese país se redujo a 39 navíos en 1876. La historia de la energía no había registrado un viraje tan drástico y tan repentino hasta entonces.

Con todo, los sistemas de iluminación de llama abierta tenían los días contados. En 1879, Thomas Edison introdujo la bombilla incandescente, que producía una luz pareja, iluminaba más tiempo y mejor, y era más segura que lámparas y velas. Con el avance de la electrificación, keroseno y aceite de ballena quedarían fuera de juego.

### El turno de las barbas

El certificado de defunción de la industria ballenera estaba a punto de ser extendido, cuando una repentina demanda de barbas y huesos le otorgó una supervida. La cotización del kilo de barbas se disparó: de 71 centavos de dólar en 1870 pasó a once dólares a fines de siglo.

El repunte del negocio se reveló efímero. En 1908, los aceros flexibles reemplazaron a las barbas en la indumentaria.

Los látigos y amortiguadores de los vehículos de tracción animal se volvieron obsoletos con la aparición del automóvil. Y el ámbar gris se quedó sin compradores cuando los químicos le encontraron un sustituto sintético. En 1924, el último ballenero estadounidense echó anclas para siempre.

Pese a ello, las ballenas no tuvieron un respiro. A sus despojos les hallaron nuevas aplicaciones: elaboración de jabón, margarina y glicerina (muy demandada en la producción de explosivos). Otros países tomaron el relevo de los americanos: Noruega, Japón y la URSS. La invención del cohete ballenero y del arpón cañón contribuyó a que a mediados del siglo XX la mortandad de ballenas alcanzase cifras sin precedentes. El total capturado entre 1959 y 1964 fue de 403.490 y el de cachalotes, de 228.328. En 1951 murieron más ballenas que en 150 años de cacerías estadounidenses. En 1960 y 1974 se registró el mayor número anual de capturas: más de 40.000 especímenes.

Dicho estado de cosas se mantuvo hasta 1986, fecha de la entrada en vigor de la moratoria a la caza de ballenas dispuesta por la Comisión Ballenera Internacional. Creada en 1948 por quince naciones *cazadoras*, el organismo tenía por finalidad regular la explotación de modo sostenible. Pero los acuerdos no se respetaron y las poblaciones conti-



## El 'saín' de los vascos

Que Estados Unidos monopolizase la pesca de ballenas en el siglo XIX no significa que esta actividad no tuviese ninguna relevancia en los puertos europeos. En los comienzos de la Edad Moderna, una fracción sustancial de la economía holandesa dependía del comercio de aceite de ballena. Tampoco era desdeñable el negocio existente en el litoral vasco. Se tiene constancia de que en 1059 Bayona obtuvo el privilegio de vender productos de la ballena en su mercado, entre ellos el codiciado aceite (*saín*, en euskera) y la carne, muy apreciada por los franceses. En el siglo XII, el Fuero de San Sebastián ya regulaba los derechos aduaneros por las barbas de ballena. Los balleneros del País Vasco y otros países europeos se mantuvieron muy activos hasta el siglo XVII, cuando el declive de cetáceos en el Atlántico Norte acabó con su rentabilidad. La caza continuó en las aguas del Pacífico meridional, bajo control de sus competidores estadounidenses. ■

### Puerto ballenero de Nantuckett, Estados Unidos.

nuaron menguando. Los conservacionistas hicieron de estos mamíferos el emblema de la defensa de la biodiversidad. Finalmente, se dispuso la moratoria, que se mantiene vigente hasta el día de hoy (con las excepciones de Noruega, Japón e Islandia).

De la prohibición únicamente quedó exceptuada la pesca de subsistencia practicada por los esquimales. A efectos prácticos, el aceite de ballena desapareció como artículo comercial. En la mayoría de sus usos le sustituyó el aceite de joroba (planta denominada *la ballena del desierto*), por su estructura química casi idéntica.

### ¿Quién salvó a las ballenas?

Esta historia tiene su moraleja. Los ecologistas la utilizan como pieza de demostración del impacto que tiene en la biodiversidad el lucro desenfrenado y la industrialización salvaje. La industria ballenera, subrayan, demostró ser incapaz de autorregularse; nunca previó que ese recurso natural pudiera agotarse a consecuencia de sus prácticas.

Hay quien piensa de manera opuesta. James S. Robbins defiende que el salvador de las ballenas fue el capitalismo; más precisamente, fue el avance tecnológico motorizado por el afán de ganancia lo que impidió su extinción, al pergeñar una alternativa al aceite. En su versión Gesner comparte ese mérito con

John D. Rockefeller, el prototipo de magnate inescrupuloso, pues a él se debe el éxito comercial del keroseno.

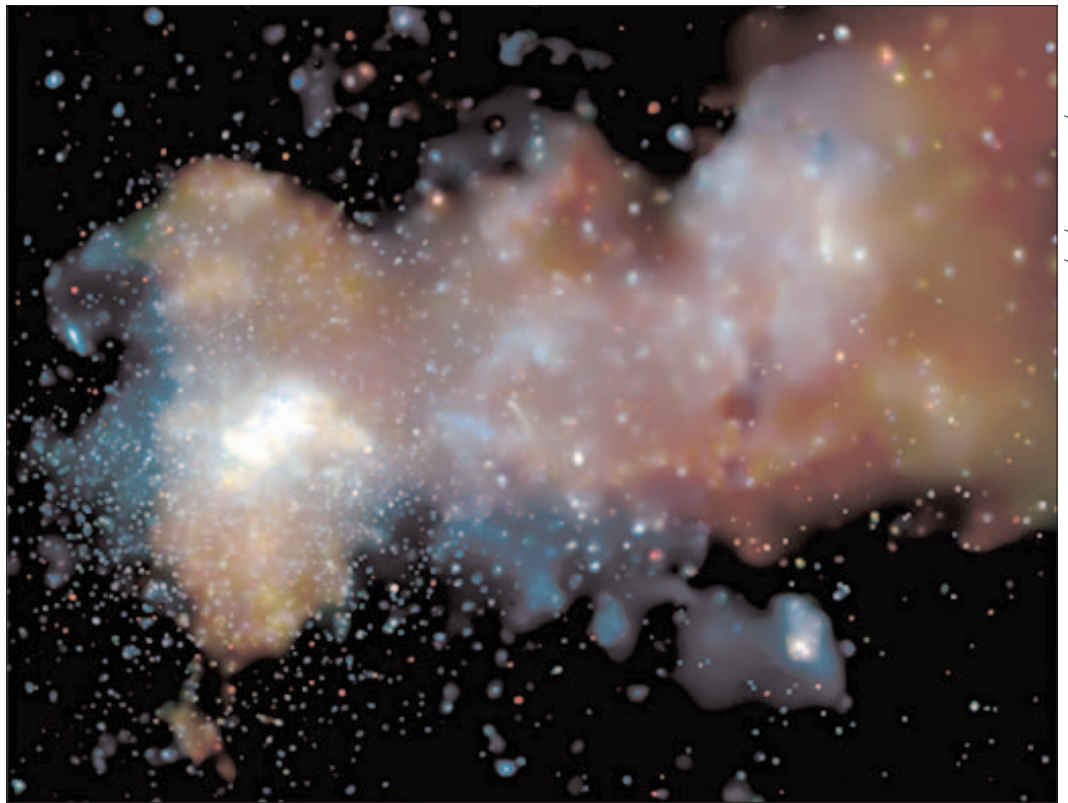
Ese argumento tiene un punto débil: el keroseno podría no haber llegado a tiempo de salvar a los amenazados cetáceos. Ninguna ley del progreso tecnológico garantiza que una invención se produzca cuando más se la necesita. Una combinación imprevista de circunstancias quiso que el keroseno apareciese en el momento oportuno; de haberse demorado un par de décadas, la ballena estaría extinta como el pájaro dodo.

Por fortuna, ese destino le fue ahorrado a la criatura que, como recordaba Herman Melville, “atravesó los mares antes de que los continentes emergieran de las aguas; nadó en los lugares que ocupan las Tullerías, el Castillo de Windsor y el Kremlin durante el diluvio de Noé”. Y hoy, el éxito de las medidas protectoras ha hecho verosímil su profecía de que “si alguna vez el mundo debiera sumergirse como los Países Bajos para librarse de las ratas, la eterna ballena sobreviviría y elevándose en la cresta más alta de la ola ecuatorial, arrojaría su espumoso desafío a los cielos”. ■



Las ballenas francas, como la de la imagen, eran las más buscadas por su nadar pausado.

## Existe vida extraterrestre ‘abundante’



NASA/CXC/UMASS AMHERST/OLDWANG ET AL.

El estudio publicado concluye que podría haber entre 360 y 38.000 civilizaciones inteligentes en nuestra galaxia.

Un grupo de científicos escoceses ha realizado una nueva estimación acerca de la posible existencia de vida extraterrestre, y les sale una probabilidad mucho mayor de lo que hasta ahora se pensaba. Es más, en esa *abundancia*, que es el término que ellos emplean en sus conclusiones, de posible vida en otros lugares del Cosmos, no sería extraño que incluso hubiese civilizaciones inteligentes dentro de nuestra propia galaxia. Y no serían pocas, sino quizá varios millares; eso sí, muy lejos de nosotros porque no hay evidencia alguna de que hayamos observado nada relacionado con esas supuestas civilizaciones extraterrestres.

El trabajo, publicado en el *International Journal of Astrobiology*, concluye que, según los cálculos que estiman esa probabilidad podría haber entre 360 y 38.000 civilizaciones inteligentes en nuestra propia galaxia. El doctor Duncan Forgan, de la Universidad de Edimburgo, líder del trabajo en cuestión, aduce que el hallazgo en estos últimos años de más de 330 planetas fuera del Sistema Solar ha permitido nuevos cálculos de las posibles formas de vida extraterrestre.

Eso sí, para estos investigadores resulta altamente improbable que alguna vez podamos contactar con esas formas de vida even-

tualmente inteligentes y tecnológicas. Primero por culpa de la distancia: nuestra galaxia es gigantesca, tiene un diámetro de 100.000 años luz, y eso significa que a lo mejor el lugar donde hay seres inteligentes puede estar a miles de años luz; lo que significa que las señales tardarían muchos miles de años en llegar... Y hace miles de años no había tecnología en la Tierra para detectar eso, y no sabemos lo que habrá dentro de miles de años. Sería mucha casualidad que ahora nos llegaran esas señales; y a lo mejor cuando contestemos, dentro de otros tantos miles de años, la civilización que las envió ya no existe... ■

CONFERENCIA

# Suministro de Último Recurso en el Sector de la Electricidad y del Gas Natural

Consulte  
nuestros  
descuentos  
para grupos

Con la participación de:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, CNE, REE, GTS-ENAGAS, OMEL, OCS, UNESA, SEDIGAS



Madrid, 23 de abril de 2009  
Hotel Wellington



Unidad Editorial  
Conferencias  
Formación

Asociaciones Colaboradoras:



Publicaciones Colaboradoras:



Portal Colaborador:

Expansión.com

Nueva forma de inscripción a través de **conferencias**  
● ● ● y [formación.com](http://formación.com)

Atención al cliente y ayuda a la navegación **902 99 62 00**

# S

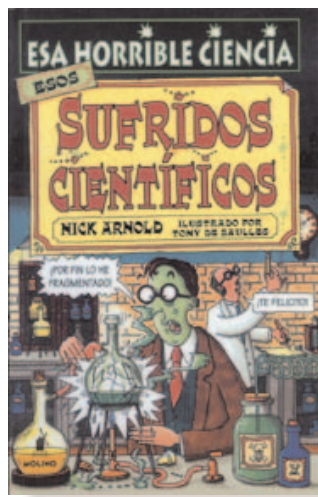
por  
Manuel Toharia

# R

# B

# I

# E



**Esos sufridos científicos**  
**Nick Arnold, ilustrado por**  
**Tony de Saulles**  
**Edición revisada por RBA**  
**Libros**  
**Barcelona, 2008**

Un libro aparentemente divertido, muy ilustrado, casi en plan cómic, dentro de una colección que lleva por título *Esa horrible ciencia*. Todo muy gracioso, al borde del chiste fácil... Al menos, si uno no se molesta en echarle un vistazo más de cerca. Porque cuando se entra de lleno en el texto no puede menos que acabar interesado, y aun más, literalmente fascinado. Un vistazo al sumario ya nos indica de qué va la cosa: *Esos sufridos científicos de la Antigüedad, Los dolorosos métodos científicos, Los sufridos astrónomos, químicos, biólogos, físicos...* Al final, porque el libro acaba leyéndose de corrido, como una buena novela, el lector ha descubierto los más brillantes avances del pensamiento humano, los más explosivos experimentos, los fracasos, las ideas, las miserias de las gentes que dedicaron su vida a la ciencia. Y nos habremos enterado de mil y una anécdotas so-

bre los sabios. En tono irónico pero siempre, muy en el fondo, admirativo hacia la labor de los sabios, el divulgador americano Nick Arnold consigue interesarnos por algo que podría parecer aburrido: la historia del conocimiento humano y de sus protagonistas. Cuando se termina la lectura de un librito mucho más denso de lo que pudiera parecer —casi 200 páginas de texto en letra pequeña y abundantes ilustraciones—, dan ganas de volver a leerlo paladeándolo más despacio, tomando incluso alguna nota. Y, en conjunto, se tiene la impresión de que, en efecto, la ciencia puede ser algo muy divertido.

**La física en la vida cotidiana**

**Alberto Rojo**

**Siglo Veintiuno Editores,**  
**colección *Ciencia que ladra...***

**Universidad Nacional de Quilmes (Argentina), 2008**

Alberto Rojo es un magnífico músico y compositor argentino, especialista en la fusión arte-ciencia, puesto que en realidad su trabajo consiste en investigar y enseñar en la universidad californiana de Oakland como físico teórico. Llevado por su pasión divulgadora en el campo de la ciencia, es decir, en el de la cultura —¡sin ciencia no hay cultura!—, ha escrito diversos libros que no se han difundido en España suficientemente, pero que han tenido una enorme repercusión en el mundo hispanohablante de allende el océano. Éste tiene que ver

con la física, con la vida de todos los días, con el arte, con los humanos. Es un libro que nos lleva a descubrir lo que vemos pero no miramos, lo que se oculta tras lo que miramos, lo que se mueve aunque parezca quieto y lo que se frena aunque parezca que sigue moviéndose. Y explica lo que flota, lo que suena, lo que atrae a otras cosas, lo frío y lo cálido... La física de la vida dia-



ria, obviamente, está llena de todas estas cosas ante las que solemos pasar indiferentes, sin plantearnos las preguntas que nos llevarían a pensar, a experimentar, a solucionar, a mejorar... Y, además, aprenderemos curiosidades que podrían parecer mágicas: un árbol como cámara fotográfica, una gota de agua convertida en lupa, cómo levantar a una persona soplando por una pajita, los espejos caprichosos y mentirosos, las pelotas que se aceleran en lugar de frenar o las matemáticas de la música y la física de los sonidos. No abundan los buenos libros de divulgación científica, y el desconocimiento que tenemos en España de lo que se hace en el mundo hispanoamerica-

no quizá pueda compensarse con la lectura de este libro apasionante. Es una obra fácil de encontrar a través de Internet.

**Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación**

**Diversos autores, coordinado por Juan Manuel Barberá**

**Instituto de Nutrición y Trastornos Alimentarios (Comunidad de Madrid) Madrid, 2008**

Suele decirse de los alimentos que son funcionales cuando proporcionan un efecto beneficioso para la salud, además del obvio cometido nutricional que tienen. No forman un grupo concreto de alimentos, sino que prácticamente todos pueden serlo a poco que se les añada, se les sustituya o incluso se elimine en ellos algún componente. La mayor parte de este tipo de alimentos son, pues, manufacturados, pero también otros tradicionales, como el aceite de oliva o los tomates, por ejemplo, son hoy considerados funcionales. Sencillamente porque esos alimentos tradicionales contienen componentes que hoy la ciencia ha demostrado que son beneficiosos para la salud, al margen de la nutrición misma. Es obvio que la industria alimentaria está realizando inversiones importantes para introducir alimentos con estas características saludables añadidas, aunque no siempre es oro todo lo que reluce, como es obvio. Quizá por eso este libro resulta especialmente interesante para informar al consumidor con datos cien-



tíficamente rigurosos y exentos de cualquier atisbo de publicidad obviamente interesada. Los diferentes capítulos, escritos por diversos especialistas, aportan una actualización de los diversos ingredientes y alimentos que se consideran funcionales, comentando las distintas evidencias que hoy tiene la ciencia sobre su actividad. En particular, el libro incluye excelente información, completa y muy sencilla de comprender, sobre esos alimentos que hoy describimos a base de neologismos no siempre comprensibles: prebióticos, probióticos, fibras solubles e insolubles, bioactivos, transgénicos, nutraceuticos, menús deportivos...

**Nobel. El Olimpo de los científicos**

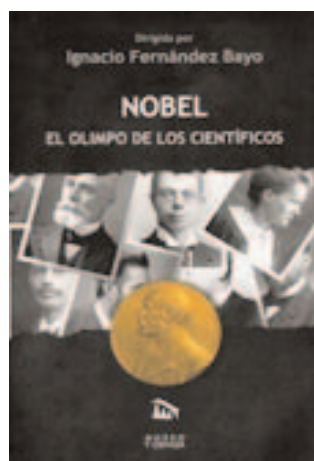
**Dirigido por Ignacio F. Bayo Varios autores**

**Edita Ciudad de las Artes y las Ciencias**

**Valencia, 2008**

Los científicos tienen escasas oportunidades para el reconocimiento popular y por lo común a lo más que pueden aspirar es a la íntima satisfacción de haber aportado un grano de arena a la montaña del conoci-

miento. El Premio Nobel es la ocasión en que algunos de ellos, tan solo 530 entre 1901 y 2008, consiguen acceder a un paraíso terrenal, recibir muestras de respeto y admiración, incluso de personas que no tienen ni idea de la naturaleza de su trabajo. La historia del premio está repleta de grandes aciertos y de algunos errores, pero es un escaparate único donde realizar un recorrido por lo que la cien-



cia ha hecho a lo largo del siglo XX y los primeros años del XXI. Es el más antiguo y el más fastuoso de los premios, el único que reclama una unánime e intensa atención mundial, y aquel por el que cualquier científico renunciaría a todos los demás. El objetivo de este libro es ofrecer una panorámica de la historia del premio y de los mecanismos por los que se rige. Intenta también analizar hasta qué punto retrata con exactitud la excelencia científica de estos sus primeros 108 años. Contiene, por último, una breve biografía de los premiados para que sus hallazgos sigan siendo recordados por quienes nos beneficiamos de ellos. ■

# SUSCRIPCIONestratos

Nombre y apellidos

Domicilio

CP

Población

e-mail

Provincia

De acuerdo con lo dispuesto en la vigente normativa, le informamos de que los datos que usted pueda facilitarnos a través del presente boletín de actualización quedarán incluidos en un fichero del que es responsable ENRESA, donde puede dirigirse para ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, oposición o cancelación de la información obrante en el mismo, bien a través de la dirección de correo electrónico [registro@enresa.es](mailto:registro@enresa.es) o por escrito a la calle Emilio Vargas, 7. 28043 Madrid. Los datos personales que se solicitan al suscriptor son los estrictamente imprescindibles para poder recibir la revista. Estos datos se tratarán únicamente para gestionar la lista de suscriptores y no se comunicarán a ningún tercero.

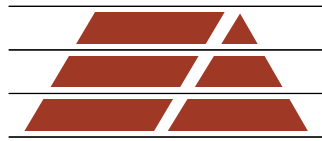


*Synema globosum*. Sierra de Vandellós (Tarragona).

## *Arañas cangrejo*

**T**AL ES EL NOMBRE COMÚN DE UNA FAMILIA DE ARAÑAS, DE GRAN belleza estética y con una gran variedad de formas y colores. Sus enormes patas anteriores, en las que basa su gran eficacia depredadora, las utilizan a modo de remos en sus desplazamientos, lo que les confiere unos movimientos parecidos a los de los cangrejos. Ca-

zan al acecho, agazapadas tras los pétalos de las flores donde acuden, inocentes, gran cantidad de insectos. El abrazo venenosamente mortal de los potentes quelíceros sobre las presas es relativamente fácil de observar en nuestra geografía. Es la imagen de una naturaleza desconocida debajo de las flores de nuestros campos y jardines. ■



# EMPRESARIOS AGRUPADOS

Ingeniería y servicios para el Sector Eléctrico.

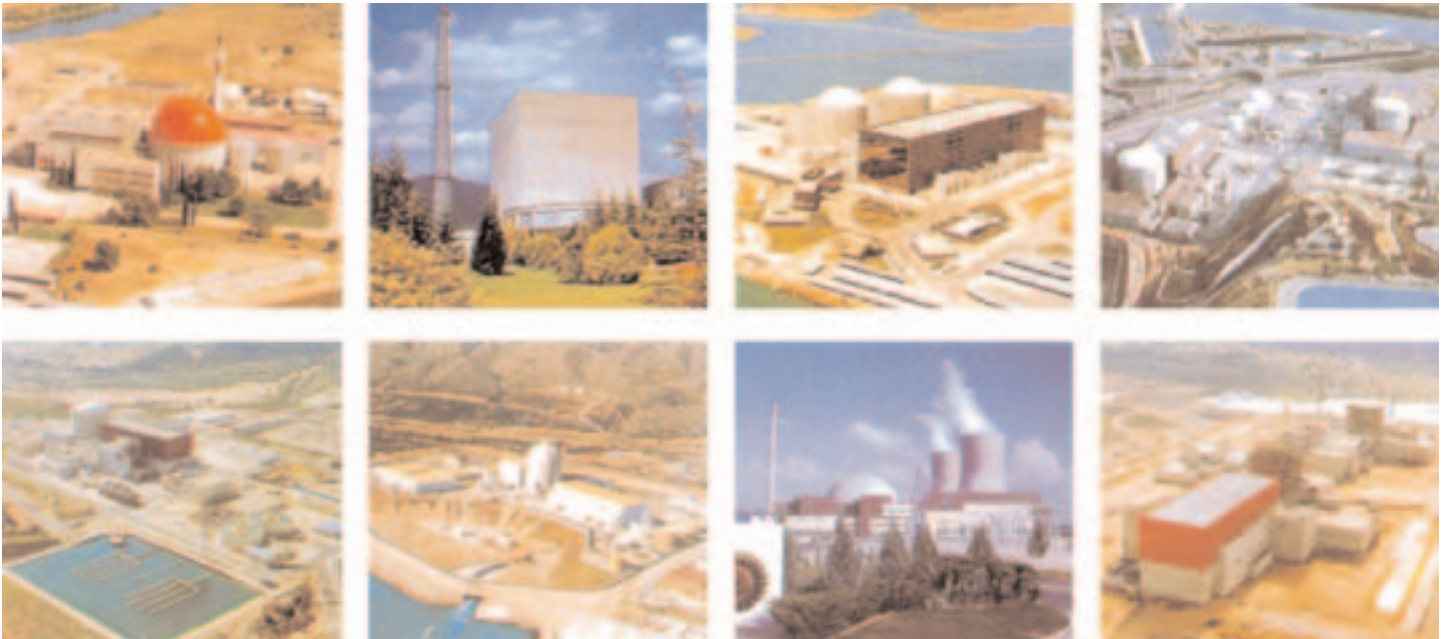
En el campo nuclear ofrecemos nuestra experiencia de ámbito internacional en una amplia gama de servicios para el proyecto, construcción y apoyo a la explotación de centrales nucleares e instalaciones con ellas relacionadas, incluyendo:

- ▶ Consultoría
- ▶ Gestión de Proyectos
- ▶ Ingeniería y Diseño
- ▶ Seguridad Nuclear y Licenciamiento
- ▶ Protección Radiológica
- ▶ Adquisición de Equipos
- ▶ Supervisión de Construcción
- ▶ Pruebas y Puesta en Marcha
- ▶ Garantía de Calidad
- ▶ Apoyo a la Operación y Mantenimiento
- ▶ Evaluaciones de Seguridad
- ▶ Análisis Probabilista de Seguridad
- ▶ Proyecto e Implantación de Modificaciones
- ▶ Gestión de la Configuración
- ▶ Gestión de Residuos Radiactivos de Baja Actividad
- ▶ Proyectos de Instalaciones para Almacenamiento de Combustible Gastado
- ▶ Programas de Alargamiento de Vida
- ▶ Descontaminación y Desmantelamiento

■ **Tecnología**

■ **Experiencia**

■ **Dedicación** ■



**EMPRESARIOS AGRUPADOS, A.I.E.** Magallanes, 3 • 28015 Madrid, España • Teléfono (34) 91 309 80 00 - Fax (34) 91 591 26 55  
[www.empre.es](http://www.empre.es)

## ¿Busca **calidad, fiabilidad, seguridad e innovación?**



### **AREVA T&D ofrece productos con tecnología punta para AT y MT**

**AREVA T&D desde hace más de 100 años** diseña, fabrica, comercializa, instala y mantiene sus productos destinados para las redes del transporte y distribución de electricidad. Nuestra completa gama de productos para alta y media tensión, permite llevar la electricidad de la central eléctrica al usuario final.

Desde los interruptores de generador hasta los centros de transformación, pasando por los transformadores de potencia y las cabinas de distribución, nuestra experiencia en transmisión y distribución de electricidad es la base del desarrollo industrial y garantiza que millones de personas en el mundo entero y España, reciban un suministro seguro y fiable.

Nuestros equipos de alta y media tensión encajan a la perfección con sus exigencias.

AREVA T&D le ofrece experiencia y conocimiento en productos, sistemas y servicios de innovación adaptados a sus necesidades, dentro de los plazos de entrega solicitados y con los más altos niveles de calidad.

[www.areva-td.com](http://www.areva-td.com)

