



Entrevista a José Manuel Sánchez Ron, historiador de la ciencia y miembro de la Real Academia Española



Urbanismo: llegan las ciudades verticales con torres capaces de albergar hasta 100.000 personas



Enresa despliega una gran actividad internacional para captar tecnología y divulgar sus propios desarrollos

estratos

**Empresa Nacional de Residuos Radiactivos
N.º 89 / 2 €
Verano 2008**



**Expo 2008:
Zaragoza
bajo las aguas**

•••• Una apuesta segura
en ingeniería nuclear.



www.iberinco.com

División de Generación Nuclear

Telf.: +34 91 383 31 80

Fax: +34 91 767 59 23



IBERDROLA

Ingeniería y Construcción

Un informe para la sociedad



EL PASADO 26 DE MAYO LA JUNTA General de Accionistas de Enresa aprobó las cuentas y el informe anual de la empresa, que en esta ocasión hizo especial énfasis en los aspectos de responsabilidad social corporativa. Además de destacar hitos de actividad, como la preparación de la central nuclear de Jose Cabrera (Zorita) para su desmantelamiento

o la construcción de la instalación complementaria para residuos radiactivos de muy baja actividad, el documento presentado por Enresa a sus accionistas detalla todos los trabajos que la entidad lleva a cabo para cumplir los fines que la sociedad le ha encomendado.

En la celebración de la Junta, que tuvo lugar en Madrid, Juan Antonio Rubio, como representante del principal accionista de la empresa, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), destacó que 2007 fue un año más de logros en la larga vida de esta empresa, a la que calificó de “muy bien preparada”, “eficaz” y “perfectamente experta” en sus actividades.

Palabras de ánimo y de elogio también se escucharon por parte del otro accionista, la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI), cuyo director general de Participadas, José Miracle, destacó el excelente resultado de la gestión de la empresa tanto desde el punto de vista profesional como desde el financiero, en un ejercicio que invita a la confianza en... “los miles de años de proyección de esta empresa”.

Y es que es precisamente el apoyo que el Consejo de Administración de la empresa presta a todos los proyectos, lo que permite a los profesionales de Enresa desarrollar las actividades previstas en el 6º Plan General de

Residuos Radiactivos. Ejemplo de este apoyo es el fin de la construcción de la primera estructura para residuos de muy baja actividad de El Cabril, un proyecto clave que nos permite planificar sin incertidumbres a medio y largo plazo la gestión integral de los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad.

Tanto esta instalación complementaria como otras soluciones ambientales que la sociedad nos demanda forman parte del objeto principal de la empresa: servir a la ciudadanía, llevando a cabo con eficacia y seguridad una tarea medioambiental comprometida. Una filosofía que hemos trasladado este año al informe anual.

Todos los que asistimos a la Junta General de Accionistas hicimos referencia al principal objetivo estratégico de la empresa, el Almacén Temporal Centralizado (ATC) para residuos radiactivos de alta actividad, del que los lectores de *Estratos* tienen cumplida información. El otro proyecto que centró la atención de este encuentro, por el elevado grado de avance del mismo, fue el Plan Integrado para la Mejora de Instalaciones del Ciemat (PIMIC), en el que Enresa participa con el desmantelamiento de las instalaciones nucleares de las que disponía el centro. ■

José Alejandro Pina
Presidente de ENRESA

estratos

N ° 89 VERANO 2008

32

Ventanilla única
para la ciencia y la
innovación

Jesús Vicenti

36

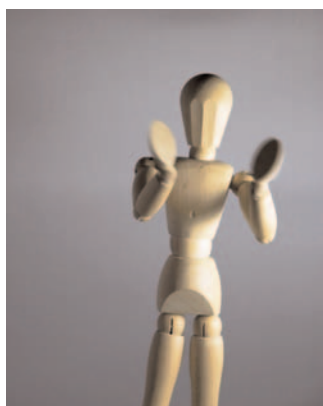
El bosque enfermo

José María Montero

42

¿Se cree usted libre?
Desengañese, no lo es

Mónica Salomone

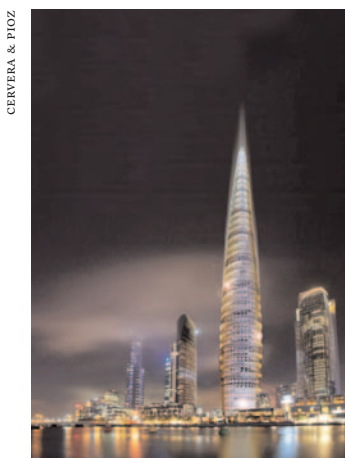


Interior de la Torre del Agua
en la Expo de Zaragoza
(Chus Marchador).

46

Vivir en el cielo:
llegan las ciudades
verticales

Concha Barrigós



52

In vino scientia

Pablo Francescutti

56

Vivir sin envejecer

Manuel Toharia



60

Plan Nacional de
Restauración de Ríos:
devolver al río su
aspecto

Luis Guijarro

65

El misterio de los
lagartos gigantes

Julián Pérez



4 Actualidad

68 Noticario

70 Libros

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, 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.

14

La dimensión internacional de Enresa

Con la participación activa en los programas promovidos por los organismos internacionales, y a través de acuerdos con organismos e instituciones de competencias similares, Enresa realiza un importante intercambio de conocimientos y experiencias en aspectos como la gestión de residuos radiactivos, el desmantelamiento de instalaciones nucleares y la protección radiológica.

Enresa in the World (page 12)

Texto: José Luis González y Emilio García Neri



20

Entrevista a José Manuel Sánchez-Ron, físico y miembro de la Real Academia Española

José Manuel Sánchez-Ron analiza el estado de la ciencia y la investigación en España. Más de veinte libros de divulgación, en los que de una manera entretenida transmite la evolución de los conocimientos científicos con precisión y fidelidad, avalan a este físico que ocupa el sillón de la letra "G" en la Real Academia Española.

Texto: Emilio Jarillo



JORGE FERNÁNDEZ

26

Zaragoza bajo las aguas

Desde el 14 de junio y hasta el 14 de septiembre, 110 países y organizaciones participan en la Exposición Internacional de Zaragoza, un evento que pretende poner de relieve los crecientes problemas que provoca la carencia del agua en el mundo y las deficiencias en su gestión. Para la capital aragonesa supone, además, una transformación radical de su fisonomía y una proyección mundial sin precedentes.

Texto: Ignacio F. Bayo



ÁNGEL DE CASTRO

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: Máximo Taranilla.

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: Microprint Ibérica, S.A. Capitán Haya, 3. 7º dcha. 28020 Madrid. Tel. 91 417 89 84
Impresión: Gráficas Caro. Gamonal, 2. Polígono Industrial de Vallecas. Madrid. Tel. 91 777 30 74.
Depósito Legal: M-7 411-1986.

Suscripción anual (4 números): 4 euros.
Precio por ejemplar: 2 euros.

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

La Antártida y el yacimiento de Atapuerca serán los protagonistas del XI Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente

Las investigaciones geológicas en la Antártida y las últimas novedades de las campañas de excavación en el yacimiento paleontológico de Atapuerca serán los temas que abrirán el XI Seminario Interna-

cional de Periodismo y Medio Ambiente, organizado por Enresa y la Agencia Efe, con la colaboración del Ayuntamiento de Córdoba, de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y de la Universidad de Córdoba, que se celebrará en esta ciudad del 24 al 26 de septiembre. El tratamiento de los temas medioambientales en Internet, la evolu-

ción histórica de la basura o la influencia del cambio climático en la industria vitivinícola son otros de los temas que serán abordados en esta nueva edición, a la que están convocados periodistas, técnicos medioambientales y estudiantes universitarios de los últimos cursos de estas disciplinas de toda España.

Jerónimo López, como

vicepresidente del Comité Científico Internacional de Investigación en la Antártida, es un experto mundial en el continente helado y en su conferencia, que abrirá el programa académico de esta edición, analizará los resultados de los programas de investigación que actualmente se llevan a cabo en este lugar. De especial interés será conocer la influencia del

El CSN da el visto bueno al almacenamiento de residuos de muy baja actividad de El Cabril

La instalación complementaria para almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja actividad de El Cabril recibió, el pasado 18 de junio, el informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear, por lo que el siguiente paso para la próxima puesta en explotación de la denominada "celda 29" será la autorización del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Enresa finalizó a principios de este año la construcción de la primera estructura de la instalación complementaria de El Cabril para residuos radiactivos de muy baja actividad procedentes de incidentes en acérras –como los sucedidos en Acerinox o Siderúrgica Sevillana en 1998 y 2001- o del desmantelamiento de centrales nucleares, entre otros.

Esta estructura es la primera de un total de cuatro que se construirán de forma gradual y que proporcionarán a El Cabril la capacidad suficiente para almacenar los residuos radiactivos de baja y media actividad que se generen en España.



J. FERNÁNDEZ

Instalación de almacenamiento de residuos de muy baja actividad de El Cabril.

Su entrada en funcionamiento supone uno de los logros más importantes de Enresa, que da respuesta de esta forma a diversas resoluciones parlamentarias destinadas a que España dispusiera, al igual que otros países, de una instalación específica para este tipo de residuos, de escasa contaminación radiológica, de forma que no

supusiera una pérdida del valor estratégico de las estructuras de almacenamiento disponibles para residuos de mayor actividad.

La solución que aporta Enresa a los residuos radiactivos de muy baja actividad es tecnológicamente distinta a la de los residuos de baja y media actividad, ya que, debido a las característi-



Asistentes al seminario del año pasado.

cambio climático sobre su capa de hielo. Jerónimo López es geólogo y profesor de la Universidad Autó-

noma de Madrid y, en 2002, fue premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional en cali-

dad de representante del colectivo de científicos que estudia la Antártica.

Los resultados de las últimas campañas en el yacimiento de Atapuerca y las perspectivas que se presentan para las próximas serán abordadas, a continuación, por Eudald Carbonell, codirector, junto con Juan Luis Arsuaga y José María Bermúdez de Castro, del proyecto paleontológico de Atapuerca, y uno de los descubridores, en este yacimiento de la sierra burgalesa, de los fósiles de los europeos más antiguos que se conocen: 80 piezas

de seis individuos de hace más de 780.000 años. Por estos descubrimientos recibieron en 1997 el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica. Carbonell es, además, director del Instituto de Paleocología Humana y Evolución Social de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona.

Eloisa Bernáldez, paleobióloga e investigadora del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, mostrará, en una conferencia titulada *Basureros históricos: todos tenemos un sucio pasado*, cómo ha evolucionado la composición de la basu-



Presentación del nuevo almacenamiento a los medios de comunicación.

cas de estos materiales, las barreras de hormigón son innecesarias. La nueva estructura, que entrará en funcionamiento próximamente tiene una capacidad de 33.000 metros cúbicos, y para su operación Enresa dispone de un edificio específico para la manipulación y acondicionamiento de este tipo de residuos, denominado Edificio Tec-

nológico. El diseño prevé una durabilidad y eficacia de las barreras de aislamiento de estos materiales superior a los 60 años, que es el tiempo que se requiere para que la radiactividad decaiga a niveles del fondo natural.

La instalación para residuos radiactivos de muy baja actividad aportará una capacidad total de 130.000 metros

cúbicos, pero la radiactividad total a almacenar es tan pequeña que no ha supuesto la modificación del inventario radiológico autorizado para El Cabril.

La noticia desde dentro

Los medios de comunicación de Córdoba conocieron la nueva estructura de almacenamiento para residuos de muy baja actividad en una jornada formativa celebrada en El Cabril el pasado 14 de abril. Más de una treintena de periodistas de toda la provincia participaron en las I Jornadas de Comunicación al Aire Libre, que incluyeron una visita a toda la instalación que finalizó con un almuerzo en la propia Celda 29. El director de El Cabril, Carlos Pérez Estévez, y el director de la división técnica de Enresa, José Ramón Armada, explicaron *in situ* las características y procesos de esta instalación complementaria que entrará en funcionamiento próximamente. Una semana después, un grupo de profesionales de las asociaciones de la prensa de Sevilla y Granada repitieron la jornada y también tuvieron la oportunidad de conocer la nueva estructura desde dentro antes de que empiecen a almacenarse residuos. ■

La Junta General de Accionistas de Enresa aprueba el informe anual de la empresa

La construcción de la primera estructura para el almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja actividad, la puesta en marcha del almacén temporal de combustible gastado para proceder al desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera o la participación en las actividades de desmantelamiento del Plan Integrado para la Mejora de Instalaciones del Ciemat (PIMIC) han sido algunos de los hitos en la actividad de Enresa durante 2007 recogidos en el informe anual de la empresa aprobado por la Junta General de Accionistas el pasado 26 de mayo en Madrid. Un informe que, como explicó el presidente de Enresa, José Alejandro Pina, “está marcado por la responsabilidad social corporativa de la empresa”, ya que “es una entidad que trabaja para la sociedad, y a ella le tiene que devolver todo lo que le ha dado”.

Por parte de los accionistas de Enresa, el director general de Participadas de la Sociedad Española de Participaciones Industriales (SEPI), José Miracle, y el director general del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), Juan Antonio Rubio, destacaron el

exitoso año de la empresa, tanto en su actividad profesional como en su gestión financiera.

Según el citado informe, Enresa tuvo en 2007 un total de ingresos de 312 millones de euros, frente a unos gastos de explotación e inversiones de 144 millones de euros. A finales del año pasado el Fondo para la Financiación de las Actividades del Plan General de Residuos radiactivos ascendía a 2.147 millones de euros.

Además de los datos económicos, el informe anual de Enresa recoge las cifras de la actividad de la empresa en 2007: se almacenaron 580 metros cúbicos de residuos radiactivos de baja y media actividad en El Cabril; se introdujeron 294 elementos combustibles en contenedores metálicos del almacén temporal de la central nuclear de Trillo; se retiraron 114 pararrayos radiactivos y se realizaron 10.000 ensayos, análisis y determinaciones radiológicas en los alrededores de las instalaciones de Enresa.

Al finalizar 2007, Enresa contaba con 296 empleados, que recibieron en torno a 20.000 horas de formación en sus centros de trabajo. ■

ra doméstica desde el pasado siglo: de qué se alimentaban nuestros abuelos y padres y de qué lo hacemos nosotros, y el peso que en los denominados residuos sólidos urbanos tienen los nuevos materiales de uso habitual.

Los documentales medioambientales tienen su espacio fijo en el Seminario Internacional de Periodismo y Medioambiente. Este año, se proyectará la película alemana *Oldies but goldies*, ganadora del premio del Festival Internacional Telenatura, que organiza la Universidad de Navarra, y en el que compiten las mejores producciones mundiales. Este documental, que destaca por su fotografía y originalidad, narra en 43 minutos el trabajo realizado durante dos años por un grupo de documentalistas germanos, que recorren los bosques de Alemania en busca de árboles milenarios.

La presencia de los temas medioambientales en Internet y el análisis de las informaciones ambientales en la red será abordada por dos expertos y reconocidos *blogueros*: Luis Ángel Fernández Hermana, consultor sobre comunicación digital y responsable del *podcast Ladridos al amo*, y José Larios, ex director general de Educación Ambiental de la Junta de Andalucía y responsable del *blog CO₂ Acción*.

Las posibles repercusiones del cambio climático en las actividades humanas se han venido anali-



Juan Antonio Rubio, Santiago Gallego, José Alejandro Pina y José Miracle, en la Junta de Enresa.

zando en el Seminario durante los últimos años desde distintos puntos de vista y en relación con diversas actividades económicas. En esta edición se abordará la influencia del cambio climático en una actividad agrícola y económica de gran presencia en Córdoba como es la viticultura. Para ello se ha organizado una mesa redonda que contará con la presencia de Pancho Campo, presidente de la Academia del Vino y del Congreso Mundial de Cambio Climático y Vino; Fernando Zamora, profesor de la Facultad de Enología de Tarragona de la Universidad Rovira i Virgili; Vicente Sotés, catedrático de viticultura de la

Universidad Politécnica de Madrid y presidente del Grupo Experto en Medio Ambiente Vitícola y Cambio Climático (OIV); y Manuel Pimentel, presidente del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Montilla-Moriles.

Como en ediciones anteriores, la oferta lectiva se complementa con los talleres prácticos —*Manejo de las fuentes en la noticia ambiental; Internet: ¿parte del problema o la solución a la crisis medioambiental?*, y *Fotografía digital en la naturaleza*—, y una visita al Almacén Centralizado de Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad de El Cabril.

Como actividades para-


lelas a las sesiones académicas, para esta edición se han programado una exposición fotográfica de la Agencia Efe sobre el papel de los voluntarios en las catástrofes medioambientales y una degustación de productos de agricultura ecológica.

La inscripción al Seminario se realiza a través de la página web de Enresa (www.enresa.es) y el plazo finaliza el 31 de agosto. ■

La información y la participación social despiden el XVII Curso sobre gestión de residuos radiactivos

El consenso político “serio y duradero”, los nuevos Comités de Información, la falta de formación en ener-

gía nuclear o la falta de credibilidad del sector han sido algunas de las claves apuntadas, el pasado 29 de junio, en una mesa redonda sobre participación social e información que ocupó la última jornada del XVII Curso sobre gestión de residuos radiactivos. El consejero del Consejo de Seguridad Nuclear, Antonio Colino; el representante del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, José Manuel Redondo; la secretaria general técnica del Ciemat, Milagros Couchoud; el director de la división administrativa de Enresa, Jorge Lang-Lenton; el gerente de la Asociación de Municipios en Áreas Nucleares, Mariá Vila, y el



Vocación de servicio

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

Escuchamos con atención sus proyectos, ponemos en marcha sus ideas. Somos valientes en la búsqueda de soluciones y en el apoyo a su desarrollo. Y todo ello a través de una gestión sólida y segura, para mañana seguir poniendo a su servicio toda nuestra experiencia y atención.

El encaje de Enresa en la nueva organización ministerial



Miguel Sebastián recibe la cartera ministerial de manos de Joan Clos.

La reorganización llevada a cabo en los ministerios tras las elecciones generales ha afectado de manera directa a Enresa. El ministerio de referencia de la empresa, el de Industria, Turismo y Comercio, tiene nuevo titular, Miguel Sebastián, que sustituye a Joan Clos. La Secretaría General de la Energía, que se encarga de manera directa de los proyectos de Enresa, también ha registrado cambios: Pedro Luis Marín es el nuevo secretario General de la Energía, en lugar de Ignasi Nieto. Respecto al accionariado de la empresa, el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), principal accionista de Enresa, ha pasado a depender del nuevo Ministerio de Ciencia e Innovación, a cargo de Cristina Garmendia, mientras que la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) continúa dependiendo del Ministerio de Economía y Hacienda, bajo el mandato de Pedro Solbes. Otro ministerio directamente relacionado con la actividad de Enresa es el de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, que ha asumido Elena Espinosa. ■



Pedro Luis Marín.

consultor de Anphos, Jordi Bruno, aportaron su visión sobre la opinión pública en la gestión de residuos radiactivos. Tras sus intervenciones, el director del curso, el profesor Agustín Alonso, moderó un debate sobre la materia que contó con una activa participación de la treintena de alumnos matriculados.

Uno de los temas que centró la atención de los participantes fue la selección de emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado para Residuos Radiactivos de Alta Actividad, un proceso que, según explicaron, se desarrollará siguiendo la metodología COWAM basada en la transparencia y la democracia.

Finalizado el debate, se entregaron los diplomas de asistencia, que pusieron punto y final a la XVII edición del curso que cada dos años organizan el Ciemat y la Escuela Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid, con el patrocinio de Enresa. ■

El Ciemat prepara un máster en ingeniería nuclear y aplicaciones para el próximo curso

El Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) prepara, para el próximo curso académico, el Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones (MINA), en una apuesta por la formación de profesionales nucleares. MINA es, ante todo, un máster para habilitar profesional-

mente nacido con vocación multi-institucional y enmarcado dentro de las actividades de formación de la Plataforma Nacional de I+D de Energía Nuclear de Fisión (Ceiden). La colaboración con varias universidades favorece la satisfacción de un doble objetivo: responder a las necesidades planteadas desde el sector nuclear y promover el interés de los jóvenes por la tecnología nuclear.

Con una duración de un curso académico (aproximadamente 1.500 horas lectivas), MINA-2008 pretende proporcionar una visión exhaustiva y extensa de las disciplinas subyacentes en las aplicaciones existentes y futuras de la tecnología nuclear, sin renunciar al análisis de leyes y principios fundamentales de la física, la química o la ingeniería que sustentan la tecnología nuclear. El programa detallado ha sido elaborado en estrecha colaboración con los especialistas de la industria, las ingenierías, las instituciones, los centros de investigación y las universidades. Durante el máster se concederá singular importancia a la elaboración de proyectos individuales (500 horas) que, dirigidos mayoritariamente por industria e instituciones, aportarán experiencia con entornos y herramientas de trabajo vigentes en el sector.

Desde octubre de 2008 hasta junio de 2009 se celebrará la primera edición del MINA, una iniciativa dirigida a satisfacer la demanda existente y de profesionales con amplia y sólida

PERIODISMO Y

MEDIOAMBIENTE

XI SEMINARIO INTERNACIONAL

24, 25 y 26 de sept. 08

Palacio de Congresos y Exposiciones de Córdoba

MIÉRCOLES, 24 DE SEPTIEMBRE

10:30-11:00 h. Inauguración oficial

- Ayuntamiento de Córdoba • Consejera de Medio Ambiente
- Subdelegado del Gobierno • Diputación de Córdoba
- Rector de la Universidad de Córdoba
- Presidente de ENRESA • Presidente de EFE
- Presidente de la Asociación de la Prensa de Córdoba

11:00 h. Presentación del XI Seminario

José María Montero. Director del Seminario internacional de Periodismo y Medio Ambiente.

11:30 h. Conferencia "El pulso del planeta: investigación en regiones polares"

Jerónimo López. Profesor de la Universidad Autónoma de Madrid. Presidente del Comité Español del SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). Miembro del Comité Organizador del Año Polar Internacional.

12:15 h. Coloquio

13:00 h. Conferencia "Atapuerca: últimas noticias"

Eudald Carbonell. Director del Instituto de Paleoecología Humana y Evolución Social de la Universidad Rovira i Virgili. Codirector del proyecto Atapuerca.

13:45 h. Coloquio

14:30 h. Almuerzo

16:00 h. Conferencia "Basureros históricos. Todos tenemos un sucio pasado"

Elvira Bernáldez. Paleobióloga. Investigadora del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Profesora del Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales de la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla).

17:00 h. Coloquio

17:30 h. Cine-fórum "Oldies but goldies" (Nautilusfilm GmbH)

Premio al Mejor Documental 2007 en el Festival Internacional Telenatura. Coloquio con el director del documental: Jan Haft. Presenta y modera el coloquio: Santiago Echevarría. Director del Festival Telenatura.

19:00 h. Presentación del Taller de fotografía digital en la naturaleza

Sesión teórica con Antonio Sabater. (MasterClassFoto). Introducción a la fotografía digital. Instrucciones para el desarrollo de las actividades de campo.

Presentación del premio de fotografía.

JUEVES, 25 DE SEPTIEMBRE

08:30 h. Viaje a El Cabril

10:30 h. Presentación y visita a las instalaciones

13:30 h. Almuerzo al aire libre

15:30 h. Taller de fotografía digital en la naturaleza

Coordinador: Antonio Sabater. (MasterClassFoto). Actividades de campo.

18:00 h. Regreso a Córdoba. Fin de la jornada

VIERNES, 26 DE SEPTIEMBRE

9:30 h. Mesa redonda "El Medio Ambiente en la blogosfera"

José Larios. Exdirector general de Educación Ambiental y responsable de los blogs "CO2 Acción" y "Calentamiento Global"

Luis Ángel Fernández Hermana. Consultor sobre comunicación digital y gestión del conocimiento en red.

11:00 h. Café.

11:30 h. Conferencia

Fernando González Urbaneja. Presidente de la Asociación de la Prensa de Madrid y de la Federación de Asociaciones de la Prensa.

12:15 h. Coloquio

12:45 h. Mesa redonda "Vino y cambio climático"

Pancho Campo. Presidente de la Academia del Vino y del Congreso Mundial de Cambio Climático y Vino.

Fernando Zamora. Profesor titular de la Facultad de Enología de Tarragona. Universidad Rovira i Virgili.

Vicente Sotés. Catedrático de Viticultura de la Universidad Politécnica de Madrid y presidente del Grupo de Expertos en Medio Ambiente Vitícola y Cambio Climático (IOIV).

Manuel Pimentel. Presidente del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Montilla-Moriles.

14:30 h. Almuerzo

16:00-18:00 h. Talleres prácticos:

• Taller A: "El manejo de las fuentes en la noticia ambiental"

Concha Barrigós. Agencia EFE.

• Taller B: "Internet: ¿parte del problema o de la solución a la crisis medioambiental?"

Luis Ángel Fernández Hermana. Consultor sobre comunicación digital y gestión del conocimiento en red.

21:00 h. Acto de clausura

21:30 h. Cóctel-cena ofrecida por el Ayuntamiento

CONDICIONES DE INSCRIPCIÓN

INFORMACIÓN: La inscripción deberá formalizarse antes del 31/08/08, a través de la página web de Enresa: www.enresa.es

CUOTA DE INSCRIPCIÓN: La cuota de inscripción es de 200 euros, cantidad que cubre viajes, alojamiento y manutención según programa. Para las personas que asistan al Seminario directamente desde Córdoba la cuota de inscripción será de 50 euros. Existe un programa de becas en colaboración con diferentes instituciones educativas y asociaciones profesionales, tanto de ámbito autonómico como nacional. Los becados propuestos por estos organismos abonarán una cuota de inscripción de 100 euros, siendo a cuenta de la organización del Seminario los gastos de transporte, alojamiento y manutención según programa.

INSCRIPCIÓN AL SEMINARIO: Se considerará formalizada la inscripción en el Seminario, una vez se reciba el justificante de pago en ENRESA, Departamento de Comunicaciones, calle Emilio Vargas, 7, 28043 Madrid o en el correo electrónico: nsal@enresa.es. El pago debe realizarse en la cuenta de ENRESA número: 0182 3999 31 0000045386, bajo el concepto "Pago Seminario Periodismo de Córdoba" indicando nombre y apellidos. Una vez abonado el pago de la inscripción no se devuelve el importe, aunque sí se admite el cambio de asistente.

CRÉDITOS: Los estudiantes interesados en obtener créditos de libre configuración por la asistencia al Seminario deberán remitir un mensaje, con sus datos personales, al siguiente e-mail: seminario_enresa@yahoo.es

PARA MÁS INFORMACIÓN DIRIGIRSE A: ENRESA. At. Nieves Sánchez / Ana Asenjo. Telf: 91 566 82 64. Fax: 91 566 83 15. E-mail: nsal@enresa.es

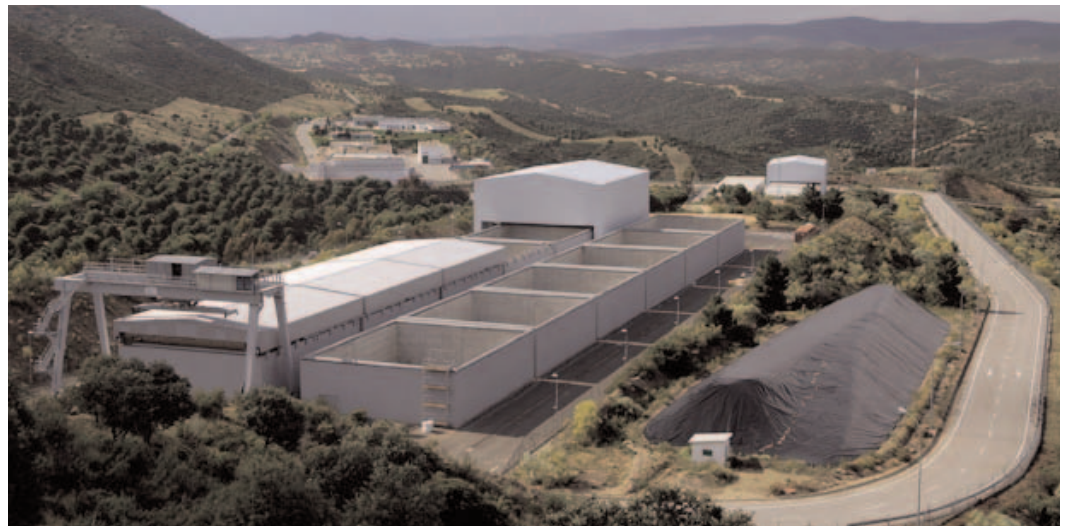
Organizan:



formación en un área industrial de futuro: la tecnología nuclear. ■

Comienza la explotación de la plataforma sur de El Cabril

El pasado junio comenzó la explotación de la plataforma sur de almacenamiento para residuos de baja y media actividad de El Cabril. Concretamente se inició el llenado de la estructura número 17 de las 28 de las que consta el centro. La plataforma sur, compuesta por 12 estructuras —denominadas *celdas* en el argot de la instalación— representa el 43% de la capacidad de almacenamiento de que dispone la instalación para este tipo de residuos. En enero habían empezado las obras de desmontaje de uno de los techados móviles que ha



Vista de la plataforma sur de El Cabril.

servido de cobertura en las operaciones de almacenamiento de la plataforma norte. Después de cuatro meses de trabajo, el techado quedó instalado sobre una de las estructuras de la plataforma sur para su entrada en funcionamiento.

Simultáneamente, a finales junio se completó la últi-

ma estructura de almacenamiento de las 16 que componen la plataforma norte del almacén centralizado de El Cabril, que ha estado en explotación desde que la instalación comenzó su actividad en el año 1992. Una vez llena, se procederá a su cierre y sellado, poniendo de esta forma

punto final a los trabajos en dicha plataforma, que se han prolongado durante casi 16 años. ■

El Cabril estrena nueva señalización

El pasado 23 de mayo se instaló, a la entrada del almacén centralizado de El Cabril, un monolito de ace-

La presidenta de la comisión de Medio Ambiente del Congreso, María Antonia Trujillo, elogia la gestión de El Cabril

La presidenta de la Comisión de Medio Ambiente del Congreso de los Diputados, María Antonia Trujillo, elogió la política informativa de Enresa a la hora de explicar a la sociedad la gestión de los residuos radiactivos, en el transcurso de una visita a la instalación realizada el pasado 19 de mayo.

Tras el recorrido por el almacén centralizado de residuos de baja y media actividad de El Cabril, la ex ministra de Vivienda destacó los aspectos que más le llamaron la atención: “La transparencia, el enclave excepcional y la gestión que se lleva a cabo, tanto de la finca como de los residuos radiactivos”.

Para María Antonia Trujillo, “es necesario abrir un debate para que la ciudadanía opine sobre la gestión de unos residuos que generamos las 24 horas del día. Pero, para que ese debate sea efectivo, es muy importante que la sociedad conozca todos los detalles de esa gestión”.

Durante su primera visita oficial como presidenta de la Comisión de Medio Ambiente, Trujillo estuvo acompaña-

da por el presidente del patronato del Parque Nacional de Monfragüe, Santiago Hernández, y otros colaboradores. Por parte de Enresa estuvieron presentes el presidente, José Alejandro Pina, y directivos de la empresa. ■



María Antonia Trujillo, durante su visita a El Cabril.

SOCOIN Ingeniería y construcción industrial

Presente y futuro de la ingeniería



- Empresa de ingeniería energética constituida en 1989
- Más de 500 profesionales cualificados
- Más de 6.500 MW instalados en ciclos combinados y energías renovables
- Red internacional, presencia en cuatro continentes
- Soluciones integrales en ingeniería y medio ambiente
- La calidad y la innovación como estrategia de futuro

www.socoin.es

Centro Empresarial La Finca. Paseo Club Deportivo, 1. 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid). Tel: 91 257 60 00

UNA EMPRESA DE **UNION FENOSA**

SOCOIN

El Departamento de Energía de EE.UU. solicita la licencia para construir un almacén de residuos radiactivos de alta actividad en Yucca Mountain

El departamento de Energía de Estados Unidos (EE.UU.) entregó, el pasado 3 de junio, al regulador americano NRC (Comisión de Regulación Nuclear), la solicitud de licencia para construir el primer almacén de residuos radiactivos de alta actividad del país en Yucca Mountain (Nevada).

Según el secretario de Energía, Samuel Bodman, “la entrega de la solicitud de licencia de Yucca Mountain será un gran incentivo para la expansión de la industria de generación de energía nuclear en los Estados Unidos, lo que es un paso crítico para la seguridad del país en abastecimiento de energía, objetivos ambientales, y seguridad nacional”.

Un comunicado del departamento recoge las palabras de Bodman, que añade que “esta solicitud de licencia marca la culminación de más de dos décadas de investigaciones por expertos científicos e ingenieros, y representa una meta de mucho significado para el Departamento de Energía. Estamos seguros de que el proceso riguroso de examen de la solicitud de licencia

que será utilizado por la NRC, confirmará que el depósito para materiales nucleares en Yucca Mountain”.

La entrega de la solicitud de licencia marca el inicio de una nueva fase para el proyecto. El regulador americano emprenderá una inspección inicial de la solicitud de licencia para determinar si es aceptable, para emprender, *a posteriori*, un riguroso proceso de examen. Este proceso de examen seguirá los requisitos establecidos por el Nuclear Waste Policy Act y por la NRC. Junto con la solicitud de licencia, el Departamento de Energía entregará el estudio final sobre impacto ambiental (*Final Environmental Impact Statement*), así como 200 documentos de referencia clave para el respaldo de la solicitud de licencia.

El emplazamiento de Yucca Mountain fue aprobado por el Congreso estadounidense y por el presidente Bush en el año 2002 como el lugar para el desarrollo del primer depósito geológico permanente para materiales nucleares en desuso y para residuos radiactivos de alta actividad. ■



Nueva señalización.

ro con el logotipo de Enresa que ha supuesto la culminación del proceso de señalización de la instalación adaptada a la nueva imagen corporativa de Enresa.

Siguiendo el proyecto aprobado, además del citado monolito, 65 nuevos elementos—37 placas, 14 elementos direccionales y 14 posicionales—facilitarán el desplazamiento por el recinto e identificarán cada edificio, laboratorio o estancia de El Cabril. ■

Desarrollo del acuerdo de cooperación bilateral Andra-Enresa

Los pasados días 17 y 18 de abril Enresa recibió la visita de una delegación de la Agencia Nacional Francesa de Gestión de Residuos Radiactivos (Andra). Durante el encuentro ambas entidades decidieron intensificar su colaboración mediante la apertura del acuerdo de cooperación existente a otros campos, que se enumeran a continuación:

— Residuos de alta actividad, para estudiar la



Samuel Bodman, secretario de Energía de Estados Unidos, en el anuncio a los medios de comunicación de la solicitud de licencia de Yucca Mountain.

Reunión del comité ejecutivo de la Red Internacional de Desmantelamiento en Vandellós

El Centro Tecnológico Mestral, situado en el emplazamiento de la central nuclear Vandellós I, acogió los días 12 y 13 de junio la celebración de la primera reunión semestral del Comité Ejecutivo de la Red Internacional de Desmantelamiento (IDN), dentro del programa de actividades regulares del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

La reunión, que contó con la participación de los representantes permanentes de las organizaciones incluidas en este órgano, procedentes de Francia, Estados Unidos, Canadá, Australia, Sudáfrica y Eslovaquia, tuvo por objeto la iniciación de los preparativos para la reunión del primer Foro sobre Des-

mantelamiento, que tendrá lugar el próximo noviembre en la sede del OIEA en Viena, y la revisión del programa de actividades a desarrollar en el marco de la IDN durante los próximos dos años.

La actividad se completó con la visita a la instalación de Vandellós I, en la que el grupo internacional manifestó su interés por la ejecución y resultados del proyecto. ■



Miembros del comité ejecutivo de la Red Internacional de Desmantelamiento, en Vandellós I.

potencial cooperación en actividades relacionadas con el almacenamiento temporal y la participación específica y especializada en el programa de almacenamiento geológico.

— Aproximación sociopolítica al emplazamiento de instalaciones.

— Gestión de calidad, mediante la identificación de cuestiones de interés común.

— Gestión de documentación, especialmente orientada hacia las acciones iniciadas para la preservación a largo plazo de la información.

— Comunicación hacia la sociedad.

— Desarrollo de las líneas de trabajo referidas a gestión de residuos de baja y media actividad. ■

El Gobierno británico publica un Libro Blanco sobre la gestión a largo plazo de los residuos radiactivos de alta actividad

Publicado como parte del programa Gestionando los Residuos Radiactivos de Modo Seguro, este documento establece las directrices del Gobierno británico para la gestión de los residuos radiactivos de alta actividad en el largo plazo mediante el almacenamiento geológico, desarrollando en paralelo el almacenamiento temporal y los programas de investigación en curso para apoyar su puesta en práctica. El documento establece también el marco básico que invita a las comunidades locales a expresar su

interés en abrir conversaciones, sin compromiso, con el Gobierno, para estudiar la posibilidad de acoger en el futuro, de forma voluntaria, la instalación de almacenamiento geológico.

El documento establece el marco para el futuro desarrollo del almacenamiento geológico, incluyendo, entre otras cuestiones:

— La metodología para actualizar el inventario británico de residuos radiactivos (UKRWI) y usarlo como base para la discusión con las comunidades potencialmente anfitrionas de la instalación.

— Una propuesta técnica de la Autoridad Nuclear del Desmantelamiento (NDA) para desarrollar una instalación geo-

lógica, incluyendo el uso de la “estrategia de desarrollo por fases” y el apoyo en la investigación y desarrollo necesaria para implementar el proyecto.

— Apoyo para asegurar una regulación adecuada, el seguimiento y el control del proceso para el desarrollo de la instalación geológica.

— El uso de ayudas para la comunidad que acoja la instalación.

— Los criterios de selección técnicos iniciales y la manera en que el Gobierno los aplicará.

— Un sistema preciso de criterios para valorar y evaluar los emplazamientos candidatos y detalles sobre los pasos siguientes en la consulta sobre cómo deben ser aplicados. ■

Mediante la participación en los programas promovidos por los organismos internacionales, y a través de acuerdos y convenios con organismos e instituciones de competencias similares, Enresa realiza un importante intercambio de conocimientos y experiencias en aspectos como la gestión de residuos radiactivos, el desmantelamiento de instalaciones nucleares y la protección radiológica. Enresa contribuye de esta forma a alimentar y contextualizar el conjunto de actividades que desarrolla. ■ POR José Luis González y Emilio García Neri, ENRESA.

Las actividades internacionales de Enresa permiten captar tecnología y divulgar los propios desarrollos

La dimensión internacional de Enresa

¿Por qué actividades internacionales?

La gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de las instalaciones nucleares, parte esencial de las competencias y tareas asignadas a Enresa, constituyen una preocupación e interés, una *materia sensible*, compartida con instituciones análogas y semejantes en otros Estados. Esta realidad de intereses compartidos ha cimentado la creación de importantes lazos de cooperación traducidos en una intensa y fructífera actividad internacional.

Desde sus comienzos, Enresa ha mirado al panorama internacional con el objetivo principal de servir de fuente de información y de retornos de experiencia, lo que le ha permitido avances significativos en las diferentes líneas de actuación. Para ello, ha desarrollado un programa de actividades internacionales, inicialmente como instrumento de captación tecnológica y después para comparar y divulgar sus propios desarrollos.

Los hitos y objetivos técnicos identificados por los sucesivos Planes Generales de Residuos Radiactivos (PGRR)

se han acometido teniendo presente la posibilidad de hacer beneficiario al programa español de las experiencias y capacidades desarrolladas por instituciones y organizaciones extranjeras, que mediante acuerdos bilaterales de transferencia y desarrollo de tecnología, son elementos facilitadores del intercambio de información y medio para la resolución de cuestiones específicas. Enresa participa hoy en el contexto internacional como miembro reconocido, gracias a la madurez alcanzada en sus líneas de trabajo, fruto del esfuerzo continuado, aportando la experiencia y pericia adquirida a lo largo de más de veinte años de actividades.

Objetivos de Enresa

La participación internacional se estableció como actividad ante la necesidad de cubrir unos objetivos corporativos de información, que el propio desarrollo y crecimiento de la organización y su programa han actualizado progresivamente. La revisión y valoración de la actividad y la identificación de potenciales necesidades emergentes son los mecanismos fundamentales para la garantía

de la idoneidad del esfuerzo acometido.

El principal objetivo que se persigue es conocer directamente las orientaciones de los programas de gestión de residuos radiactivos establecidos tanto por organismos supranacionales como por otros países. En virtud de este conocimiento, Enresa puede asesorar a las autoridades nacionales e incluso impulsar nuevas orientaciones en la resolución de problemas nacionales relacionados con cualquiera de las misiones de la empresa.

Este objetivo general de la participación de Enresa en el ámbito internacional puede describirse en los siguientes puntos:

- Facilitar el cumplimiento de las tareas de Enresa.
- Acceder a un marco amplio de información para toma de decisiones.
- Compartir experiencia, desarrollos y costes.
- Contribuir a la armonización de criterios, normas y prácticas.

Para cumplir con estos objetivos, los criterios genéricos que racionalizan la participación de Enresa en actividades



Expertos internacionales visitan el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I, realizado por Enresa.

internacionales pueden clasificarse según su carácter en los siguientes apartados:

— **Técnicos:** Cubrir carencias de conocimientos y tecnológicas; compartir experiencias para facilitar la toma de decisiones, y complementar e integrar los planes de I+D de la empresa.

— **Gubernamentales:** Proporcionar soporte técnico a las autoridades gubernamentales.

— **Económicos:** Compartir costes y rentabilizar inversiones en la medida de lo posible.

— **Corporativos:** Representar a la empresa y velar por su imagen.

— **Sociales:** Recopilar información y experiencias para informar al público

La actividad internacional: cooperación y asistencia técnica

La actividad internacional se entiende en Enresa con un carácter horizontal que, soportada por una mínima estructura específica, cuenta para su desarrollo con el necesario concurso de un significativo número de técnicos y especialistas que aportan su conocimiento y dedicación a estas actividades.

En este sentido las actividades internacionales tienen un rol complementario al desarrollo de las actividades regulares establecidas dentro de los programas de Enresa.

La participación en actividades internacionales se lleva a cabo, generalmente, bajo la fórmula de cooperación, que implica la ausencia de un interés económico intrínseco, aunque, en muchas ocasiones, éstas estén sujetas a subvención o retorno parcial de costes. Bajo esta fórmula se amparan la mayor parte de las participaciones institucionales de Enresa en comités y grupos de trabajo de los organismos internacionales con responsabilidad en actividades de gestión de residuos radiactivos, fundamentalmente la Comisión Europea (CE), la Agencia de la Energía Nuclear (AEN) y el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) que constituyen el núcleo esencial de las actividades internacionales por cuanto facilitan el acceso a un marco amplio, directo y puntual de información relevante para el desarrollo del programa nacional. Asimismo, tienen cabida las

actividades de cooperación en proyectos de asistencia técnica, bien en el marco de las actividades promovidas por organizaciones internacionales o bien mediante acuerdos y contratos bilaterales de asistencia técnica, a través de los cuales Enresa ofrece su experiencia para contribuir al desarrollo de otros programas nacionales.

¿Dónde estamos hoy?

La dimensión de la actividad internacional de Enresa cobra su auténtico sentido a la vista del camino recorrido por el programa nacional, desde el 1^{er} Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR), teniendo en consideración la relevancia que en dicho desarrollo han tenido el conocimiento e intercambio de información resultante de la participación en este tipo de actividades.

En este sentido, debe referirse también la relevancia que los sucesivos PGRR han tenido como elementos principales, definidores de las prioridades y configuradores de las estrategias del programa nacional y, por tanto, orientadores y moduladores de las

actividades de Enresa al determinar los objetivos e hitos a cubrir en estos años. Para su consecución, la actividad internacional se ha mostrado como un componente fundamental para soportar y validar la toma de decisiones de Enresa en el marco de sus competencias y completar los desarrollos científicos y técnicos nacionales. En relación con este aspecto específico, hubiera sido imposible alcanzar los resultados presentes sin la imbricación de Enresa en los programas de otras organizaciones que, compartiendo fines análogos, se hallaban en situación de transferir sus experiencias u ofrecer sus instalaciones para desarrollos conjuntos.

Puede decirse, con la debida modestia, que Enresa cuenta hoy con un reconocimiento internacional general acerca de sus actividades y logros. Este reconocimiento es fruto, sin duda, del esfuerzo continuado de todas las partes implicadas que han contribuido a la consecución de significativos hitos, algunos de los cuales se han convertido en referencia internacional de primer orden y embajadores de los logros

del programa nacional. Es el caso de los enumerados a continuación:

— Definición y desarrollo del marco institucional y de financiación que rige y soporta las actuaciones de Enresa como elementos fundamentales para la evolución corporativa de Enresa como organización y desarrollo de los programas y actividades dimanadas del PGRR.

— Desmantelamiento de la Fábrica de Uranio de Andújar, primer proyecto de alcance que demostró las capacidades y recursos de Enresa.

— La instalación de almacenamiento centralizado de residuos de baja y media actividad de El Cabril es el buque insignia y atrae aún hoy, quince años después de su puesta en marcha, el interés de la comunidad internacional como ejemplo exitoso de solución técnica y social a una problemática medioambiental que es compartida por muchos otros países.

— El proyecto de desmantelamiento ejecutado en la central nuclear Vandellós I ha sido el primero en España suscitando el interés y reconocimiento

internacional tanto en sus aspectos organizativos como de ejecución.

— La ejecución del proyecto PIMIC (Plan Integral de Mejora de las Instalaciones del Cyemat) concita el interés de numerosas organizaciones extranjeras que, contando con instalaciones semejantes, lo consideran, también, un valioso referente.

— La instalación complementaria de almacenamiento final de residuos de muy baja actividad, también ubicada en el complejo de El Cabril, atrae ya la atención e interés de los profesionales extranjeros, estando llamada a compartir con su *hermano mayor* protagonismo entre el relativamente limitado número de instalaciones de este tipo.

La continuada contribución de Enresa al desarrollo de las actividades programáticas de los organismos supranacionales (fundamentalmente la CE y el OIEA) ha redundado en una continua retroalimentación de sus programas, permanentemente contrastados con los desarrollos más avanzados en cada campo. La evolución y consecuciones de Enresa en estos años han hecho que, felizmente,

The international activities of Spain's radioactive waste management company (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos –Enresa–) allow it both to acquire technology and to broadcast its own developments.

Enresa in the World

By participating in programmes promoted by international organisations and through agreements and understandings with organisations and institutions having similar functions, Enresa is involved in an important exchange of know-how and experience in areas such as radioactive waste management, the dismantling of nuclear facilities and radiological protection. In this way the Empresa Nacional de Residuos Radiactivos nourishes and contextualises the activities that it performs. ■ BY José Luis

González and Emilio García Neri, ENRESA

Why international activity?

The management of radioactive waste and the dismantling of nuclear facilities, both an essential part of the functions and tasks assigned to Enresa, are matters of concern and interest, a *sensitive issue*, shared by analogous and similar institutions in other countries. This situation of shared interest has led to the creation of important relationships of cooperation that have developed into intensive and fruitful activity at international level.

From its very beginnings, Enresa has looked upon the international panorama with the main objective of its serving as a source of information and of

operating experience, this having allowed it to achieve significant progress in its different areas of activity. In this respect, a programme of international activity has been developed, initially as an instrument for the acquisition of technology and subsequently as a way of comparing and broadcasting its own developments.

The technical objectives and milestones set out in the successive general radioactive waste plans (GRWP's) have been addressed with consideration given to the possibility of the Spanish programme benefiting from the experience and capabilities of overseas institutions and organisations. The bilateral technology transfer and development agreements developed facilitate the exchange of information and are a means of resolving specific issues. Enresa participates today in the international context as a full and recognised member, thanks to the degree of maturity achieved in its different areas of work, the result of a continuous effort that has provided experience and expertise over more than twenty years.

Enresa's objectives

International participation was established as an activity in view of the need to meet the corporate objectives relating to information, this having been progressively updated as a result of the very development and growth of the organisation and its programme. The review and assessment of the activities of the company and the identification of potential emerging requirements are fundamental mechanisms to guarantee the suitability of the efforts made.

The main objective mapped out is to gain direct insight into the orientations of the radioactive waste management programmes established by both the supranational organisations and by other countries. On the basis of this knowledge, Enresa is able to advise the national authorities and even drive



Sesión de trabajo de una delegación de Eslovaquia en la sede de Enresa en Madrid.

hayamos pasado de receptores de información a conjugar la emisión y la recepción: tenemos mucho que ofrecer y todavía interés por aprender. Esta amplia labor internacional, junto con los propios desarrollos nacionales, ha permitido que la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos sea reconocida internacio-

nalmente como una referencia importante y sea solicitada con frecuencia, tanto en foros internacionales, como para visitas técnicas a sus instalaciones.

¿De dónde venimos?

Enresa encontró en las actividades internacionales y la relación con sus ho-

mólogos nacionales un elemento de referencia de primer orden para su desarrollo como organización madura. Casi desde su creación ha colaborado intensamente con los organismos internacionales con responsabilidad en actividades de gestión de residuos radiactivos —la CE, la AEN/OCDE y el OIEA—, al tiempo que ha formalizado una serie de acuerdos con otras organizaciones homólogas. Todo ello le ha permitido adquirir un *know-how* para el desarrollo de sus propias actividades, mantener un flujo abierto de intercambio de información con otros programas nacionales, al tiempo que apoyar al Gobierno en su participación en foros internacionales.

En este marco, Enresa ha participado en los sucesivos Planes de Acción de la Comisión Europea, hasta su finalización, y sigue participando en los sucesivos Programas Marco Euratom de I+D de la Unión Europea, beneficiándose, antes y ahora, con réditos directos por esta participación. Del mismo modo, diferentes grupos permanentes y proyectos de cooperación

new orientations in the resolution of national problems relating to any of the missions of the company.

This general Enresa objective of participating in the international context may be described in the following terms:

- Facilitate compliance with Enresa's functions.
- Access a wide framework of information for decision-making.
- Share experiences, developments and costs.
- Contribute to the harmonisation of criteria, standards and practices.

As regards compliance with these objectives, the generic criteria that rationalise the participation of Enresa in international activities may be classified, depending on their nature, in the following areas:

- Technical: Cover shortcomings in know-how and technology; complement and integrate the company's R&D plans; and share experiences in order to facilitate decision-making.
- Economic: Share costs and increase the profitability of investments to the extent possible.
- Governmental: Provide technical support for the State authorities.
- Corporate: Represent the company and promote its image.
- Social: Compile information and experiences in order to inform the public.

Modes: international activities

Participation in international activities is generally undertaken via a formula of cooperation, this implying the absence of any intrinsic economic interest, although on many occasions there are subsidies or a partial return of costs. Within this formula most of Enresa's institutional participations are through the committees and working groups of the international organisations. These

constitute the essential core of international activities, inasmuch as they provide access to a wide, direct and punctual corpus of information of relevance for the development of the national programme. There are also technical cooperation activities in technical assistance projects, either within the framework of the activities promoted by international organisations (such as the European Commission — EC —, the International Atomic Energy Agency — IAEA— and the European Bank for Reconstruction and Development —EBRD—) or through bilateral technical assistance agreements and contracts, by way of which Enresa offers its experience to contribute to the development of other national programmes.

Where are we today?

The dimension of Enresa's international activity takes on its true sense in the light of the path trodden by the national programme since the 1st General Radioactive Waste Plan (GRWP), taking into consideration the relevant role that has been played in this development by the knowledge and exchange of information resulting from participation in this type of activities.

In this respect, mention should be made also of the relevance of the successive GRWP's as the main elements defining the priorities and configuring the strategies of the national programme and, therefore, orienting and modulating Enresa's activities when determining the objectives and milestones to be covered during this period. As regards achieving these objectives, international activity has proven to be a fundamental component to support and validate the decisions taken by Enresa within the framework of its areas of competence and to complete national scientific and technical developments. In relation to this specific aspect, it would not have been possible to get where we are today without Enresa's involvement in the programmes of ▶

para el intercambio de información, y grupos de trabajo del OIEA y AEN, cuentan, con la contribución regular de Enresa.

Debe destacarse como un hito especialmente significativo para Enresa, por su impacto en el desarrollo de sus actividades y su papel como elemento configurador de sus relaciones internacionales, la participación en el consorcio Cassiopee, que formado por seis agencias nacionales y auspiciado por la Comisión Europea, fue constituido en los años noventa para asistir a la propia Comisión en la preparación de sus programas de asistencia técnica a los países de Europa Central (Programa Phare) y Europa oriental (Programa Tacis). Tiempo después, jugó un importante papel en este campo mediante su participación en la implementación de proyectos de asistencia técnica, fundamentalmente en el ámbito del desarrollo institucional, a través de los cuales contribuyó a consolidar las nuevas organizaciones responsables en estos países y a establecer vínculos institucionales y personales con quienes, bien en calidad

de colegas extranjeros o como beneficiarios nacionales, habían participado en estas actividades.

Enresa ha tejido en estos años una significativa red de relaciones en base a los intereses afines entre las organizaciones que comparten responsabilidades semejantes. Fruto de este interés común han sido un número de acuerdos bilaterales de cooperación.

En este último epígrafe debemos distinguir dos áreas de actividad, de las cuales es la más relevante y dinámica la participación en actividades internacionales de desarrollo tecnológico, especialmente asociada al uso de instalaciones en el extranjero (laboratorios subterráneos) para el desarrollo y afinamiento de las tecnologías relacionadas con el almacenamiento geológico. En este caso, Enresa ha logrado, mediante su integración en consorcios internacionales, acceder al uso e información generada por los programas de actividades de I+D que se llevan a cabo en algunas de las instalaciones de referencia a nivel internacional (actualmente, Suiza, Suecia y Francia).

Complementariamente, Enresa colabora y coopera con un número importante de instituciones afines mediante el intercambio de información a través de un sistema de asistencia recíproca a demanda, significativamente más dinámico con aquellas organizaciones con quienes comparte mayores afinidades y posibilidades de sinergia.

Perspectivas de futuro

Enresa afronta el futuro en este ámbito bajo la perspectiva del valor de los resultados alcanzados y la responsabilidad para la consolidación y sostenimiento del sistema de relación simbiótica, como un activo a cuidar y desarrollar, fruto del esfuerzo realizado.

Sin duda, el principal esfuerzo en el plano internacional seguirá orientado a soportar y alimentar el desarrollo de estrategias nacionales en alineación con los objetivos y líneas de actuación fijadas por el 6º PGRR. En este orden, la participación en las actividades programáticas de las organizaciones internacionales seguirá contando con el

▶ other organisations that, sharing analogue goals, were in a situation to transfer their experiences or offer their facilities for joint developments.

It may be said with all due modesty that today the performance and achievements of Enresa are generally recognised at international level. This recognition is undoubtedly the result of the continuous efforts made by all those involved, who have contributed to the achievement of significant milestones, some of which have become international references of the first order and ambassadors of the achievements of the national programme. This is the case for those listed below:

– The dismantling of the Andújar Uranium Mill, the first large-scale project that demonstrated Enresa's capabilities and resources.

– The centralised low and intermediate level waste disposal facility at El Cabril, the flagship of the company that even today, fifteen years after its entry into service, attracts the interest of the international community as a successful example of a technical and social solution to an environmental problem faced by many other countries.

– The dismantling project carried out at the Vandellós I nuclear power plant was a first in Spain and a pioneer internationally and has become a reference at international level.

– The disposal facility for very low level wastes, also located at the El Cabril complex, attracts the attention and interest of professionals from overseas and, along with its *big brother*, plays a leading role among the relatively limited number of installations of this type.

The continuous contribution made by Enresa to the performance of activities included in the programmes of supranational organisations (fundamentally the EC, the IAEA and the Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Cooperation and Development –NEA/OECD–) has led to a con-

tinuous feedback from these programmes, permanently contrasted with the most advanced developments in each field. The evolution of Enresa and the achievements made over the years have meant that we have gone from being exclusively receivers of information to a situation in which we are also issuers: we have much to offer and are still interested in learning. This far-reaching international activity, along with national developments, has led the Empresa Nacional de Residuos Radiactivos to be recognised internationally as an important reference and to receive frequent requests, both to participate in international forums and for technical visits to its facilities.

Where are we coming from?

In international activities and in relationships with its national peers Enresa found an element of reference of the highest order for its development as a mature organisation. Almost since the company was set up it has collaborated intensely with the international organisations responsible for radioactive waste management –the EC, NEA/OECD and the IAEA– while formalising a series of agreements with other peer organisations. All this has allowed it to acquire the know-how required for the development of its activities, maintain an open channel for information exchange with other national programmes and support the Government in its participation in international forums.

Within this framework Enresa has participated in the different action plans of the European Commission, to their completion, and continues to participate in the European Union's Euratom R&D framework programmes, benefiting directly from this involvement both in the past and at present. Likewise, different permanent groups and cooperation projects for the exchange of information and IAEA and NEA/OECD working groups regularly receive the contribution of Enresa.



Asistentes a la reunión del OIEA sobre residuos radiactivos celebrada en Córdoba, en El Cabril.

soporte necesario a la vista del valor aportado por esta participación al programa español y a las instituciones nacionales competentes.

En este sentido, se identifica una tendencia por la que la colaboración con otras organizaciones extranjeras

tiende a ser cada vez más selectiva, fruto de sus respectivos avances, así como de los nuestros, que requieren acciones comunes o intercambio de información en áreas específicas. A este respecto debe mencionarse la constatación de una dimensión "institucional"

de la cooperación que, cimentada en la experiencia y confianza adquirida, se abre ahora a otros ámbitos de colaboración.

Asimismo, se atisban posibilidades en el marco de la cooperación técnica, que podrían tener su encaje potencial como complemento de las actividades del programa nacional. Para el futuro próximo, se ofrecen posibilidades para la participación en proyectos financiados por el BERD, en relación con las actividades en curso referentes al desmantelamiento de centrales nucleares en Lituania, Bulgaria y Eslovaquia, y por la CE, dentro de las actividades promovidas para el desarrollo institucional de las infraestructuras nacionales para la gestión de los residuos radiactivos en la Federación Rusa y Ucrania.

Más a largo plazo, Latinoamérica se vislumbra como el área geográfica de mayor interés potencial, si se concretaran las posibilidades de aceleración en la adopción y desarrollo de estrategias y políticas nacionales en aquellos países que cuentan ya actualmente con instalaciones nucleares ■

An especially significant milestone for Enresa, as regards both its impact on the development of activities and as an element configuring the agency's international relationships, has been participation in the Cassiopee consortium. This consortium, made up of six national agencies working under the auspices of the European Commission, was set up in the 1990's to assist the Commission in preparing its programmes for technical assistance to the countries of Central Europe (Phare programme) and Eastern Europe (Tacis programme). Enresa has played an important role in this field through its participation in the implementation of technical assistance projects, fundamentally in the area of institutional development, through which it has contributed to consolidating the new competent organisations in these countries and to establishing institutional and personal links with those participating in these activities, as overseas experts or national beneficiaries.

Over the years Enresa has built up a significant network of relationships based on the common interests of organisations sharing similar responsibilities. A number of bilateral cooperation agreements have arisen as a result of this common interest.

In this respect, two areas of activity are especially important, the most relevant and dynamic being participation in international technology development activities, associated particularly with the use of facilities abroad (underground laboratories) for the development and fine-tuning of technologies relating to geological disposal. Through its integration in international consortia, Enresa has been able to make use of information generated by the R&D activities carried out at certain reference facilities at international level (currently in Switzerland, Sweden and France).

Complementary to the above, Enresa collaborates and cooperates with an important number of peer institutions through the exchange of informa-

tion via a system of reciprocal assistance on demand, this being significantly more dynamic with those organisations with which Enresa has more in common and that offer the greatest possibilities for synergies.

Future perspectives

Enresa looks to the future in this area from a perspective of the value of what has been achieved thus far and of responsibility for the consolidation and maintenance of the system of symbiotic relationships achieved, as an asset to be cared for and the result of the efforts made.

The main efforts in the international arena will undoubtedly continue to be oriented towards supporting and nurturing the development of national strategies, in keeping with the objectives and courses of action mapped out by the 6th GRWP (R&S, CTS, technology optimisation, etc.). In this respect, participation in the activities of the international organisations will continue to receive the necessary support, in view of the value that this participation brings to the Spanish programme and the country's competent authorities.

Likewise, possibilities are discerned in the area of technical cooperation, which might potentially complement the activities of the national programme. In the near future suitable conditions will exist for participation in projects financed by the EBRD in relation to on-going activities for the dismantling of nuclear power plants in Lithuania, Bulgaria and Slovakia, and by the EC in relation to activities for the institutional development of national radioactive waste management infrastructures in the Russian Federation and Ukraine.

In the longer term, Latin America may emerge as the geographical area of greatest potential interest, if the possibilities for a speedier adoption and development of national strategies and policies materialise in those countries that currently have nuclear facilities. ■



La perseverancia de José Manuel Sánchez Ron por dar a conocer la ciencia de una manera seria, pero no aburrida, le convierte en un caso singular entre los intelectuales que animan el entramado científico de nuestro país y se alejan de la imagen anidada en el subconsciente colectivo español que representa a los científicos como personas metidas en sus laboratorios y alejadas de la sociedad. Más de veinte libros escritos con el denominador común la divulgación de la ciencia y que profundizan en su historia, con un lenguaje ameno y unos contenidos rigurosos, son su credencial más valiosa. Con un planteamiento similar al practicado con tan buenos resultados por los divulgadores científicos del mundo anglosajón, consistente en transmitir la evolución de la ciencia y los conocimientos científicos con precisión y fidelidad, pero de la manera más entretenida posible, Sánchez Ron es físico, catedrático de Historia de la Ciencia y, desde 2003, miembro de la Real Academia Española. ■ POR Emilio Jarillo.

*José Manuel Sánchez-Ron
catedrático de Historia
de la Ciencia
y miembro de la Real
Academia Española*

“La principal causa de retraso de nuestro sistema científico es no haber sabido dar estabilidad y autonomía a los jóvenes científicos”

— *En su opinión, ¿cuál es el estado de la ciencia en España?*

— Sin duda mejor, mucho mejor que en el pasado, incluyendo el pasado de hace unas pocas décadas. De todas maneras, habría que decir: “¡Faltaría más...!” , porque en ese pasado la investigación científica en nuestro país dejaba mucho que desear, así que el mejorar no tiene necesariamente demasiado mérito. La pregunta relevante es, en mi opinión, si ha disminuido la distancia que nos separa de las naciones más avanzadas en investigación científica de frontera, y aquí no estoy seguro de que lo haya hecho, aunque, por otra parte, probablemente es pronto para saberlo ya que para que la semilla de la investigación de excelencia fructifique se necesita tiempo.

— *¿Y cuál la situación de la ciencia dentro del Estado?*

— Desde hace tiempo los distintos gobiernos —centrales al igual que autonómicos— han mostrado que reconocen la importancia que la ciencia tiene para el Estado. Es cierto que a pesar de ello no siempre han hecho honor a las promesas que han realizado en las campañas electorales, pero hay un interés evidente y se han logrado bastantes cosas en los planos institucional y económico. Existen, no obstante, algunos problemas muy graves. El más importante en mi opinión es que no somos capaces de explotar el hecho de que existen ahora más científicos jóvenes magníficamente preparados que en cualquier momento del pasado. Nos preocupamos de ellos, es cierto, pero no

conseguimos dotarles de una cierta estabilidad y, sobre todo, de autonomía y responsabilidad para que puedan dar rienda suelta a su creatividad y posibilidades. Pensemos, por ejemplo, en lo que ha sucedido en algunos casos: se crean nuevos centros con financiación generosa, comparada con la situación en la mayor parte de los casos, y en lugar de poner a su frente a jóvenes que tienen todo por decir (científicamente), situamos a su cabeza a excelentes científicos, con gran experiencia y relaciones, por supuesto, pero que en el plano científico ya lo han dicho todo.

— *¿Qué le parece el baile de las competencias administrativas referentes a la Ciencia, que se adjudican en cada legislatura a un ministerio distinto y con cambiante denominación?*

— Me parece mal, muy mal, porque la ciencia necesita estabilidad y tiempo. Que nadie piense que vamos a situarnos a la cabeza —o en el grupo de cabeza— de la ciencia internacional en un periodo de tiempo breve. Se necesita establecer una tradición, consolidar grupos y estructuras. Y el baile de competencias al que hace referencia para nada ayuda en este sentido.

— *¿Entre las nomenclaturas ministeriales Educación y Ciencia, Ciencia e Innovación o Ciencia y Tecnología, considera que la del Ministerio de Ciencia y Tecnología era la que más se acercaba a un planteamiento que hoy nadie parece discutir sobre la necesidad de acercar la ciencia al mercado, o prefiere la de Ciencia e Innovación?*

— Recuerdo que cuando Aznar creó un Ministerio de Ciencia y Tecnología escribí un artículo de opinión en *El País* dándole la bienvenida, como una buena idea, aunque alertando de que era complicado sacarlo adelante. Y si le di la bienvenida es porque creo —mucho de lo que he aprendido como historiador de la ciencia así me lo ha enseñado— que la tecnología, la industria, es muy necesaria para que la investigación científica progrese. De hecho, ésta es, en mi opinión, la gran asignatura pendiente de la ciencia en España. Pero el Ministerio de Ciencia y Tecnología creado en el segundo mandato de Aznar fracasó. Esperemos que el nuevo creado ahora (con un nombre algo diferente) y dirigido por Cristina Garmendia tenga mejor suerte.

— *Más de veinte libros dedicados a la historia, al ensayo y a la divulgación de la ciencia son muchos libros, sobre todo en un país que, supuestamente, no lee y, además, está alejado de los temas científicos... Su editorial demostró una gran fe en usted al principio de su relación.*

— Desde luego que estoy muy agradecido a la editorial Crítica, con la que desde hace ya bastantes años mantengo una relación muy especial. No

sólo publica mis libros sino que también dirijo en ella dos colecciones, Drakontos y Clásicos de la Ciencia y la Tecnología. Me ha dado, y continúa dándome, mucho, es cierto. No puedo expresar adecuadamente con palabras la deuda que tengo contraída con sus directores, con Gonzalo Pontón, que fue quien me ofreció unirme a Crítica, y con Carmen Esteban. De todas maneras, es justo recordar que también he escrito libros para otras editoriales. Mi primer libro (*Origen y desarrollo de la relatividad*, 1982) lo publicó Alianza, dirigida entonces por Javier Pradera, con quien también tengo una gran deuda, intelectual y personal. Asimismo, he publicado libros en Planeta, El Serbal, Debate, Doce Calles, Algaida, Santillana, Grijalbo, Espasa y Taurus. Y he sido director de colecciones científicas en Alianza, Mondadori y Debate, aunque en ninguna tanto tiempo y con tanta responsabilidad como con Crítica, con la que espero jubilarme.

— *En su labor de director de dos colecciones de carácter científico en la editorial Crítica, ¿cuáles han sido los libros y los autores que con mayor satisfacción personal ha contribuido a editar?*

— ¡Ay!, qué pregunta me hace. Un padre quiere por igual a todos sus hijos. De todas maneras no puedo ocultar que estoy particularmente orgulloso de ser el director de una colección que tiene entre sus autores a Stephen Jay Gould, el gran paleontólogo, biólogo evolutivo y escritor desaparecido hace unos pocos años. Es mi gran héroe como escritor en este campo. Y entre todos sus libros, recomendaré dos: *La falsa medida del hombre* y, como ejemplo de sus libros que reúnen ensayos, *Brontosaurus y la nalga del ministro*. Otros autores y libros que me son especialmente queridos: Carl Sagan (*Los dragones del Edén*), Edward Wilson (*La diversidad de la vida*), Luca Cavalli-Sforza (*¿Quiénes somos?*), Stephen Hawking (*Historia del tiempo*), Steven Weinberg (*El sueño de una teoría final*), Kip Thorne (*Agujeros negros y tiempo curvo*), Ian Stewart (*Cartas a una joven matemática*), Walter Alvarez (*Tyrannosaurus rex y el cráter de la muerte*), Brian Greene (*El universo elegante*), Richard Feynman (*¡Ojalá lo supiera!*), Rachel Carson (*Primavera silenciosa*), y los de los españoles José María Bermúdez de Castro (*El chico de la Gran Dolina*), Francisco Ynduráin, Francisco García Olmedo y



Sala de plenos de la Real Academia Española.

JORGE FERNÁNDEZ

Francisco Rubia... Como ve, son bastantes. Y he dejado fuera a muchos más.

— *¿Cómo le da tiempo a escribir tantos libros y los artículos que periódicamente publica la prensa, además de dedicarse a sus ocupaciones de catedrático de Historia de la Ciencia en la Universidad Autónoma de Madrid, miembro de la Real Academia Española, académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y académico de la Académie Internationale d'Histoire des Sciences de París?*

— El tiempo da para mucho si no se malgasta, y yo procuro no hacerlo. Además —no estoy orgulloso de ello, me considero algo egoísta— nunca he aceptado obligaciones administrativas. Por otra parte, creo que tengo una habilidad: me resulta fácil escribir; esto es, tengo una relación fluida con la escritura, y esto ayuda. Asimismo, por supuesto, me gusta mucho lo que hago.

— *¿Qué puede aportar un científico a la Real Academia Española?*

— Mucho. Más aún, es imprescindible que haya científicos en la RAE. Y ello por la sencilla razón de que el lenguaje científico-técnico forma parte de nuestras vidas, que cada vez son más penetradas por la ciencia y la tecnología. Pocos dominios generan más términos nuevos que el científico-tecnológico. En última instancia, ambas, ciencia y tecnología, generan nuevas ideas, conceptos e instrumentos que hay que nombrar, que bautizar, y algunos de estos nuevos nombres tienen que ser incorporados al Diccionario, tarea en la cual se necesitan expertos. Esto es, científicos e ingenieros. Y tampoco olvidemos que es necesario ir revisando constantemente los términos científicos y técnicos que se encuentran en el Diccionario, y cuyas definiciones responden en algunos casos a ideas o teorías ya superadas.

— *Supongo que de la finalidad de ir un paso más allá en el camino de la divulgación de la ciencia fue de donde surgió la que parece una gran idea: utilizar el ingenio de Mingote para preparar el libro ¡Viva la Ciencia! De hecho, en el mundo anglosajón hace ya tiempo que explotan la fórmula rigor más amenidad para divulgar los*

Un hombre de ciencia en el mundo de las letras

Miembro de la Real Academia Española desde marzo de 2003, José Manuel Sánchez Ron (Madrid, 1949) es licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid (1971) y doctor (Ph.D.) en Física por la Universidad de Londres (1978) y por la Universidad Autónoma de Madrid (1979). El 19 de octubre de 2003 leyó su discurso de ingreso y pasó al ocupar el sillón "G", en el que ha sucedido a José María de Areilza y José Hierro.

En la actualidad es catedrático de Historia de la Ciencia en el Departamento de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid, en la que fue previamente (entre 1983 y 1994) profesor titular de Física Teórica. Pero su currículum no termina aquí, en noviembre de 2003 fue elegido miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes (Academia Scientiarum et Artium Europaea), cuya sede central se encuentra en Salzburgo, y es también académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias.

Las mencionadas ocupaciones no han sido óbice para que haya sido autor de más de 300 publicaciones en los campos de la física teórica, historia y filosofía de la ciencia, entre las que figuran más de una veintena de libros de divulgación científica y sobre la historia de la ciencia, entre los que figuran títulos como *El Siglo de la Ciencia*, *El futuro es un país tranquilo*, *Historia de la física cuántica*, *Los mundos de la ciencia* y *El origen y desarrollo de la creatividad*.

Con una amplia experiencia docente en el exterior (King's College y University College de Londres, Agencia Espacial Europea, Temple University de Filadelfia), ha sido también vicedirector del Instituto de Filosofía del CSIC. En 2001 recibió el Premio José Ortega y Gasset de Ensayo y Humanidades de la Villa de Madrid por su libro *El Siglo de la Ciencia*.

Su campo de investigación actual es la historia de la ciencia de los siglos XIX y XX, especialmente de la física. ■



JORGE FERNÁNDEZ

“Los grandes retos de futuro de la ciencia son explicar la materia y energía oscuras, encontrar una teoría cuántica de la gravedad, y acertar con una teoría unitaria del funcionamiento del cerebro”.



temas científicos, y ya se sabe que ellos son muy prácticos. ¿A quien se le ocurrió la iniciativa?

— Como tantas y tantas personas, admiro mucho a Antonio Mingote. Y como la suerte me ha dado la oportunidad de conocerlo y verlo todos los jueves en la Real Academia Española, se me ocurrió que me gustaría escribir un libro que él ilustrase. Uno de esos jueves me acerqué a él y, no sin timidez, le dije: “Antonio, ¿por qué no unimos fuerzas y escribimos un libro juntos, en el que ciencia y arte se den la mano?” Y para mi alegría inmediatamente dijo: “¡Que honor!”. El honor, claro, me lo hacía él a mí. Así empezó todo.

— *De los cuarenta principales de la ciencia que aparecen retratados por Antonio Mingote, ¿a cuáles admira más? ¿A quién añadiría si hubiese un próximo ¡Viva la ciencia!?*

— Los que yo más admiró son Newton, Einstein y Darwin. En una hipotética futura edición del libro añadiría a quienes, vamos a suponer, hubiesen logrado: uno, encontrar una teoría cuántica de la gravedad (que se pueda rela-

cionar con la experiencia, algo que no sucede —por el momento al menos— con las tan citadas teorías de supercuerdas); dos, explicar qué son la materia y la energía oscuras, y tres, desarrollar una teoría unitaria del funcionamiento del cerebro.

— *¿Qué opina sobre el periodismo científico en España? ¿Cree que se publican en los medios de comunicación secciones científicas especializadas en cantidad y con calidad suficientes?*

— Creo que no hay en España demasiados periodistas especializados en ciencia, pero dentro de ese grupo los hay muy buenos. Y estoy contento con la progresión de las secciones y número de noticias dedicadas a la ciencia, aunque, claro, siempre existen lagunas (algún suplemento magnífico, que desapareció). En general, de todas maneras, insisto en ello, la situación del periodismo científico en España es esperanzadora, pero sólo, eso sí, cuando miramos a la prensa; en televisión y radio no soy tan optimista.

— *¿Por dónde cree que habría que comenzar para formar a futuros científicos?*

— En el colegio y en el instituto, esto es, en la Enseñanza Secundaria. Ahí es donde hay que enseñar a los niños y jóvenes a amar a la ciencia, enseñándoles qué es y las bases sobre las que se asienta. El futuro, no lo olvidemos, se construye desde el presente.

— *¿Qué opina de la energía nuclear como opción energética para el futuro?*

— Creo que en la actualidad existen varios y muy serios argumentos en su favor; no el menor, el que las centrales nucleares no emiten dióxido de carbono, uno de los gases del efecto invernadero. A esto se debe que antiguos ecologistas que se opusieron con fiereza en el pasado a la energía nuclear hayan cambiado de opinión. Ciñéndonos al caso de España, pienso que denota una gran irresponsabilidad por parte del Gobierno el, cuanto menos, no someter a evaluación independiente y desapasionada la posible utilización en un futuro próximo de centrales nucleares. Por el momento, sus únicos planes son cerrar las ya existentes. Y hay que tener en cuenta que el proceso de construcción de una nueva central nuclear lleva mucho tiempo. ■



Esta es nuestra forma de proteger la naturaleza

La forma que define nuestra estrategia ambiental, basada en contribuir al desarrollo sostenible aplicando como precepto básico la prevención y el control de la contaminación de nuestras actividades de extracción y producción. La forma de nuestro trabajo por la sostenibilidad de los recursos naturales potenciando el empleo de combustibles alternativos favoreciendo la sustitución progresiva de los combustibles fósiles.





ZARAGOZA BAJO LAS AGUAS

La Exposición Internacional de Zaragoza, abierta hasta el 14 de septiembre, tiene como protagonista la situación del agua en el mundo

Nuestra gran aliada contra los rigores de la canícula es el agua, protagonista siempre del verano por su capacidad para refrescar nuestros cuerpos por dentro y por fuera. Pero este año adquiere una dimensión especial: Zaragoza alberga una Exposición Internacional que se centra en este recurso, tan importante para nuestra supervivencia, y que permanecerá abierta hasta el 14 de septiembre. Unos 110 países y organizaciones participan en un evento que pretende poner de relieve los crecientes problemas que provoca en el mundo la carencia de agua y las deficiencias higiénicas de su gestión. Para la capital aragonesa supondrá, además, una transformación radical de su fisonomía y de su lugar en el mundo. ■ POR Ignacio F. Bayo, DIVULGA.



NURIA SOLER



CHUS MARCHADOR

A la izquierda, desfile y fuegos artificiales en la inauguración de la Expo. Arriba, una perspectiva del Pabellón de España y un detalle del interior de la Torre del Agua. A la derecha, visitantes a su llegada al recinto.



ANGEL DE CASTRO

PESE AL DICHO BÍBLICO, SOMOS MÁS agua que polvo: dos tercios frente a uno; una proporción que, curiosamente, se repite al comparar la distribución de agua y tierra firme sobre la superficie de nuestro planeta. Esta preponderancia del líquido elemento no es habitual entre los cuerpos celestes. Dentro del sistema solar el agua no es muy frecuente; y tampoco lo es el que se encuentre, como ocurre aquí, al mismo tiempo en los tres estados de la materia —sólido, líquido y gaseoso—, propiciando el ciclo hidrológico, que juega un papel esencial en la dinámica climática, geológica

y energética del planeta. El agua contribuye a que la Tierra sea, además, el planeta de la vida, un fenómeno que resulta indisoluble de este líquido incoloro, inodoro e insípido. La historia de la vida es la de la distribución del agua, y la de la humanidad, la de su accesibilidad.

El agua es la clave de nuestra actividad cotidiana; nuestro cuerpo funciona gracias a ella, necesitamos ingerirla varias veces al día, la utilizamos nada más levantarnos para limpiarnos y asearnos, y para generar la mayor parte de la energía eléctrica que consumimos. No es extraño, por tanto, que sea un recurso estratégico esen-

cial y que su disputa haya desatado conflictos entre países.

Las cifras del agua

Se calcula que la Tierra contiene unos 1.383 millones de kilómetros cúbicos de agua, lo que equivale a 1.383 trillones de litros. No es pues un recurso escaso, aunque la mayor parte de esa masa, exactamente el 97,4%, se encuentra formando los mares y océanos, cuyo grado de salinidad es excesivamente alto como para que sirva para atender nuestras necesidades. Ni siquiera el restante 2,6%, formado por agua dulce, está a nuestra disposición ya



La Familia Real saluda a los miembros del Gobierno.

que la mayor parte, en torno al 89%, se encuentra como hielo en las altas montañas y en las zonas polares, especialmente en la Antártida. Los acuíferos subterráneos, no siempre utilizables, se llevan otro 10%, y los ríos y lagos, las fuentes más accesibles de suministro, apenas suponen el 1% de esta fracción (apenas el 0,02% del total del agua del planeta).

El consumo de agua en el mundo se ha disparado durante el siglo XX, especialmente en los países desarrollados, donde se ha multiplicado por seis durante esos cien años, al tiempo que la población se ha multiplicado por tres. Y el arranque del siglo actual no ha frenado esta tendencia.

Entre la necesidad y el derroche, nos enfrentamos a un futuro sediento, anticipado ya en grandes regiones del mundo, las mismas que dibujan el mapa de la pobreza. Se calcula que unos 1.100 millones de personas no tienen acceso directo al agua, y conseguir la que precisan para cubrir sus necesidades mínimas les supone un enorme esfuerzo familiar. Además, el agua contaminada o estancada provoca el 80% de las infecciones producidas en todo el mundo.

Capital mundial del agua

Zaragoza pretende ser el escenario en el que se ponga de manifiesto el enorme reto que la humanidad afronta para superar estas limitaciones y alcanzar el sueño

de uno de los lemas de la Expo 2008, “Derecho al agua, derecho a la vida”, con el que aboga por introducir una mención expresa al derecho de acceso al agua en condiciones suficientes e higiénicas en la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

Situado al noroeste de la ciudad, el recinto expositivo, junto con los espacios anejos, formados por el Parque Metropolitano del Agua y los alrededores, se enclava en un espacio rodeado por el Meandro de Ranillas, una enorme “U” que forma el río Ebro antes de enfiar su travesía por el centro de la ciudad actual.

La Expo plantea diferentes aproximaciones al tema central de su celebración. Concienciar de los problemas que plantea el uso del agua en la actualidad, debatir sobre la importancia de su correcta gestión, plantear desafíos tecnológicos que ayuden a encontrar nuevas soluciones, disfrutar de sus enormes posibilidades recreativas, configurar paisajes modelados por el agua, dar a conocer todo tipo de iniciativas planteadas en todo el mundo para aprovecharla al máximo... Todo ello de una forma atractiva, donde el reto de alcanzar la sostenibilidad en el aprovechamiento de este recurso no se plantea desde un agorero discurso sino de una manera lúdica; que el visitante aprenda divirtiéndose.

Para el visitante, la entrada en materia se realiza desde sus primeros pasos. El



‘El abrazo del Ebro’ es uno de los iconos de la Expo.

punto de acceso principal al recinto ha sido diseñado por la arquitecta iraní Zaha Hadid y es un alarde de imaginación. Se trata de algo más que una pasarela para salvar el cauce del Ebro, ya que está concebido como un espacio expositivo cubierto, que visto desde el exterior muestra una caprichosa forma curva y redondos volúmenes. Con una longitud de 270 metros y una anchura de 35, el llamado Pabellón Puente dispone de una superficie total de 7.000 metros cuadrados distribuidos en dos plantas y tres recorridos diferenciados. En su interior se puede visitar la exposición *Agua, recurso único*, en la que se muestran diferentes aspectos del agua y su utilización y pensada para que se recorra de forma unitaria o en diferentes momentos de la visita.

El segundo pabellón temático se encuentra en la Torre del Agua, un edificio de 76 metros de altura, levantado sobre un zócalo de otros 13 metros, lo que la convierte en el edificio más visible, no sólo de la Expo sino de la ciudad en su conjunto. Se trata de un zigurat, ya que su estructura interior consiste en un espacio central rodeado por una rampa helicoidal que permite ir ascendiendo suavemente hasta alcanzar su parte superior, desde donde se puede apreciar a vista de águila el conjunto de la muestra y la ciudad de Zaragoza.

En su interior hay 21.000 metros cuadrados de superficie disponible, aunque



CHUS MARCHADOR



Visitantes esperando frente al Pabellón de Kuwait.

sólo la mitad estarán a disposición de los visitantes, que podrán realizar una aproximación integral al agua como elemento. La exposición que alberga, denominada *Agua para la vida* es una variada propuesta de aproximación al líquido elemento desde una visión artística y mediante el estímulo de los cinco sentidos. Por ejemplo, uno se puede recrear con un concierto acuático generado por una cortina de agua que proporciona un conjunto de sonidos directos que se complementan con otros grabados, o se puede penetrar en una nube y sentir la ligereza de su humedad sobre la piel. El conjunto está dividido en espacios expositivos con diferentes propuestas.

CHUS MARCHADOR



Un imagen de la Torre del Agua.

El tercer gran espacio expositivo es el Acuario fluvial, el más grande de Europa en su género, que bajo el lema *Paisajes del agua*, permite contemplar la vida de los grandes ríos del mundo, representativos de los cinco continentes: el Nilo africano, el Amazonas de América, el Mekong por Asia, el australiano Darling Murray por parte de Oceanía y, cómo no, el Ebro en representación de Europa. Más de 5.000 ejemplares de 300 especies diferentes pueblan las 60 peceras y terrarios que se extienden a lo largo de 3.400 metros cuadrados de exposición.

CHUS MARCHADOR



Vista del Pabellón Puente (izquierda) y de la pasarela peatonal de Manterola (derecha).

Cada uno de los espacios representados cuenta con una escenografía que reproduce las características paisajísticas de origen. Así, el Nilo muestra la selva

Una Expo para hoy y para mañana

El 15 de septiembre cerrará sus puertas la Expo Zaragoza 2008, pero no todo será sometido al desmantelamiento. La sostenibilidad implica que el esfuerzo realizado sea aprovechado para nuevas funciones. Así, los tres pabellones temáticos propios de la organización, el Pabellón Puente, la Torre del agua y el Acuario fluvial están destinados a albergar actividades culturales promovidas por dos cajas de ahorros que los han adquirido, Ibercaja y Caja Inmaculada, respectivamente. El acuario, que por exigencias de aclimatación de los animales que lo pueblan está funcionando desde mucho antes de la inauguración de la Expo, seguirá su acti-

vidad, convertido en uno de los grandes atractivos de Zaragoza para el turismo.

El pabellón de Aragón se convertirá en la sede del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno aragonés; el Palacio de Congresos continuará su actividad para acoger grandes eventos, y los pabellones internacionales se convertirán en espacios dedicados a oficinas y servicios por parte de empresas privadas o de organismos públicos. Todo ello, junto con el anexo Parque Metropolitano del Agua, que con sus 120 hectáreas de extensión es ya el mayor de la ciudad, convertirá la zona en un espacio vivo de actividad terciaria y de ocio.

Pero, sobre todo, quedará una organización que pretende seguir aportando soluciones a los retos planteados por la gestión del líquido elemento. La Tribuna del Agua se convertirá en foro permanente de debate y reflexión sobre los acuciantes problemas que plantea el agua en todo el mundo y cuya solución seguirá siendo uno de los retos más arduos del nuestro futuro común. ■



Vista exterior del Acuario Fluvial.

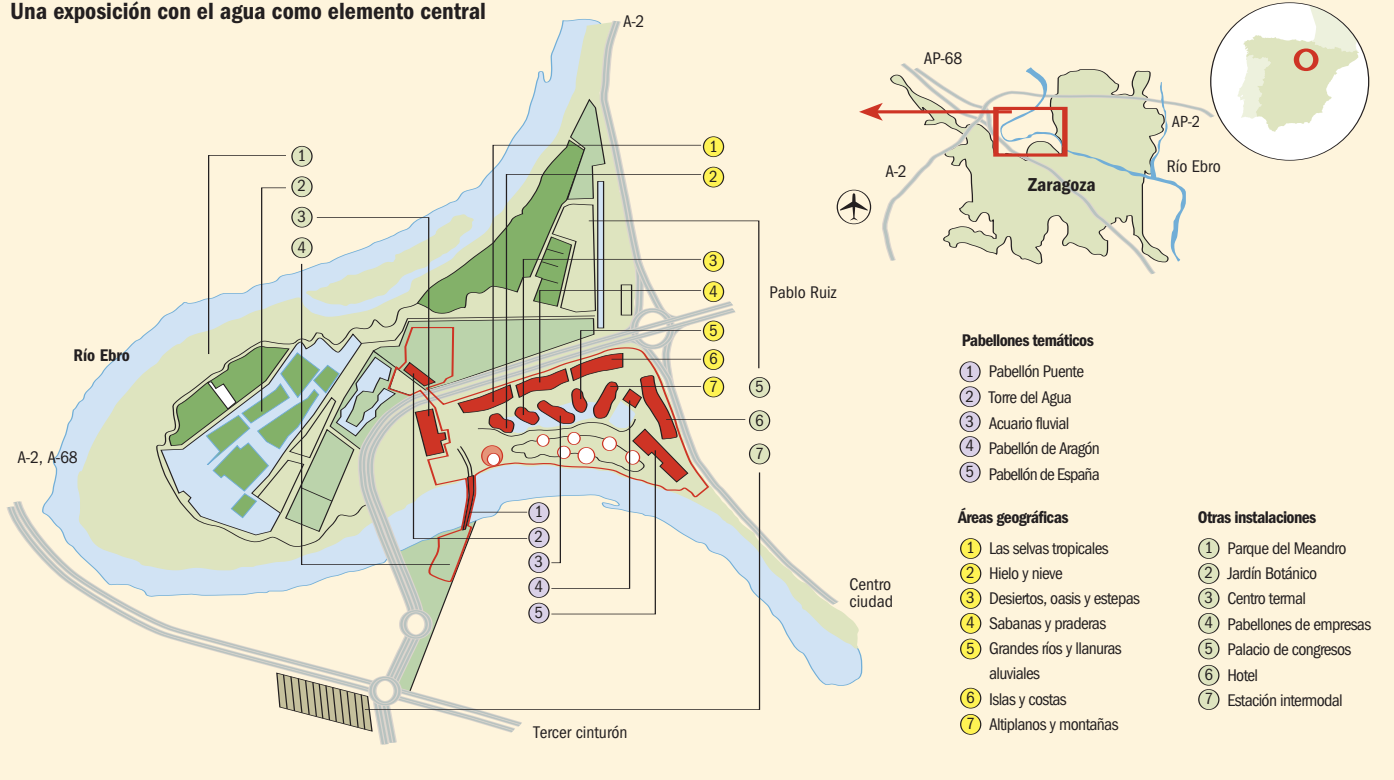


El Acuario Fluvial permite contemplar la biodiversidad de los grandes ríos del mundo.

tropical donde nace, el largo desierto que atraviesa, sus accidentes naturales y culturales más significativos y el delta en el que desemboca. El Mekong, por su parte, nace en un desfiladero del Himalaya, que se ha reproducido, y atraviesa campos de arroz y jardines de orquídeas hasta su desembocadura, donde se aprecian también arrecifes de coral. Y el Amazonas nos permite aprender a diferenciar en su aparente monotonía selvática entre tres zonas diferenciadas, incluyendo un manglar en su desembocadura.

Junto a estos tres grandes polos de atracción, el espacio de la Expo cuenta con muchos más atractivos. Para empezar, a lo largo de la ribera del Ebro nos encontramos con las plazas temáticas, cinco espacios abiertos, de unos mil metros cuadrados cada uno, dedicados a aspectos muy concretos, como *Agua extrema*, *Sed*, *Oikos: agua y energía*, *Agua compartida* y *Agua y ciudad*. Más cerca aún del borde del río se sitúan tres espacios escénicos que albergan espectáculos variados y casi continuos, entre los que destaca la actuación diaria del Circo del Sol. Teatro, actuaciones musicales, espectáculos acuáticos... La oferta cultural es amplia,

Una exposición con el agua como elemento central



con unas 3.400 actividades en total, dirigidas a todo tipo de públicos, incluyendo cabalgatas, deportes y actuaciones musicales variadas que se prolongarán hasta las tres de la madrugada.

Ocupando el espacio central del recinto, se encuentran pabellones representativos de cada país y organización participante, agrupados en ocho zonas. Entre ellos tienen un rango especial los pabellones de España y de Aragón. El primero semeja una plantación de bambú y contiene, entre otras cosas, la exposición *Agua e innovación*. El segundo es un edificio de arquitectura singular, similar a una cesta de mimbre levantada sobre tres pilotes de hormigón. Está dedicado a mostrar los paisajes de la comunidad autónoma, incluyendo espacios expositivos, muestras del patrimonio histórico y artístico aragonés, espectáculos como la actuación del bailarín Víctor Ullate o la del cantante Santiago Auserón, y un audiovisual dirigido por Carlos Saura, denominado *Aragón: agua y futuro*.

Los pabellones internacionales se encuentran distribuidos por grandes regiones del mundo, con zonas dedicadas a los países del África Subsahariana,

Latinoamérica y El Caribe. Una zona alberga los pabellones de las comunidades autónomas españolas y empresas, y otra a otros países participantes. Por último, se levanta un pabellón hecho de adobe que alberga a las iniciativas ciudadanas y a las ONG.

Un recinto sostenible

Uno de los motivos de preocupación de la organización ha sido la coherencia con el propósito central del tema que articula la Expo zaragozana, la sostenibilidad. Es decir, que una actuación tan monumental como un evento de este tipo no produzca impactos ambientales. Para ello, se creó la Agencia de Recursos Ambientales de Expo 2008, que ha controlado los procesos de construcción y gestión de todo el recinto con el objetivo de lograr un coste ambiental tendente a cero. Uso eficiente del agua, utilización de materiales respetuosos con el medio ambiente, uso eficiente de la energía y control de residuos han algunas de las prioridades del proceso. Para controlar su eficiencia se ha establecido un sistema de gestión que incluye una serie de indicadores medioambientales para realizar un seguimien-

to del impacto desde el inicio de las obras hasta la conclusión de la Expo. Como colofón, se ha puesto en marcha un plan de recuperación de los recursos consumidos para la etapa posterior a la Expo.

Por último, más allá de los aspectos lúdicos y divulgativos, los responsables del evento pretenden que la reflexión y la elaboración de propuestas acompañen al desarrollo del evento. Para ello se ha creado la Tribuna del Agua, una organización destinada a hablar del agua desde todos los puntos de vista posibles. Conferencias, debates, puestas en común de iniciativas... día a día, en torno a temas concretos agrupados en semanas temáticas y en las que participan expertos de todo el mundo.

Con el trasfondo de las eternas disputas que el agua suscita también en nuestro país, Zaragoza podrá presumir de haber dado cuerpo a uno de los mayores esfuerzos por atajar un gran problema global. Y lo hace a la vera de ese Ebro que crea a su paso un vergel en medio de la aridez de la región. Un Ebro que quiso participar de forma más activa aún en la gran fiesta desbordando sus aguas la pasada primavera para regar el suelo de su Expo. ■

El nuevo Ministerio de Ciencia e Innovación incluirá competencias dispersas anteriormente entre Industria, Educación y Sanidad

Ventanilla única para la ciencia y la innovación

Después de muchos y más o menos fallidos intentos de interconectar a los agentes del sistema científico-tecnológico, por fin la ciencia, la investigación y la tecnología —es decir, las universidades, los científicos y las empresas— tendrán una ventanilla común: el Ministerio de Ciencia e Innovación. Competencias antes dispersas entre los anteriores ministerios de Industria, Educación, Sanidad y algunos otros serán ahora gestionadas por una sola unidad administrativa y, lo que es más importante, bajo unos mismos criterios. ■ **POR Jesús Vicenti, PERIODISTA Y ASESOR TECNOLÓGICO.**

PARA LLEVAR A CABO SEMEJANTE empeño, el Gobierno ha elegido a un triunvirato de cierto peso, cuyo currículum pasa lo mismo por la investigación que por la universidad y por la empresa, lo cual es una excelente credencial para los objetivos que se persiguen: Cristina Garmendia, como titular del departamento, y Carlos Martínez y Màrius Rubiralta, como secretarios de Estado de Investigación y de Universidades.

Cristina Garmendia conoce muy bien el sector de la biotecnología, no sólo en su calidad de ex presidenta de la patronal Asebio, sino también como fundadora de la empresa Genetrix, mano a mano con Carlos Martínez, ex presidente del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Ambos quieren convertir a España —y así lo expresó públicamente este último ante los medios informati-

vos— nada menos que en la “California de Europa”, donde, además de grandes vinos —ahí ya estamos—, se cultiva una fuente de investigación y transferencia de conocimiento inagotable. No se atrevió a mencionar el tótem clásico en este caso, el Silicon Valley, pero estaba en la mente de todos.

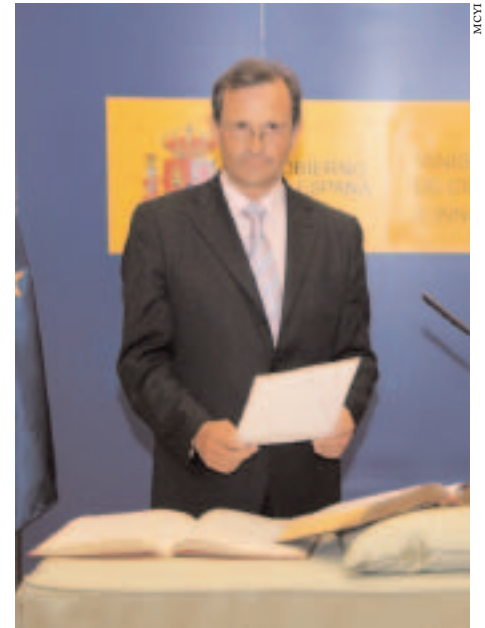
En cuanto a Màrius Rubiralta, ocupaba hasta ahora el cargo de rector de la Universidad de Barcelona y fue director de su Parque Científico, facetas ambas muy convenientes para comprender mejor el nuevo escenario en que le va a tocar moverse.

Universidades e Investigación y Ciencia y Tecnología, dos experimentos fallidos

Lo más parecido que se recuerda al actual modelo fue el Ministerio de Ciencia y Tecnología, creado por el Gobierno de

José María Aznar en el año 2000 con el mismo arrebato coordinador con el que nace ahora el nuevo departamento. Sin embargo, las universidades, base de buena parte de la investigación que se realiza en el país, quedaron entonces fuera de sus competencias, de manera que el trípode resultó siempre inestable. Y tampoco ayudó mucho la postergación de todas aquellas políticas que no pasaran necesariamente por las nuevas y altas tecnologías que se manejaban entonces: sociedad de la información y biotecnología, principalmente.

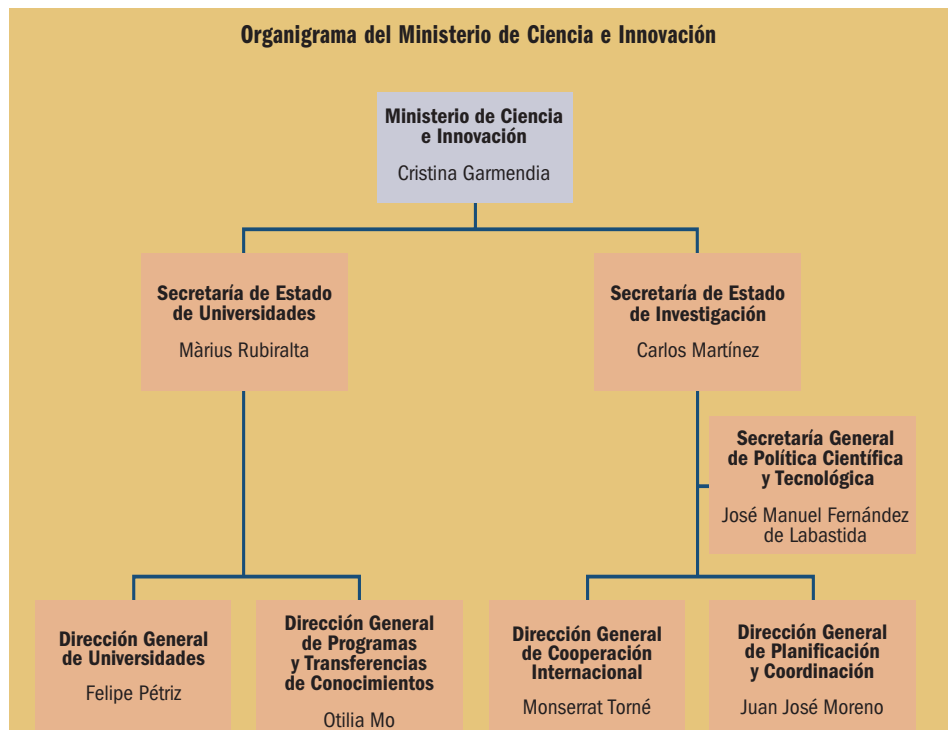
Otro intento más reciente de coordinación, al menos en el ámbito del trío mágico de la I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), se produjo en la legislatura anterior tras intentar dotar al Ministerio de Educación y Ciencia de buena parte de las competencias innova-



La ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia, junto al secretario de Estado de Universidades, Màrius Rubiralta. A la derecha, Carlos Martínez, secretario de Estado de Investigación, en su toma de posesión. Los tres nuevos cargos proceden de la investigación, la universidad y la empresa.

doras, muy especialmente las de coordinación del sistema nacional de ciencia-tecnología-empresa. Y aunque se avanzó en materia de cooperación público-privada y de investigación concertada entre muy diversos agentes (el programa Cénit fue un buen ejemplo), las ventanillas de tramitación fueron más numerosas que nunca. Incluso se establecieron diferencias, un tanto artificiales, que llevaban a un mismo proyecto a la encrucijada de tener que presentarse en ministerios distintos según el grado más o menos intenso de cooperación o según su dimensión económica.

Universidades e investigación ya estuvieron, por otra parte, juntas en el primer gobierno democrático de 1977, si bien el flamante ministerio de la Unión de Centro Democrático nunca llegó a “profanar” el templo sagrado de la tecnología industrial, en manos de un Ministerio de Industria acostumbrado a políticas industriales intervencionistas y verticales, como correspondía a un país en el que ni siquiera eran de aplicación las normas de la competencia de la Unión Europea, ya que en aquellos años no se pertenecía a tal club, y el Instituto Nacional de Industria campaba a sus anchas. Para dar un toque de modernidad a la cuestión, se fundó, no obstante, el hoy popular CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) tan sólo un año después.



POLÍTICAS Y ORGANISMOS DEPENDIENTES

- Coordinación y desarrollo del Plan Nacional I+D+i 2008-2011; ■ Competencias de Política Tecnológica;
- Políticas de investigación, ciencia y universidad; ■ I+D+i de Industria y Sociedad de la Información; ■ Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial; ■ Consejo Superior de Investigaciones Científicas; ■ Instituto de Salud Carlos III; ■ Instituto Nacional de Investigación Agraria; ■ Centro de Investigación Energética y Medioambiental; ■ Instituto de Investigación Oceanográfica; ■ Instituto Astrofísico de Canarias; ■ Instituto Geológico y Minero; ■ Otros organismos e institutos y fundaciones públicos de promoción de la I+D+i; ■ CERN, Agencia Europea del Espacio, Observatorio Europeo del Sur y otros organismos de cooperación tecnológica internacional;
- Agencias de investigación, financiación, evaluación y prospectiva.

Algunos retos del Ministerio de Ciencia e Innovación para la legislatura

- Alcanzar un gasto en I+D+i del 2% del PIB.
- Conseguir que las empresas aporten el 55% de la I+D.
- Aprobar una nueva Ley de la Ciencia que sustituya a la de 1985.
- Llegar a una proporción de investigadores sobre población activa del 7 por 1000.
- Mejorar el número de investigadores en el sector empresarial hasta el 42% del total.
- Rejuvenecer la plantilla investigadora y promover su internacionalización.
- Alcanzar una cuota de producción científica respecto al total mundial del 3,6%.
- Obtener retornos del 7% en la participación española en Programa Marco de la UE.
- Hacer crecer las patentes españolas en Europa hasta las 96 por millón de habitantes.
- Crear la Agencia Estatal de Planificación, Financiación, Evaluación y Prospectiva.
- Perfeccionar la reforma emprendida en las universidades en la anterior legislatura.
- Mejorar la cooperación entre los agentes del sistema de I+D+i. ■



El esfuerzo coordinador de Presidencia

Este afán integrador de todas las políticas estatales relativas a la ciencia y la innovación es un objetivo que ha venido impregnando los últimos grandes programas impulsados por el Gobierno. Así en 2004, al comienzo de la legislatura anterior, la Oficina Económica de Presidencia tomó el liderazgo sobre la política estatal de I+D+i, convencida de la urgente necesidad de establecer criterios y estrategias comunes. Como fruto de aquellos esfuerzos de coordinación, nació el programa Ingenio 2010, que ponía el énfasis en tres instrumentos básicos de cooperación: uno en el ámbito industrial (Cénit), otro en el de la investigación (Consolider) y un tercero en el de la sociedad del conocimiento (Avanz@).

Después de este primer ensayo de cambio, mientras Europa proclamaba su deseo de convertirse en 2010 en la economía más competitiva del mundo basada en el conocimiento, veía la luz, a finales de 2007, una nueva edición cuatrienal del Plan Nacional de I+D+i (2008-2011). Fue el penúltimo intento de empezar a coordinar políticas científico-tecnológicas, de acabar con el rosario de programas y convocatorias (más de 100, gestionadas por 30 entidades distintas) y de llegar, en definitiva, al puerto de la *ventanilla única*.

Pero, para poder lograrlo, faltaba un departamento fuerte, capaz de materiali-

zar las nuevas líneas instrumentales y las nuevas áreas estratégicas establecidas en el Plan. Y así lo estaban reclamando también entidades asesoras casi áulicas como Cotec, muy preocupada por la escasa velocidad a la que España lleva tiempo convergiendo en cuestiones de I+D, patentes, calidad de investigación, inversión privada, etcétera. Su recientemente dado a conocer Informe Anual insiste en la necesidad de tomar nuevas medidas, porque parece que empieza a agotarse, por insuficiente, el modelo de inyectar más dinero público en el mercado, instituido por el extinguido Ministerio de Ciencia y Tecnología, que fue el primero en reconocer —y corregir— la hasta entonces cicatera aportación del erario público a la causa nacional de la innovación. La introducción masiva de los préstamos como instrumento financiero de I+D+i apalancó muchísima inversión empresarial, pero, pese a las buenas expectativas del joven ministerio, no llegó a cuajar y fue considerado por algunos expertos, tal vez injustamente, como un nuevo experimento fallido.

Recomendaciones de la OCDE y alternativa al ladrillo

En un sentido similar se pronuncia otro reciente informe, en este caso de la OCDE (*R&D and Innovation in Spain: improving the policy mix*), que insiste en la idea de buscar masas críticas de cooperación y de

contar con el potencial investigador de la universidad. En este punto, es muy importante que las competencias caigan en manos de un Ministerio de Ciencia e Innovación, que propende hacia un entorno de culto a la investigación y a la tecnología. Las prioridades de un Ministerio de Educación son, como es obvio, muy diferentes.

Fortalecimiento de los vínculos entre ciencia e industria, fomento de la movilidad de los investigadores, mejor coordinación de las políticas de I+D+i evitando la fragmentación de los recursos financieros y algunas otras recomendaciones análogas son la base del informe citado y del diagnóstico que hace la OCDE, no muy distinto del efectuado por Cotec, o por otras instituciones y lobbies que asesoran al Gobierno.

El nuevo y prometedor Ministerio de Ciencia e Innovación nace, por otra parte, en plena *crisis del ladrillo*, lo que dio a pie al propio presidente del Gobierno a jugar, en su presentación, con la idea de que había llegado la hora de cambiar las inversiones inmobiliarias por las tecnológicas: "Hay que estar menos pendientes de la construcción y más pendientes de servicios del conocimiento, invertir más en ciencia y tecnología, ayudar a las empresas a innovar y coordinar universidades y centros de investigación".

La misión del nuevo ministerio es profunda y de gran alcance, aunque, en el



decreto de reestructuración correspondiente (BOE de 14 de abril de 2008), ocupa tan sólo unas pocas líneas: “Corresponde al Ministerio de Ciencia e Innovación la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de universidades, investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en todos los sectores, así como la coordinación de los organismos públicos de investigación de titularidad estatal”.

Nada más, pero, sobre todo, nada menos. Porque, desde la investigación fundamental en la universidad o en los organismos públicos autorizados, hasta la última y modesta innovación de proceso industrial, todo cabe en este ministerio, incluido el inmenso reino de la sociedad de la información, que absorbe más de la mitad de los presupuestos generales para la ciencia, la investigación y la tecnología.

CDTI, CSIC y OPI, también

Y, por si fuera poco, instituciones tan carismáticas como el CSIC, el CDTI o el Instituto de Salud Carlos III caen también bajo su tutela, junto a una tupida red de organismos gestores de la I+D+i. Según unos primeros cálculos a vuelapluma, el 95% de los casi 50.000 millones de euros que el Estado invertirá en estas políticas de ciencia e innovación durante los próximos cuatro años será gestionado por el departamento de Cristina Garmendia,

que se ocupará también de la futura Agencia Estatal de Planificación, Evaluación, Financiación y Prospectiva, un proyecto que arranca del programa electoral del primer gobierno de Rodríguez Zapatero, pero que aún no se ha cerrado. Faltaba tal vez la creación del nuevo ministerio para darle su empujón definitivo. A esta agencia podría ir a parar finalmente la práctica totalidad de los programas de I+D+i de la denominada función 46 de los Presupuestos Generales del Estado, próxima a los 10.000 millones de euros en 2008.

En medio de tal vorágine de competencias, aún tendrá que haber tiempo para desarrollar una nueva Ley de la Ciencia, hacer a la industria más competitiva, recuperar los *cerebros* fugados al exterior y aún atraer a los extranjeros, rejuvenecer la población científica, normalizar la profesión de investigador, perfeccionar la reforma universitaria, converger tecnológicamente con nuestros principales socios comunitarios, arraigar en la sociedad la tan manida *cultura de la innovación* y mil etcéteras más, entre los que no hay que desdenar la nada fácil tarea de hacerse con un lugar propio que han venido ocupando gestores y diversos cuerpos de funcionarios de los ministerios de Industria, Sanidad, Fomento, Educación y diversos organismos públicos con una más que cierta independencia de funcionamiento y de criterio. El propio Ministerio de Industria habrá de renunciar a muchas de las más genuinas competencias de su departamento —y desde luego las más cercanas a la tecnología— en beneficio del nuevo Ministerio de Ciencia e Innovación.

Dos secretarías de Estado para gestionar 45.000 millones

La nueva *ventanilla única* cuenta con dos secretarías de Estado, la de Universidades y la de Investigación, con dos direcciones generales cada una de ellas (de Universidades y de Programas y Transferencias de Conocimientos la primera; de Planificación y Coordinación y de Cooperación Internacional, la segunda). Además se instituye una Secretaría General de Política Científica y Tecnológica que depende directamente del nuevo secretario de Estado de Inves-

tigación, Carlos Martínez. Un organismo no demasiado extenso para un presupuesto y una gestión de grandes proporciones: unos 45.000 millones de euros para el curso de la legislatura.

Al cierre de esta edición aún no estaban configuradas las competencias definitivas de cada una de estas dos grandes áreas, si bien en un primer momento podrían pasar a depender del secretario de Estado de Universidades, Màrius Rubiralta, competencias relacionadas con la transferencia de conocimiento entre la investigación y la empresa, como, por ejemplo, las llamadas infraestructuras científico-tecnológicas (instalaciones singulares y parques) y algunos programas de recursos humanos. Por el contrario, la Secretaría de Estado de Investigación absorbería programas de contenido tecnológico cercanos a la empresa (antiguo Profit) y la tutela de los organismos de investigación y ciencia de titularidad estatal.

Mientras Ciencia e Innovación organiza sus recursos materiales y humanos para abordar la ingente tarea que se le viene encima, la gestión de los proyectos de I+D+i del Plan Nacional sigue este año su curso como si nada hubiera pasado, ya que los mismos equipos siguen ocupándose de evaluar y tramitar las solicitudes (Industria, Sanidad y Fomento, principalmente). La subsecretaria del nuevo ministerio, María Teresa Gómez-Condado, lo fue antes del Ministerio de Industria, y como tal conoce perfectamente el complejo protocolo de gestión y fiscalización que exigen convocatorias simultáneas con miles de expedientes y memorias que habrá que resolver antes de fin de año. Si se produjera un colapso administrativo, el presupuesto podría quedar sin ejecutar, algo inadmisibles para los gestores de una política de Estado tan estratégica como la de ciencia y tecnología.

En vista de ello, la tan ansiada *ventanilla única* empezará a hacerse notar en las convocatorias de 2009, en las que ya todo —o casi todo— girará en la órbita del Ministerio de Ciencia e Innovación, que aspira a convertirse en el centro estelar del sistema científico-tecnológico, universidades incluidas. ■

Aunque árboles y arbustos están expuestos, como cualquier ser vivo, a diferentes enfermedades, la *seca* o decaimiento forestal es un fenómeno complejo, y de difícil solución, que en distintos puntos de España amenaza la supervivencia de encinas y alcornoques. En el desarrollo de este síndrome están implicados múltiples factores, desde los climáticos hasta aquellos que tienen como protagonistas a hongos o insectos particularmente agresivos. No es fácil evaluar el impacto real de la *seca*, aunque en algunas comarcas se han localizado notables daños en la vegetación y algunos especialistas hablan de la desaparición de unos 200.000 árboles cada año. ■ POR José María Montero, PERIODISTA AMBIENTAL.

El síndrome de la seca amenaza la supervivencia de encinas y alcornoques

El bosque enfermo

EL DECAIMIENTO FORESTAL ES UN proceso del que se tienen noticias desde comienzos del siglo XX, cuando en diferentes países se anotó un anormal deterioro en masas forestales de diferentes especies y, en particular, de aquellas compuestas por árboles del género *Quercus*. Este síndrome, que también ha sido bautizado como *seca*, se manifiesta en la actualidad en gran parte de Europa, norte de América y norte de África. En el sur de la Península Ibérica

comenzó a revelarse, con especial virulencia, en los años ochenta, afectando, sobre todo, a encinas y alcornoques, aunque también lo sufren quejigos, rebollos e, incluso, especies de matorral mediterráneo. Extensas comarcas de Andalucía, Extremadura y Portugal comenzaron entonces a sufrir los estragos de este complejo síndrome que hoy, y en lo que se refiere a los *quercus*, también está presente en algunos puntos de Castilla-La Mancha y Castilla y León.

Las plantas afectadas muestran signos que revelan una importante pérdida de vigor, como severas defoliaciones (caída anormal de las hojas) o clorosis (se amarillean las partes verdes), proceso que puede conducir a la muerte del ejemplar. La enfermedad y sus consecuencias puede manifestarse de manera súbita, haciendo que el árbol se colapse en menos de dos meses (con independencia de su edad y estado sanitario), o bien puede originar una lenta





Una encina afectada por la seca en el Rinconcillo, cerca del Valle de la Cruz (Huelva).

agonía que se prolonga entre dos y cuatro años.

Tratando de precisar el impacto de este fenómeno, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía realizó en 1999 un inventario de focos en los que se manifestaba esta *seca* o decaimiento. En toda la región se localizaron 465 focos, aunque ya entonces se sospechaba que la incidencia real de este síndrome era mucho mayor, sobre todo en provincias como Córdoba, Gra-

nada o Jaén, donde la magnitud del inventario no parece corresponderse con los daños reales observados.

En cualquier caso, y de acuerdo a este primer análisis, la *seca* afecta sobre todo a las provincias de Cádiz (158 focos), Sevilla (146) y Huelva (110). En esta última provincia, y en lo que respecta a la comarca del Andévalo, el síndrome parece estar asociado a la presencia de un hongo patógeno muy destructivo, el *Phytophthora cinnamomi*,

al que vendrían a sumarse factores climáticos adversos y ataques de otros hongos e insectos. Por el contrario, en la franja de Sierra Morena que recorre el norte de Huelva, Sevilla y Córdoba, la enfermedad se vincula, sobre todo, a un cambio en las condiciones ambientales, ya que el clima parece derivar hacia situaciones de mayor aridez, lo que, a su vez, multiplica el ataque de algunos parásitos. Idéntica circunstancia motivaría la *seca* en las sierras gaditano-mala-



De izquierda a derecha, pudrición por podas defectuosas, placas carbonosas provocadas por hongos y agujeros causados por insectos perforadores.

gueñas y en las del sector oriental de Andalucía, especialmente sensibles a ese cambio climático y, en particular, a la aparición de golpes de calor.

Este análisis de causas puede extrapolarse a distintos territorios, ya que se asemeja a lo que está ocurriendo en otras comunidades autónomas y en el vecino Portugal. De acuerdo a las investigaciones que desde el Departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad de Córdoba está liderando el profesor Rafael Navarro, el decaimiento de los *quercus* se produce “sobre masas con un

importante déficit selvícola, donde las sequías prolongadas son el principal factor incitante y con la presencia, al menos, de un agente biológico que causa la muerte del arbolado”. Dicho de otra manera, por una parte intervienen factores bióticos, como los hongos, y, por otra, factores abióticos, como la sequía y un manejo selvícola inadecuado.

Las alteraciones que viene sufriendo el clima en las últimas décadas aparecen como un factor clave en la incidencia de la *seca*, y así se refleja en los trabajos que viene desarrollado Ángel

Fernández, experto del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). En el sur peninsular hay una clara tendencia a los largos periodos de sequía con aumento de las temperaturas estivales, lo que hasta ahora se ha reflejado en un empeoramiento del estado general de las coberturas vegetales. Si estas alteraciones se hacen permanentes, como parecen indicar los escenarios de cambio climático más fiables, es muy posible que se originen “desplazamientos y mortalidad en la vegetación existente que, además,

Viejos y abandonados

Después de examinar numerosas zonas de encinar y alcornoque, los expertos de la Universidad de Córdoba detectaron algunos problemas relacionados con el manejo de estos árboles, circunstancia que hace más difícil el combate contra la *seca*. En general, se aprecia un notable envejecimiento del arbolado, con ejemplares que han sido explotados de manera intensa durante largos periodos de tiempo que, en algunos casos, superan los 200 años.

También es frecuente la ausencia, casi total, de rege-

neración espontánea, debido al sobrepastoreo que sufren algunos enclaves o al cultivo agrícola que ha terminado por invadir los terrenos de vocación forestal. Al margen de estos procesos naturales, los propietarios de fincas no siempre se ocupan de asegurar el reemplazo de aquellos árboles más viejos o decrepitos, lo que impide el adecuado saneamiento de estas explotaciones.

Abundan, asimismo, las encinas y alcornoques que muestran daños parciales o heridas, producto de malas prácti-



De izquierda a derecha, hojas atabacadas por clorosis y pudrición provocada por ataque de insectos y poda excesiva.

será mucho más vulnerable a la invasión por insectos barrenadores y/o por hongos patógenos”.

La propia Administración ambiental concede validez a este pronóstico, y no lo considera nada pesimista. En el informe sobre desertificación elaborado por la Consejería de Medio Ambiente andaluza a mediados de 2007 se afirma que la sequía “ha pasado de ser una anomalía ambiental con presencia esporádica entre los años cincuenta a los setenta, a ser, a partir de los años ochenta del siglo XX, el fenómeno climático con mayor

presencia, de forma que los periodos de sequía son cada vez más prolongados y cercanos unos a otros, marcándose un cambio de tendencia muy evidente”. La incidencia territorial de la sequía es asimismo muy preocupante, ya que al final de los años hidrológicos “prácticamente toda Andalucía se ve afectada por este fenómeno que incide ya sobre todos los meses del año, pero con un especial hincapié en primavera, estación fundamental en las condiciones de los ecosistemas mediterráneos”. Hay que tener en cuenta, además, que algunos de los

periodos de sequía más intensa, que se muestran aún como algo coyuntural (por ejemplo la sequía de finales de la primavera del año 2005), “se pueden llegar a convertir en situaciones estructurales y permanentes, si la evolución que marcan los escenarios futuros se cumple”.

Es indiscutible, por tanto, una progresiva pérdida de bosques asociada a los efectos del cambio climático, y este fenómeno, asegura Craig Allen, especialista del U.S. Geological Service, puede ser particularmente virulento en el sur

cas silvícolas, como podas excesivas o innecesarias. En algunos casos este tipo de manipulaciones se llevan a cabo siguiendo la tradición, sin que ésta tenga unos fundamentos técnicos razonables. De igual manera, y debido a estas mismas prácticas inadecuadas, hay árboles que muestran un claro desequilibrio entre la parte aérea y las raíces, algo que los hace particularmente vulnerables.

Se anota, por último, una excesiva acumulación de biomasa en numerosos enclaves, ya sea por la falta de cuidados o por el simple abandono del aprovechamiento forestal. Los montes no están limpios y esta circunstancia influye tan-

to en el desarrollo de numerosas enfermedades y plagas como en el riesgo de incendios.

En Andalucía, y a juicio de la propia Consejería de Medio Ambiente, los daños causados por la seca fueron particularmente intensos durante el periodo de sequía que se registró a finales de los años ochenta y comienzos de los noventa. Con el retorno de las lluvias, en noviembre de 1995, se registró una cierta disminución en el número de árboles afectados, aunque esta tendencia volvió a invertirse a finales de la pasada década y, desde entonces, el problema muestra una clara progresión. ■



Ejemplar de la Dehesa Ramoneras afectado por la seca.

de España. Allen, que esta primavera visitó Granada invitado por el Observatorio de Cambio Global ubicado en el Espacio Natural de Sierra Nevada, es uno de los expertos que está estudiando la relación entre el decaimiento forestal y el cambio climático en seis cadenas montañosas del noroeste de los Estados Unidos. A su juicio, “aunque la sequía cuenta con unos ciclos naturales más o menos establecidos, el aumento de la temperatura es lo que está provocando que la mortalidad en los bosques se haya disparado”.

El bosque manipulado

Pero junto a este claro detonante hay una serie de circunstancias, precisan los especialistas, que predisponen al desarrollo de la *seca*. Especial incidencia tienen, dentro de este capítulo, las prácticas selvícolas que se aplican a las masas forestales mediterráneas, y que van desde las podas hasta los descorches, pasando por los desbroces, el laboreo del suelo y el sobrepastoreo.

No siempre estas manipulaciones se efectúan de manera razonable, ni siguiendo criterios técnicos que garan-

ticen la bondad de las mismas, de tal manera que los árboles sometidos a estas prácticas pueden verse dañados hasta el punto de ser vulnerables al temido decaimiento. La silvicultura, bien entendida, se convierte así en la mejor fórmula de prevención, y por eso los ingenieros de montes que trabajan en el estudio de la *seca* han propuesto la adopción de un plan de gestión para explotaciones silvopastorales, en el que se fijen los criterios con que deben manejarse las masas forestales, prestando asistencia técnica a los propietarios de fincas. La aplicación de esta estrategia podría organizarse a través de asociaciones de tratamiento integral en encinares y alcornoques, siguiendo el modelo que ya existe en Extremadura, fórmula que permitiría una correcta coordinación entre los diferentes propietarios.

A los factores que desencadenan la *seca* y a aquellos otros que predisponen a ella, hay que sumar una extensa nómina de enfermedades que suelen asociarse a este decaimiento, de manera que el síndrome termina adquiriendo una gran complejidad por la suma de ele-

mentos que participan en el mismo. Aprovechando las alteraciones ambientales o el mal estado de los árboles, aparecen hongos e insectos capaces de originar daños de gran envergadura, y cuyo combate exige el desarrollo de tratamientos específicos en los que se viene trabajando desde hace años.

La lista de enfermedades más frecuentes asociadas a la *seca* está encabezada por la podredumbre radical que causa el *Phytophthora cinnamomi*, un patógeno de plantas leñosas capaz de provocar la muerte masiva de las raíces absorbentes, reduciendo así la capacidad del árbol para obtener agua y nutrientes. Los periodos de sequía largos intercalados con cortos periodos de encharcamiento del suelo favorecen este tipo de infecciones. Si el hongo se instala en el sistema radical, cuando el árbol se encuentre debilitado por la sequía no podrá superar el déficit hídrico porque las raíces habrán sufrido grandes destrozos. También son relevantes los chancros (lesiones en forma de corteza necrosada que aparecen en las ramas o en el tronco) provocados por hongos del género *Botryosphaeria*, o los que están originados por el hongo *Biscogniauxia mediterranea*.

No es fácil cuantificar el impacto real de la *seca* a pesar de que se han realizado, como en el caso de Andalucía, algunos inventarios que tratan de precisar el número de focos y su extensión. Algunos autores señalan que, cada año, se están perdiendo en España unas 4.200 hectáreas de dehesa, lo que equivale a la desaparición de unos 190.000 árboles. La cifra no parece descabellada si se contrasta con las evaluaciones llevadas a cabo en territorios concretos, como la provincia de Cádiz, donde se estima que en el periodo 1969-1996 se perdieron 2,5 millones de alcornoques. Y cuando se habla de alcornoques o encinas perdidas se está hablando de la desaparición de la dehesa, un bosque humanizado, un modelo sostenible de explotación que hace posible el mantenimiento de las rentas rurales sin hipotecar el futuro de la rica biodiversidad asociada a estos espacios. ■

¿Quién le ayuda a mantener el flujo de la **energía eléctrica**?



Los expertos de AREVA T&D, sus socios reconocidos...

Desde hace más de 100 años, diseñamos soluciones a la medida para suministrar energía.

Nuestra experiencia en transmisión y distribución de electricidad es la base del desarrollo industrial y garantiza a millones de personas en el mundo entero un suministro seguro y fiable.

AREVA T&D le provee experiencia y conocimiento en productos, sistemas y servicios innovadores, adaptados a las necesidades del cliente, dentro de los tiempos de entrega solicitados y con los más altos estándares de calidad. www.areva.com

www.areva-td.com/contacto/centro/



A
AREVA

Las últimas investigaciones en neurociencia muestran que el cerebro decide por su cuenta, varios segundos antes que el yo consciente

*¿Se cree usted libre?
Desengañese,
no lo es*



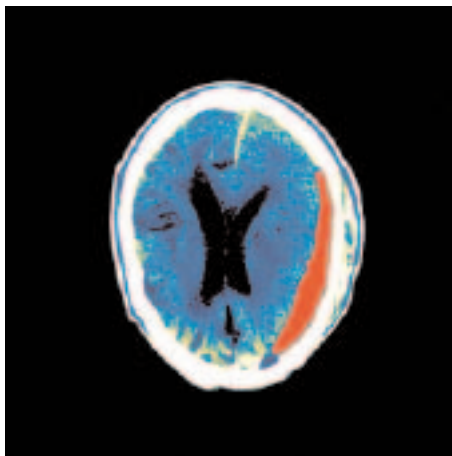
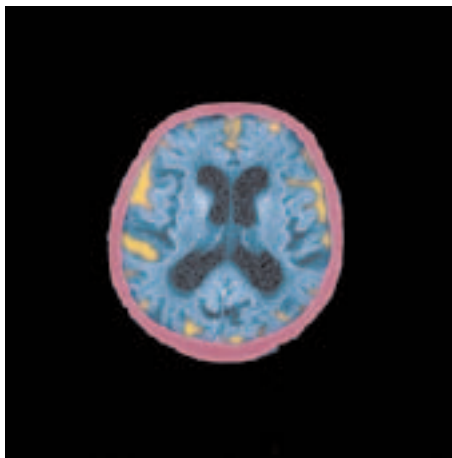
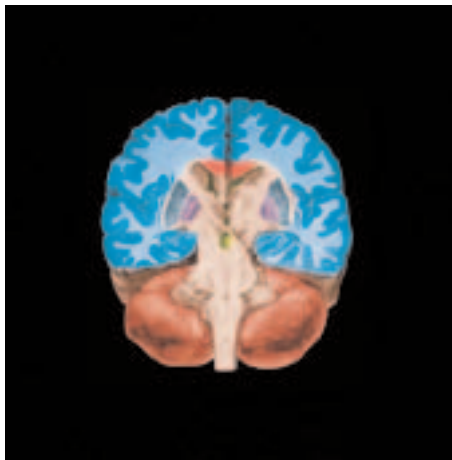
“Pienso, luego existo”, dijo Descartes en el siglo XVII. Y los neurocientíficos actuales no lo ponen en duda. Pero apostillan: la unidad de mando del ser, el centro de control humano, no está en el pensamiento consciente, sino en todo un marasma de procesos mentales que quedan ocultos a la conciencia. Sólo una sutil ilusión nos hace creer que es nuestra voluntad la que guía nuestras acciones y decisiones. ■ POR **Mónica Salomone**, PERIODISTA CIENTÍFICA.

MUCHOS INVESTIGADORES DEL CEREBRO y el comportamiento humano opinan hoy que el libre albedrío, el decidir “ahora hago esto y ahora esto otro”, simplemente no existe. Somos títeres de nuestro cerebro, que actúa por su cuenta sin que podamos saber por qué. Ciertamente es también que otros no llegan tan lejos, y admiten diversos grados de protagonismo repartidos entre el pensamiento consciente y el resto del cerebro. Pero en cualquier caso el debate está abierto.

Hasta hace no mucho la única ventana al interior del cerebro humano era, paradójicamente, lo que salía de él: el pensamiento y el comportamiento. Con la neurociencia moderna, los científicos empezaron a abrir otras vías de acceso, primero entendiendo que la actividad mental es el resultado de algo tan concreto y mensurable como la transmisión eléctrica entre células nerviosas, las neuronas; y después con técnicas que permiten visualizar el cerebro en vivo, mientras su dueño realiza algún tipo de acción. Pero siguen siendo los pasitos de un niño en la orilla de una inmensa playa —parafraseando al astrónomo Carl Sagan—. Todavía hoy “resulta que no hay forma de explicar cómo la actividad eléctrica cerebral de los humanos puede ser *transducida* a estados mentales, a pensamientos”, dice José María Delgado García, neurofisiólogo ex-presidente de la Sociedad Española de Neurociencias, en su reciente libro *Lenguajes del cerebro*. “El cerebro produce la actividad mental, pero no sabemos cómo lo hace”.

Y se podría añadir: ni siquiera sabemos si seremos capaces de averiguarlo algún día, de *romper el código* del cerebro y descubrir que tal patrón de actividad neuronal, generado por tal combinación precisa de neurotransmisores —las sustancias que usan las neuronas para comunicarse—, generan tal otro pensamiento o estado de ánimo.

¿No resulta inquietante, la posibilidad de que una parte de nosotros mismos quede inaccesible a nuestro conocimiento? Bueno... para algunos quizá sea todo lo contrario. Si nuestros pensamientos, nuestro estado mental, resultan



Diferentes imágenes tomadas mediante escáner de la actividad registrada en el cerebro.

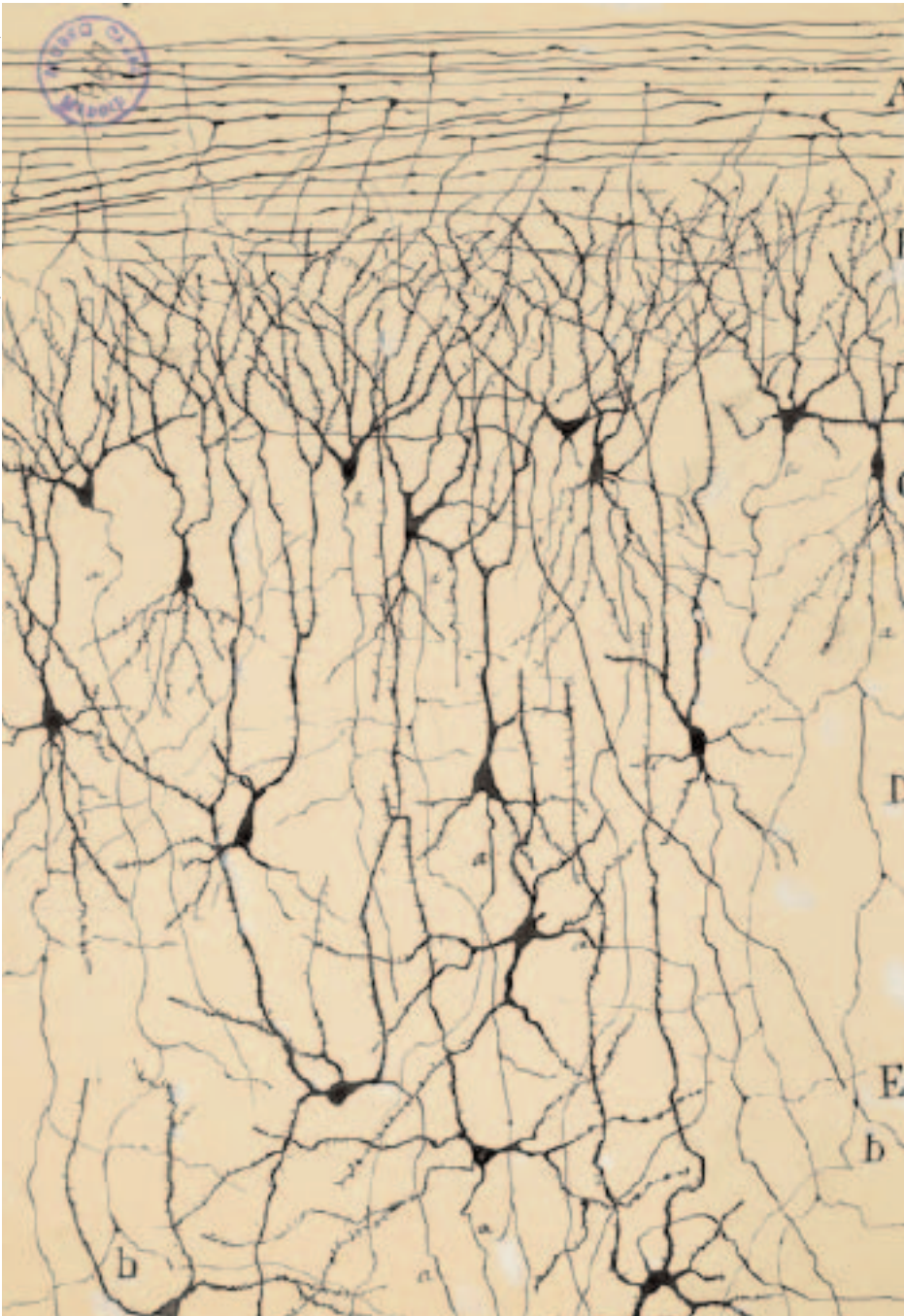
de la actividad cerebral, y si esta última es tan difícil de descifrar, puede ser tranquilizador saber que nuestra ignorancia en cierto modo protege lo más íntimo del ser; que lo que nos hace actuar de una forma u otra, tomar decisiones, está a salvo de interferencias externas.

¿A salvo? ¿Seguro? Que no sepamos traducir el lenguaje neuronal en pensamientos o emociones no significa que

estos sean inaccesibles. En todo este vasto ámbito de la investigación de la mente y su rol respecto al cuerpo hay un tipo concreto de experimentos que muestran que sí podría haber un hueco para la injerencia externa en nuestra actividad mental. Un hueco, en concreto, de alrededor de 10 segundos. En ese tiempo, un hipotético neuroexperto con el dominio de las técnicas adecuadas podría alterar lo que nuestro cerebro ha decidido que hagamos o pensemos o queramos. Y lo peor de todo es que no nos enteraríamos. Es verdad que, hoy por hoy, es pura ciencia ficción. Pero la base está ahí, en los experimentos. Veamos.

Uno de los primeros en darse cuenta de esto fue el fisiólogo estadounidense Benjamin Libet en los años setenta. En el experimento, Libet pidió a una serie de voluntarios que hicieran movimientos aleatorios, como pulsar un botón, cuando ellos quisieran, mientras él registraba su actividad cerebral haciéndoles un electroencefalograma. El resultado fue que las señales cerebrales asociadas a esas acciones, registradas por el electro, se producían medio segundo antes de que el voluntario fuera consciente de su decisión de mover el dedo. Eso hizo concluir a Libet que “la impresión subjetiva de la libertad de acción no era la causa de esta acción, sino su consecuencia”, explica Paco Rubia, neurocientífico director del Instituto Pluridisciplinar de la Universidad Complutense de Madrid. “El cerebro se ponía en movimiento nada menos que 500 milisegundos antes de que el sujeto informase de su decisión de mover el dedo, y 700 milisegundos antes del movimiento. En consecuencia: tanto el movimiento como la impresión subjetiva dependían de una actividad cerebral que es muy anterior en el tiempo y completamente inconsciente”.

Estos experimentos se han repetido una y otra vez en otros laboratorios, siempre con los mismos resultados. Es más, hace apenas unos meses un grupo de investigadores encabezados por John Dylan-Haynes, del Centro Bernstein para Neurociencia Computacional, en Berlín, ha publicado en la prestigiosa revista especializada *Nature Neuroscien-*



Dibujos de neuronas piramidales, de Santiago Ramón y Cajal. Cajal las llamaba “mariposas del alma”.

ce que ese lapso temporal entre la toma de decisión subconsciente y la declaración consciente de haber tomado tal decisión, puede ser nada menos que de diez segundos. “Nuestras decisiones están predeterminadas mucho tiempo antes de que nuestra conciencia entre en juego”, ha explicado Haynes. Y esto, en su opinión, desmonta por completo nuestra noción de libre albedrío.

El experimento de Haynes consistió, en concreto, en someter a una resonancia magnética funcional —un escáner

cerebral— a 14 voluntarios mientras pulsaban, cuando les apetecía, un botón u otro. Cuando analizaron los escáneres los investigadores hallaron que la corteza prefrontal, una parte del cerebro implicada en la planificación pero también en el pensamiento y la consciencia, se activaba siete segundos antes de que los sujetos pulsaran el botón.

¿Por qué la diferencia temporal respecto a los experimentos de Libet? Haynes interpreta que Libet detectaba la planificación del movimiento, mientras

que lo que él y su grupo ven es un retraso “que presumiblemente refleja las operaciones de una red neuronal de control de alto nivel que empieza a preparar la decisión mucho tiempo antes de que ésta se vuelva consciente”, explica en *Nature Neuroscience*.

Pero entonces, ¿significa todo esto que no somos *nosotros* realmente quienes decidimos? Depende de lo que se entienda por nosotros: “Tú y tu cerebro sois la misma cosa”, responde Delgado García. Y añade: “El yo consciente es una ilusión. La consciencia es el resultado de la actividad cerebral, exactamente igual que el comportamiento”. Bajo este punto de vista, los resultados de Libet, Haynes y otros son perfectamente esperables: “Si asumimos que la actividad mental [pensamientos, decisiones, consciencia] es producto de la actividad cerebral, ¿cómo podría ser de otra forma? Es lógico que la actividad del cerebro vaya por delante”.

Sí, pero significa entonces que no somos libres para decidir, o sí... puesto que aunque nuestra conciencia no lo sea, nuestro cerebro sí lo es. ¿Correcto? Hasta cierto punto, responden los neurocientíficos. Porque, ¿quién garantiza que nuestro cerebro es libre? El cerebro, lo mismo que todos los demás sistemas conocidos que no son producto del azar —aleatorios—, actúa en función de toda una suma de relaciones causales deterministas acumuladas en el espacio y en el tiempo. “Tú puedes decidir hacer lo que quieras, pero no decides lo que quieres. Puedes decidir comer naranjas o no, pero no decides si te gustan las naranjas. Eso no es voluntario. En cada decisión hay miles de causas, algunas próximas y otras muy lejanas en el tiempo, como la educación, el entorno... que al final te hacen ir para un sitio u otro; lo que ocurre es que no conocemos esas causas”, explica Delgado García.

Rubia no sólo está de acuerdo, sino que recuerda a tres pensadores que han expresado lo mismo a lo largo de la Historia. Uno fue el filósofo holandés Baruch Spinoza: “Los hombres se equivocan si se creen libres; su opinión está hecha de la consciencia de sus propias acciones y de la ignorancia de las cau-

Diez segundos para controlar la mente... de otros

El reciente experimento de John Dylan-Haynes, del Centro Bernstein para Neurociencia Computacional, en Berlín, no sólo demuestra que el cerebro decide antes de que su dueño sea consciente de ello. También indica, aunque por ahora tímidamente, que podría ser posible conocer las decisiones de los demás antes de que ellos mismos las conozcan. Es decir, se podría 'pinchar' un cerebro y saber cómo va a actuar su 'portador' antes de que él mismo lo sepa.

Tras un tiempo de aprendizaje y calibración de las máquinas, el grupo de Haynes logró predecir en un 60% de ocasiones qué botón iban a pulsar los voluntarios. No es mucha precisión... todavía. Pero tiempo al tiempo. Además, ya hay en marcha experimentos para ver hasta qué punto es posible influir en la decisión tomada por el cerebro en esos escasos segundos de margen.

Pero, siendo optimistas, siempre hay un lado bueno. Tal vez en un futuro se puedan aprovechar las señales cerebrales subconscientes para un mejor control de las máquinas: el ordenador o el coche estarían tan en sintonía con su usuario que, literalmente, se adelantarían a sus deseos. ■



Registro de la actividad cerebral llevado a cabo en el Instituto Pluridisciplinar de la Universidad Complutense.

sas que las determinan". También el célebre zoólogo inglés Thomas Henry Huxley dijo: "La sensación que llamamos volición no es la causa del acto voluntario, sino simplemente el símbolo de la consciencia de aquel estado del cerebro que es la causa inmediata del acto".

Y Marvin Minsky, uno de los pioneros de la inteligencia artificial: "Ninguno de nosotros piensa que lo que hacemos depende de procesos que no conocemos; preferimos atribuir nues-

tras elecciones a la voluntad, volición o autocontrol... Quizá sería más honesto decir: mi decisión estuvo determinada por fuerzas internas que no comprendo". Así que la consciencia vendría a ser, para algunos, una máscara tranquilizadora, un invento de la evolución para hacernos creer, equivocadamente, que tenemos la sartén por el mango.

Pero volvamos a la vida cotidiana. Una de las consecuencias que podrían extraerse de todo esto es que, simplemente, no vale la pena devanarse los

sesos ante las decisiones importantes de la vida —qué carrera elegir, cambiar o no de trabajo—, y no digamos ya ante las triviales —qué postre elijo—. Tal vez. De hecho Rubia pone un ejemplo con el que resulta muy fácil identificarse: "¿Por qué eligió usted a su pareja?". A ver quién responde a eso con precisión y certeza. Rubia confiesa que, ya puestos, tampoco sabe por qué escogió esta carrera, ni por qué pasó "más de 20 años investigando fuera de España".

Delgado García introduce, sin embargo, un matiz: "Al cerebro hay que alimentarlo, darle todas las opciones". Puede que sea esa una de las funciones del pensamiento consciente: analizar las posibilidades y dejarlas 'listas' para que sea el cerebro inconsciente el que decida. Porque no hay que olvidar una de las habilidades exclusivas, aparentemente, de los humanos, como explica Delgado García: "Tenemos un mundo interior de deseos, voluntades... Eso permite modular la decisión subconsciente. Por ejemplo, con formación es posible lograr que un tipo agresivo lo sea menos. Y el pensamiento además permite evaluar el resultado de cosas sin hacerlas; permite evaluar, planificar... Es una ventaja evolutiva".

Lo que no significa que el subconsciente no sea también ventajoso. Cuando se estira el brazo para coger algo, ¿alguien se para a pensar cómo ajustar los dedos a la forma del objeto? Si tuviéramos que calcularlo cada vez, sería imposible hacer nada. ¿Se da a los niños clases teóricas sobre cómo aprender a caminar, o a hablar? Es universal la sensación de que hay tareas que hacemos mejor —escribir a máquina, conducir— cuando no nos paramos a pensar exactamente en cómo las hacemos. Por no hablar de las situaciones límite: ante un tigre, en un incendio... lo inmediato es escapar (aunque ya está dicho: el pensamiento humano consciente permite modular, domar el impulso).

En cualquier caso, después de Freud no debería sorprendernos el peso del mundo inconsciente: "Se estima que apenas un 2% de los procesos cerebrales son conscientes", señala Rubia. ■

Un europeo medio gasta tres años de su vida en su coche cuando va a trabajar y consume tanto combustible como energía necesita a diario para mantener su casa. Además, el suelo empieza a ser tan escaso que el modelo de urbanizaciones actual, con cientos de miles de adosados y chalés individuales a varios kilómetros del centro laboral, será dentro de pocos años insostenible. Ya en algunos lugares, como Shangai, con 7.000 rascacielos en su interior y 16 millones de habitantes, el problema de dónde vivir y dónde trabajar se ha exacerbado porque sólo atravesar la ciudad por sus túneles lleva varias horas. Los arquitectos Rosa Cervera y Javier Pioz proponen un nuevo modelo de urbanización: la ciudad vertical. ■ POR **Concha Barrigós**, PERIODISTA CIENTÍFICA.

Siguiendo las estructuras de la naturaleza, los arquitectos Rosa Cervera y Javier Pioz han diseñado una torre en la que podrían habitar 100.000 personas

Vivir
en el cielo:
llegan
las ciudades
verticales

VEINTE AÑOS ESTUDIANDO EL comportamiento de las estructuras de la naturaleza han dado al matrimonio de arquitectos Rosa Cervera y Javier Pioz, conocidos como Cervera&Pioz, ideas clave para avanzar en el estudio y la aplicación de los secretos de la ciencia biónica en sus proyectos. Uno de ellos, el de la torre de Shangai, es tan osado y vanguardista que revolucionará el urbanismo porque supondrá meter a vivir, divertirse y trabajar a 100.000 personas entre el suelo y el cielo, tan arriba,

tan arriba, que los últimos pisos rozarán los 1.300 metros, es decir, tres veces y media el Empire State Building.

A 6.000 euros el metro cuadrado, esa ciudad vertical, que tiene un kilómetro de base, es un proyecto rentable y, si no, que se lo pregunten al grupo financiero de Hong Kong que está dispuesto a invertir 12.000 millones de dólares para que la mitad del edificio sean hoteles en los que podrían dormir cada noche 50.000 personas, a una media de 200 euros diarios.

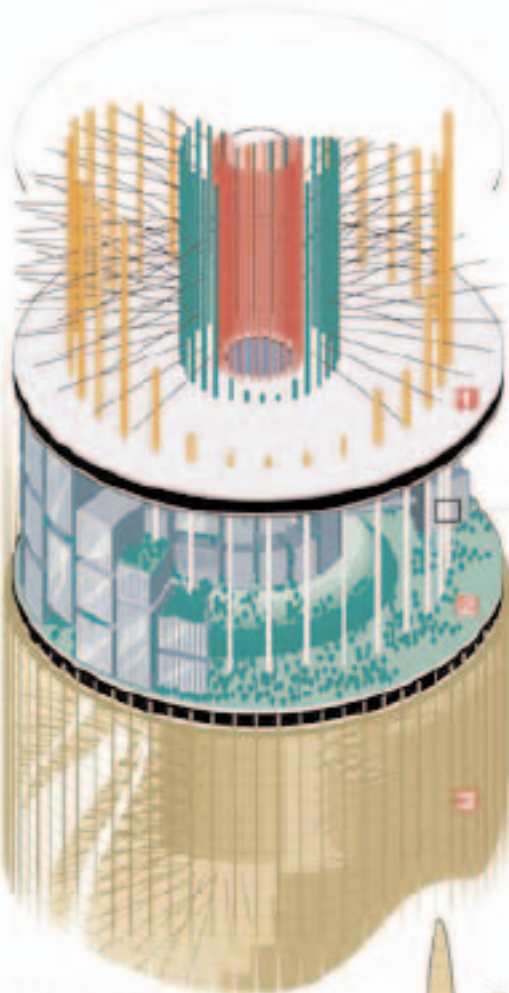
“¿Que no es natural vivir a tanta distancia del suelo? Bueno, sí, esa es la reflexión que cada año nos hacen en la escuela de verano que organizamos sobre ingeniería biónica en Cuenca —en colaboración con su Diputación—. Nosotros también tenemos claro que toda la humanidad debería vivir en una confortable casita mirando al mar, pero ¿es eso viable? Claramente, no. En 2050 seremos 12.000 millones de personas y la mitad tendrá que vivir allá en lo alto, en ciudades verticales”, sentencia Pioz.

Recreación artística de la torre de Cervera y Pioz en el *skyline* de Shanghai. Con tres veces y media la altura del Empire State Bulding, podría alojar hasta 100.000 personas.



Alta, ligera y flexible

Este proyecto de ciudad vertical se inspira en modelos de la naturaleza: la ligereza y resistencia de los huesos de las aves; la flexibilidad de las estructuras vegetales y, también, la capacidad que tienen los organismos para adaptarse.



Calles verticales

En una ciudad vertical, las calles también lo son. En la torre Biónica, 92 de estas columnas-calles tecnológicas transportarán a sus habitantes y el agua y la energía necesarias.

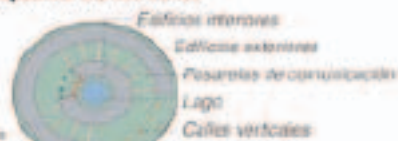


389 ascensores. Los exteriores serán del tipo expés, los interiores, locales.

Doce barrios de altura

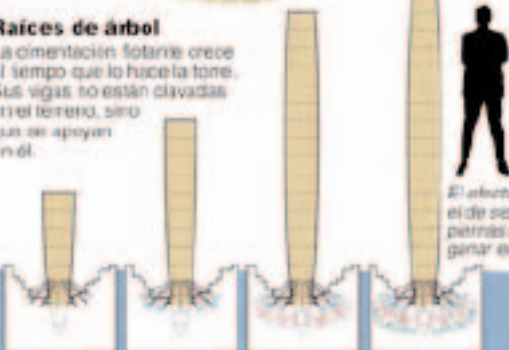
La torre tendrá, en su máximo desarrollo, 12 niveles separados por plantas estancas de seguridad. Cada nivel tendrá 80 metros de altura y dos grupos de edificios, uno interior y otro exterior, con un pequeño lago en el centro. El modelo de construcción permite levantar sucesivos niveles y todo su entramado (1), mientras el nivel interior está acabado (2). El cerramiento exterior de la torre (3), en cristal, acero y aluminio, permite el libre paso del aire creando un microclima interior.

Esquema de un nivel



Raíces de árbol

La cimentación fototrófica crece al tiempo que lo hace la torre. Sus vigas se están clavadas en el terreno, sino que se apoyan en él.



La base de la torre

Aledor de la ciudad Biónica se disponen edificaciones, agua, vías de comunicación y un intercambiador que entrelaza la torre con la ciudad tradicional.

Una alternativa de crecimiento

En muchos municipios y países del mundo, las ciudades verticales permiten la expansión de la ciudad.



1.228 metros
A más altura, el movimiento de la torre será perceptible.
(1/25 metros de oscilación)

300 plantas
en 12 niveles

100.000 habitantes

2.000.000
de metros cuadrados

15.000.000.000
de dólares
(2 billones de pesetas)

15 años de obras

El exterior de la estructura, de tipo haz, permite la circulación del aire y reduce el efecto del empuje del viento.

La planta de la torre es elíptica. Los radios, en la parte inferior, son **166 x 133** metros.

50% hoteles
25% oficinas y viviendas
25% dotaciones

Torres Petrosas	Empire State	Torre Eiffel	Torre Piasse	Ciudad Vertical
450 m	380 m	320 m	157 m	1.228 m
(Nueva York)	(Nueva York)	(París)	(Milán)	

Rosa Cervera y Javier Pioz, junto a una maqueta de la torre biónica. Los arquitectos tienen estudios abiertos en China, Emiratos Árabes, Argentina, Madrid y la India.



“Yo me alojo en Shangai en la tercera torre más alta del mundo y me encanta subir y bajar en sus ascensores. Pasa lo mismo que con los aviones, y está claro que habrá gente que, pudiendo elegir, no querrá vivir en ellos”, pronostica Pioz, que cuando va a Shangai tiene que decidir de antemano en qué lado del río va a trabajar para quedarse allí porque no tiene el tiempo que se necesita para cruzar a la otra orilla.

Sabia naturaleza

La ciencia biónica empezó a desarrollarse en los años sesenta en Rusia basada en el axioma de que “la naturaleza lo hizo primero y mejor”. Se trataba de aprender a idear ingenios basados en diseños naturales y aplicables al campo de la industria, lo que se conoce como biotecnología. Más tarde empezó a aplicarse a otras áreas como la arquitectura. La arquitectura biónica podría definirse como una síntesis ecológica y filosófica de los principios básicos de la biología, la ingeniería y la arquitectura aplicada al futuro desarrollo de los hábitats humanos en armonía con el progreso y la naturaleza.

Pioz y su mujer, que tienen estudios abiertos en China, Emiratos Árabes,

tical podrían acomodarse 100.000 personas utilizando un área de 1 kilómetro de diámetro.

En relación con el impacto ambiental, las consecuencias de ese desarrollo han sido la devastación de la vegetación, un gasto irracional de

energía y la destrucción del entorno. Se necesitarían *varios planetas* para albergar a la población si todos los habitantes quisieran, y pudieran, vivir en urbanizaciones expansivas. Aunque se aceptara que el modelo de urbanización debe ser en vertical, tampoco, sostienen Cervera y Pioz, es viable el actual desarrollo de rascacielos, tanto por “su deshumanización como por sus límites tecnológicos”.

Del Empire State Building (1931), con sus 381 metros de altura, a las Torres Petronas, por ejemplo, a 450 metros del suelo, esas estructuras sólo han podido aumentar su altura en 70 metros a pesar de los avances tecnológicos y constructivos, lo que muestra a las claras, según el estudio de Cervera&Pioz, que ese modelo ha llegado a su límite. ■

A lo alto y a lo ancho

En 1900, la población mundial era de 1.250 millones de personas. En 2000 ya se habían alcanzado los 6.000 millones. Las previsiones menos optimistas estiman que en 2050 será de 12.000 millones. En los últimos cien años, las ciudades se han transformado y conviven grandes concentraciones de rascacielos con vastas extensiones residenciales en las que la densidad de población es muy baja. Con los modelos tradicionales de arquitectura horizontal y baja densidad de población, 100.000 habitantes ocupan un área aproximada de 4 kilómetros, con el subsiguiente impacto en el entorno. Por contraste, en una ciudad ver-

Argentina, Madrid y la India, supieron de esa ciencia y les pareció que podían aplicarla en modelos de estructuras complejas. De hecho, la historia de su arquitectura se basa en cómo construye la naturaleza sus formas.

“Si se quiere diseñar una planta para desalinizar el agua del mar —explica— no hay más que fijarse en el pico del albatros, formado por planchas óseas que permiten filtrar y separar el agua. Esa ave es una perfecta planta desalinizadora y lo lleva haciendo millones de años. En la naturaleza, que no usa ni paredes, ni vigas, ni pilares para construir, hay muchos paralelismos entre ingeniería y biología: un calamar es un motor a reacción, la savia de los árboles es una completa y sofisticada red de ascensores...”, y así decenas de ejemplos.

Historia de un sueño

Como parte de sus trabajos para la escuela de verano de Cuenca, que pusieron en marcha hace 14 años, Cervera y Pioz empezaron a investigar sobre la posibilidad de que fuera viable superar la frontera física de los 500 metros para levantar edificios.

No es que no se pudieran superar, no. Es que una torre de esa altura, por los requerimientos de tirantes y pilares de sostén, sólo dejaría un 15% de espacio libre en su interior. Eso es lo que le pasa a las torres de Kuala Lumpur. Incluso hay una en Dubai que ha llegado a los 650 metros, “que sólo es una cosa muy alta y estrecha, no un espacio habitable”, dice Pioz.

En 1997, el catedrático José Calavera Ruiz les invitó a exponer en Londres el mismo estudio que ya habían presentado en Bangalore (India) ante la Institución Mundial de Grandes Rascacielos sobre la utilización de la biónica para levantar altísimos edificios que pudieran utilizarse como viviendas u oficinas. Ellos eran los únicos arquitectos en un auditorio de ingenieros. Enseñaron su prototipo y ahí comenzó la leyenda. El presidente de aquel congreso les dijo conmovido que estaba “viendo el futuro”. Comenzó a trascender lo que aquellos españoles habían ideado y se despertó

el interés de los medios especializados y generalistas.

Sin tener “ni idea” de si alguna vez podrían materializar el proyecto de construir una torre de más de 1.000 metros de altura, Cervera y Pioz comenzaron a construir en Madrid —y aún están en ello— la sede de la embajada de China, en la calle Arturo Soria. A las autoridades de ese país les interesó mucho su proyecto y les animaron a presentárselo, pero entonces ocurrió lo del 11-S y se paralizaron todas las licencias para cualquier rascacielos que superara los 500 metros.

Ellos no se desanimaron y, aún sin el compromiso del Gobierno chino y sin tener licencia alguna, ni perspectiva, siguieron trabajando en su proyecto de ciudad vertical, preocupados, sobre todo, por cómo habría respondido su edificio si hubiera impactado contra él un avión. “¡Resistiría!”, afirma rotundo el arquitecto. En estos últimos años, la torre se ha hecho famosa en todo el mundo y aparece hasta en los libros de texto.

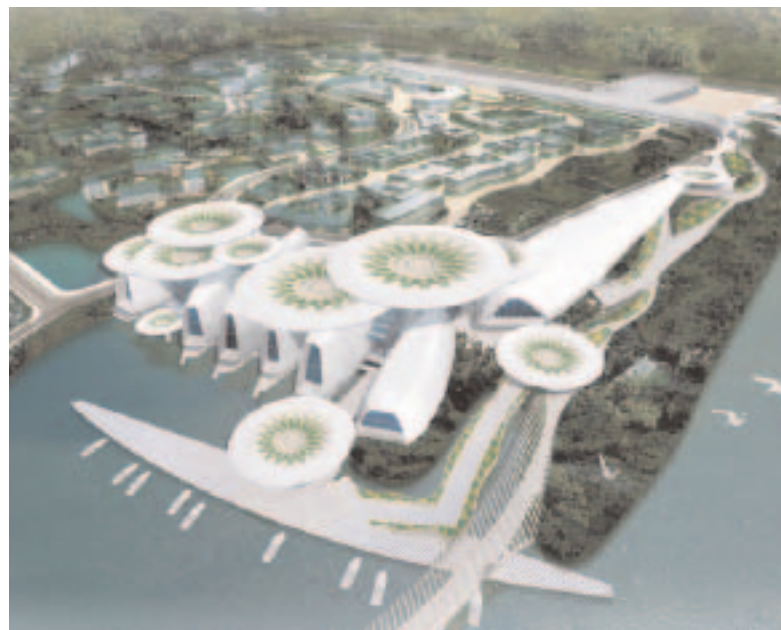
A pesar de las constantes dilaciones, parece que el Gobierno de China sigue en su propósito de embarcarse en el proyecto. De hecho, Cervera y Pioz han sido invitados a protagonizar una exposición en el Museo de Planificación Urbana de Shanghai, que recoge toda la historia de esta *epopeya* y que se inaugurará en septiembre. En noviembre, la muestra viajará a Pekín, donde se exhibirá en el museo Jintai, el mayor de carácter privado de China.

“Es obvio que las autoridades chinas están apoyando el proyecto y eso es lo importante aunque también es verdad que aún no se ha firmado un solo documento”, reconoce Pioz.

Fluir para sostenerse

La ciudad vertical que Cervera y Pioz han imaginado necesita una *isla* de un kilómetro de diámetro, en cuyo centro está la base, que es la que acoge las infraestructuras necesarias. Puesta en pie, la estructura recuerda a un proyectil, de forma que en su base es más estrecha, una elipse de 160 por 100 metros, que según asciende se ensancha hasta llegar a los 260 por 160 metros a 200 metros de altura. A partir de esa base, podrán añadirse nuevos barrios verticales en distintas fases, completando una elipse que decrece en amplitud hasta alcanzar los 1.228 metros de altura.

Para llegar a este diseño los arquitectos



han tenido que superar multitud de retos. “Nos enfrentamos, por ejemplo, —comenta Pioz— al problema de cómo resolver el desplazamiento vertical en ella. La solución nos la dieron los árboles. La savia se mueve por el interior en una red de venas, una trenza que se enreda y desenreda como si fuera una tela de araña en tres dimensiones, no sólo para fluir sino para sostenerse. Son como mini columnas. Nosotros hemos diseñado, después de muchos años de investigaciones, una red tridimensional de ascensores. Unos irán rápidos y otros lentos para atender a los barrios verticales, que se distribuirán como los pisos de una tarta de bodas”.

Sobre estas líneas, una de las residencias de la villa Xyxy, un complejo residencial que acogerá a los invitados del Gobierno chino. En la página anterior, museo incluido en el proyecto.

'Arquitectura Beckham'

Pioz tiene claro que hay una arquitectura pensada para vivirla y disfrutarla, y otra que se inspira únicamente en que cumpla el principio del *nunca visto antes*. Esta última es la que les reclaman constantemente desde las instituciones públicas y los ayuntamientos, deseosos de poner a su ciudad en el mapa de *lo más de lo más*. Es esa arquitectura "tremendamente espectacular", que tantas críticas recibe pero que es tan real y demandada como la otra, la que, en definitiva, pone sus nombres en el imaginario popular.

Però hay veces en que lo bello coincide con lo mediático. Ellos, por ejemplo, ganaron el concurso XyXy y están haciendo en Hangzhou, en Sanghai, un gran complejo. "Es el encargo más bonito que hemos recibido, porque nos

pidieron, nada menos —afirma Pioz— que diseñar 'una obra maestra' de la arquitectura doméstica y hacerlo en la ciudad más bonita de China".

Es una villa muy vanguardista, de 1.500 metros cuadrados, en la que está contenido todo lo necesario para albergar a los invitados del Gobierno chino. "Estamos muy contentos porque es un proyecto de arquitectura racional, hermosa", añade el arquitecto.

Otro proyecto del que están especialmente orgullosos en Cervera&Pioz es el de las torres gemelas de Calcuta, las más altas del país a pesar de que *sólo* tienen 150 y 200 metros, "parecidas a las que se están haciendo en Madrid en la plaza de Castilla. Es un récord enorme para ellos. Calcuta, de la que yo tenía sólo la idea de que era la ciudad de la Madre Teresa, es la más pobre de la India pero también es la más rica en muchos aspectos", afirma Pioz. ■

También fueron los árboles los que les dieron la clave para resistir los terremotos: "Un sistema de raíces singular, a través del que se evacua la energía. Además esa estructura es la que les permite sobrevivir a un incendio. Crean un colchón de aire en su interior de forma que aunque pierdan algo de corteza dentro se mantienen intactos por dentro. Hemos dado ya unas 400 conferencias explicando ese sistema y el público sigue quedándose admirado de la sabiduría de la naturaleza", comenta Pioz.

La estructura residencial estará compuesta por doce barrios verticales reparados cada 80 metros, construidos independientemente y en secciones para

facilitar tanto la economía tecnológica de las fases de construcción como para poder *eliminarlas* en caso de emergencia. Cada nivel tiene dos grupos de edificios, exteriores e interiores, levantados en torno a jardines verticales y estanques. El segundo complejo, la isla de la base, contiene en su kilómetro de diámetro edificios de altura media que están distribuidos por toda ella con jardines horizontales, lagos interiores y comunicaciones. El futuro uso de cada complejo será muy variado: hoteles, oficinas, zona residencial, comercios, deportes, actividades culturales y de diversión.

Inspirada en el aislamiento y las

características de resistencia del sistema "contenedor de contenedores" que tienen la mayoría de especies de plantas, la estructura primaria y el sistema de comunicaciones entre varios vecindarios verticales está organizado en tres anillos de 92 calles de columnas tecnológicas que pueden transportar gente, agua y otros fluidos además de conducir energía. La estructura de esas calles de columnas está hueca, formada por una fina membrana doblada encapsulada en hormigón especial. Los pliegues ofrecen una gran capacidad de resistencia al complejo y son muy adaptables a la fuerza y rápida rotación del viento. ■

El uso de modelos topográficos informatizados, la creación de variedades transgénicas o el control de la fermentación parecen indicar que las nuevas tecnologías han llegado a una práctica tan ancestral como es la viticultura. Estas nuevas técnicas ayudarán a superar el reto que supone para el cultivo de la vid el cambio climático, pero también a mejorar la calidad de los vinos o incluso sus propiedades beneficiosas para la salud. A pesar de todo, parece que seguirá siendo imprescindible el tradicional *savoir faire* de los viticultores. ■ POR **Pablo Francescutti**, PERIODISTA CIENTÍFICO.



La viticultura de precisión promete no sólo mejorar los caldos sino además prepararlos para capear los efectos nocivos del calentamiento global

IN · VINO · SCIENTIA

MARQUÉS DE CÁCERES

EL VERANO PASADO LA VENDIMIA volvió a adelantarse. En España, Francia y otros países llegó unos ocho días antes de lo previsto. Todos los dedos señalan al culpable: el calentamiento global. En justicia, el fenómeno todavía no ha perjudicado seriamente a la producción. Antes bien, el aumento de 1,26°C de temperatura media mundial de los últimos 50 años ha ido acompañado de añadas superiores (en gran parte debido a prácticas más sofisticadas). De él se benefician las uvas de regiones frías, como las del Rin y del Mosela, cada vez más equilibradas; y las vides del sur de Inglaterra, de donde habían sido desterradas por la Pequeña Edad de Hielo de los siglos XVII y XVIII.

Pero ese efecto positivo puede volverse en contra de los vinateros. Un clima demasiado cálido o seco propicia las plagas (los topillos y la polilla de la mosca, por citar los ejemplos más visibles) y disminuye la acidez del vino, a la vez que acrecienta su graduación alcohólica (en Aragón ya se producen caldos de hasta 17 grados). A resultas de ello, la bebida pierde frescor, se conserva peor y corre más riesgo de con-

taminación microbiana por causa de las roturas del hollejo de las uvas. Tal fue el catálogo de calamidades anunciado en la conferencia *Cambio Climático y Vino 2008*, organizada el pasado mes de febrero en Barcelona por la Academia del Vino.

Por fortuna para los adoradores de Baco, la ciencia del vino ya había cogido el guante oportunamente, y desde hace algún tiempo sus principales *cerebreros* se afanan en la busca de respuestas eficaces al mayor reto de la viticultura contemporánea.

Viticultura de precisión

Una solución la ofrece la *viticultura de precisión*: la aplicación de las tecnologías de la información al servicio de una mayor eficacia y calidad de la producción, y de la reducción del impacto ambiental y del riesgo asociado para el cultivador y bodeguero. Con tan prometedores títulos, la nueva filosofía implantada en Australia, Francia, Estados Unidos y, en menor medida, en España, aspira a tomar el relevo de la oleada innovadora precedente: la de la viticultura mecanizada de la segunda mitad del siglo XX.

Su panoplia de recetas abarca la gestión integral de suelos; el riego por goteo basado en el control del estado hídrico de cada vid; la reducción de los agroquímicos (un viñedo recibe hasta diez clases de pesticidas, herbicidas y fungicidas por temporada); y, sobre todo, el cuidado individual de cada lote e incluso de cada planta.

Un primer paso en esa dirección pasa por identificar las plantas carentes del vigor deseado. Para ello se valen de fotografías aéreas tomadas en diversas longitudes de onda, que miden con diferentes colores el estado de cada vid. A continuación, los agrónomos recorrerán el campo marcando aquellas que no se adecuen a los parámetros buscados, que se cosecharán aparte. La madurez homogénea de las vides, sostiene la doctrina de la precisión, garantiza su mayor calidad.

El enfoque *a la carta* promete incrementar sustancialmente los rendimientos. Estudios australianos indican que si se suministra igual cantidad de agua, fertilizantes y otras sustancias a todas las plantas de un viñedo, un tercio de la superficie cultivada puede sufrir pérdidas. Es preciso, por tanto, saber cuándo y dónde dosificar los insumos. Asimismo, el cono-



El enigma del olor a corcho

Uno de los enigmas que ha tenido intrigada a la ciencia del vino concierne al olor terroso o mohoso de algunos caldos (presente entre el 2% y el 8% de las botellas, según las estimaciones). Se sabía que el corcho es el responsable de este fenómeno, sólo detectable al abrir la botella. No hace mucho tiempo, los enólogos identificaron a los verdaderos culpables: unos microorganismos (hongos filamentosos, por lo común) que, al entrar en contacto con los halofenoles —pesticidas de alta toxicidad usados contra los hongos de la madera—, desarrollan una reacción defensiva que les lleva a segregar haloanisoles (sobre todo 2,4,6-tricloroanisol, conocido por sus siglas TCA).

Por lo tanto, la contaminación de un corcho tiene varios orígenes: en el bosque de alcornoques, por exposición a pesticidas; durante la manufactura del tapón; o en el periodo de almacenaje en la bodega, generalmente por contaminación de la madera de techos, paredes, toneles y barricas o estantes donde reposan las botellas.

La necesidad apremiante de atajar ese defecto ha llevado a un número creciente de bodegas a adoptar las tapas a rosca, para gran escándalo de los puristas. Estos últimos, que no se resignan a perder el tradicional ¡pop! del descorchado, prefieren la solución propuesta por la Confederación Europea del Corcho: un Código Internacional de Prácticas Taponeras, que incrementa las medidas de higiene y prevención contra el TCA en todas las fases del proceso, y un sistema de certificación de empresas para identificar a las industrias que cumplen las prescripciones de dicho código. ■



cimiento detallado de las variaciones en productividad y calidad de las uvas en una misma explotación, permitirá al viticultor decidir cuáles destinará a producir varietales y cuáles a mezclas.

Para medir la humedad del suelo tradicionalmente se han practicado pequeñas perforaciones, un método que, además de ocupar mucho tiempo, no capta las diferentes cualidades existentes a pocos metros de esas catas. Con la intención de subsanar las deficiencias, los ingenieros del

Lawrence Berkeley National Laboratory (Estados Unidos) han diseñado un georadar parecido a una aspiradora que *bombardea* el suelo con ondas y mide la velocidad con la que viajan a través de él (cuanto más seco el subsuelo, más rápido se desplazan). El artefacto mide en el acto la humedad del terreno.

A los vinateros novatos la viticultura de precisión les ofrece modelos topográficos informatizados que identifican los terrenos con las elevaciones e inclinaciones

más aptas para garantizar el máximo de luz solar, junto con protección del aire frío y las heladas. También evalúan su capacidad de drenaje y retención de agua, su acidez y el abanico de temperaturas máximas y mínimas en la zona. Con esos datos en la mano, el cultivador resolverá si le conviene plantar cepas de riesling, tempranillo o nebbiolo. “Elegir el sitio y la variedad de uva supone ganar la mitad de la batalla”, apunta Gregory Jones, climatólogo de la Southern Oregon University (EE.UU.).

Pero la utilidad de esos modelos no se restringe a los principiantes; al ritmo que se calienta el planeta, pronto los necesitarán los más veteranos. Con unas décimas más de temperatura, en regiones en las que históricamente se ha plantado un tipo de uva tendrán que optar entre cambiar de cepas o trasladar sus cultivos a emplazamientos más fríos y más altos, como el Prepirineo, la Alpujarra o algunas zonas de Sierra Nevada, según ha alertado Pancho Campo, presidente de la Academia del Vino. Algunos avisados productores galos han tomado nota, y ya están comprando campos ingleses.

La química del ‘bouquet’

La viticultura de precisión supone, sin dudas, un énfasis en el *terroir*, ese concepto típicamente francés que busca capturar la idiosincrasia de cada terreno cultivado (“un gran vino se hace en el viñedo”, sostiene un aforismo de moda). Mas el reconocimiento de la influencia del suelo en las cualidades del producto no resta valor a la centralidad de la innovación en el proceso productivo. Para muestra, los descubrimientos químicos habidos en el campo de los aromas. Fijémonos en los glicósidos, moléculas inodoras presentes en las uvas, cuya identificación aclaró el origen del olor a *miel*, *tabaco*, *chocolate* e *higo seco* del merlot y el cabernet sauvignon. Igual de decisivo se ha demostrado el descubrimiento de las bacterias de la fermentación maloláctica, capaces de acentuar los aromas frutales. Gracias a ambos avances, los bodegueros han aprendido a controlar la fermentación y la manera de obtener aromas adicionales.



Un racimo de uva pinot noir.

Optimizar la fermentación es el otro gran eje de la investigación. Hasta ahora se había dejado ese proceso a la acción espontánea de las levaduras y bacterias presentes en las uvas. La obtención de levaduras purificadas introdujo un principio de control de lo que sucede dentro del tanque de fermentación. Ahora, la espectrometría de masas y la cromatografía de gases están esclareciendo el papel de otros microorganismos —en especial, de los lactobacilos—. Se trata, en síntesis, de detectar y aislar las mejores levaduras y conocer su interacción con los demás microbios. No es un asunto menor: si la levadura *Saccharomyces cerevisiae* no compite exitosamente por su alimento con los otros habitantes del tanque, pueden aparecer compuestos que arruinen el sabor del caldo.

Otro reto pendiente es la gestión eficaz de los taninos, los compuestos fenólicos determinantes del color y astringencia del vino tinto. Aunque el inicio de la vendimia se decide en función del nivel de azúcares de las uvas, últimamente se vienen tomando en cuenta los polifenoles, procurando que ambos niveles sean óptimos al mismo tiempo. La investigación se ha fijado la meta de encontrar los marcadores de madurez “fenólica”, con el fin de elegir fácilmente el momento óptimo de recolección.

Vinos transgénicos

A la química, la gran ciencia auxiliar de los enólogos, se ha sumado ahora la bio-

logía molecular. En este campo el hito lo representa la secuenciación del genoma de la vid del pinot noir. Popularizada por la película *Entre copas*, la variedad oriunda de Borgoña promete convertirse en la fuente de importantes adelantos científicos y tecnológicos.

Uno de los problemas más serios de la viticultura está relacionado con la uniformidad genética de los viñedos. Consecuencia inevitable de la plantación de esquejes o injertos sacados de unas pocas plantas, ese rasgo les hace vulnerables a plagas como la filoxera, que devastó los viñedos europeos en el siglo XIX, o el oidio, ampliamente extendido en España. El conocimiento de las enzimas responsables de sabores y olores, obtenido gracias al genoma del pinot noir, ha puesto a la orden del día el diseño de vides resistentes a las enfermedades, sin alterar la bioquímica del gusto y la calidad de la uva.

Ese logro biotecnológico se añade a la secuenciación del genoma de la levadura vínica. Esta pequeña gran proeza abrió la puerta a la creación de levaduras con propiedades específicas. Recientemente, la Agencia de Fármacos y Alimentos estadounidense (FDA) autorizó dos levaduras modificadas genéticamente: una portadora del gen del lactobacilo *Oenococcus oeni*, que sintetiza una enzima maloláctica susceptible de reducir los niveles tóxicos de histamina en el vino; y otra con un gen que codifica una sustancia que previene la formación de etilcarbamato, un presunto cancerígeno.

No se puede negar que la investigación transgénica se alza en el horizonte de la industria vinícola, pero, sin embargo, su implantación parece hoy impensable en una Europa unida en el rechazo a la manipulación genética de los alimentos. Quizás en un futuro no muy lejano el consumidor cambie de idea si además le proporciona un beneficio extra en materia de salud. Tal es precisamente lo que ofrecen los expertos de la Universidad de Agricultura y Ciencias Forestales de Shanghai (China), los creadores de una vid que sextuplica los niveles habituales de resveratrol, una sustancia cardiosalubre propia del vino tinto.

Cabe señalar que no todos han recibido esta avalancha tecnológica con los brazos abiertos. Algunos críticos advierten que la inversión en capital requerida dejará en la cuneta a los pequeños productores (de todos modos, entre estos abundan los que desdeñan la ultra-tecnificación de una actividad valorada por su condición artesanal). Contra esas voces agoreras se alzan las de quienes vaticinan que, en el mundo vinícola seguirá habiendo un nicho para los pequeños vinateros. La industria, argumentan, necesita tanto de productores de élite que abastezcan a los consumidores más exigentes como de grandes establecimientos orientados al mercado masivo.

Por otra parte, el *know how* de los laboratorios, con toda su importancia estratégica, dista de haber avasallado el *savoir faire* tradicional. No existe una fórmula única del vino, reproducible a voluntad. El venerable líquido es el resultado de complejas interacciones entre suelo, clima, topografía y prácticas agrícolas, por lo que algunos entendidos le apodan “geografía líquida”. En pocas palabras: el genio del vino se resiste a ser completamente amaestrado. “Desde el punto de vista científico, a veces resulta frustrante trabajar en este campo debido a su complejidad”, admite Florian Bauer, profesor de Biotecnología del Vino de la Stellenbosch University de Sudáfrica, e inmediatamente añade: “Pero eso es precisamente lo que hace que sea tan atractivo”. ■

Es difícil aceptar la idea del envejecimiento, aunque sabemos que es inexorable y que no sólo afecta a los humanos sino también a todos los demás seres vivos. Todos nacen, crecen, se reproducen... y mueren. Ese proceso implica una degeneración, más o menos lenta, de los sistemas básicos de cada ser vivo que desemboca en el desorden final del entramado metabólico: el envejecimiento. Los humanos llevamos miles de años preocupándonos por frenar ese deterioro; y hoy la ciencia aporta soluciones que hace sólo unos decenios hubieran parecido casi mágicas. Pero nunca sabremos, ni podremos, detenerlo. Sólo frenarlo, como ahora comenzamos a hacer de manera significativa. Empezamos a comprender las claves esenciales del envejecimiento; e incluso hay ya tratamientos incipientes...

■ POR **Manuel Toharia.**

La esperanza de vida aumenta un año cada cuatro años gracias a los avances científicos y a la mejora en la calidad de nuestra existencia

Vivir sin envejecer

DESDE LA MÁS REMOTA HISTORIA de la antigüedad, el ser humano se ha afanado por encontrar elixires de juventud, pociones mágicas que impiden la decrepitud, soluciones milagrosas para evitar... lo inevitable. En la mitología griega, Hebe, hija de Zeus y Hera, esposa de Hércules, era la encargada de servir el néctar de la inmortalidad en la mesa de los dioses. La mítica Cleopatra bebía perlas disueltas en vino porque sus eruditos decían que

aquello le evitaría la vejez y la mantendría siempre joven. Popea, esposa de Nerón, se bañaba en leche y usaba emplastos de leche de burra para mantenerse joven toda la vida. En la Hungría medieval, la cruel condesa Bathory se bañaba en la sangre de jóvenes vírgenes... Mucho antes, Alejandro Magno había viajado en busca del *agua de la vida*, que se hallaba más allá de la "Tierra de la Oscuridad". Los conquistadores españoles buscaron la fuente de la

eterna salud en el nuevo continente, lo que sintonizaba con las leyendas de los nativos de América, que la habían situado en la mítica isla de Bimini, hoy Bahamas.

La tradición cristiana, en el Evangelio de San Juan, narra la historia de Jesús curando a un hombre en el estanque de Betesda, en Jerusalén. Quizá eso motivó a Ponce de León para atribuir la existencia de la fuente de la juventud en el actual Estado americano de la Florida,



En 'El Jardín de las Delicias', de El Bosco, la fuente de la juventud eterna es un elemento esencial.



que él descubrió en 1513; incluso buscaba un mítico río Jordán que nacería de aquel manantial milagroso... En la ciudad de San Agustín de Florida existe hoy un parque arqueológico denominado Fountain of Youth (Fuente de la Juventud), en el que se exhiben objetos nativos y coloniales de unos cuantos siglos atrás. En el tríptico de El Bosco *El Jardín de las Delicias*, uno de sus elementos esenciales es precisamente la fuente de la juventud eterna. Y así sucesivamente...

Por supuesto, la ciencia actual no se basa en semejante acumulación de datos históricos y leyendas. El porqué del envejecimiento lleva intrigando a los investigadores desde hace ya mucho tiempo, pero desde que Galileo instaurara el método científico como elemento racional para comprender a la Naturaleza, ésta ha ido librando cada vez más secretos, un proceso que se ha acelerado de manera rapidísima en la segunda mitad del siglo XX. De ahí que los

humanos que habitamos en los países ricos consigamos ahora vivir en promedio el doble que hace un siglo, ochenta años en lugar de los cuarenta de finales del siglo XIX. No está mal, y desde luego se trata de un logro que ninguna mítica fuente de la juventud ha podido nunca superar, salvo en la imaginación de los fabuladores.

Basta con estudiar a la Naturaleza para obtener procesos reflexivos que pueden llevarnos a respuestas interesantes.

Por ejemplo, ¿por qué la hidra de agua dulce o la lagartija son capaces de reproducir una parte de su cuerpo amputada accidentalmente? Que sepamos, si a nosotros nos cortan una mano, no nos crece otra nueva... O bien, ¿cuál es el mecanismo mediante el cual la mutación de un solo gen hace que un hongo aumente miles de veces su longevidad media? O, en otro orden de cosas, ¿por qué el poderoso salmón, capaz de saltar incluso pequeñas cascadas con el fin de procrear, se queda prácticamente exhausto una vez cumplido el rito de la reproducción y muere muy poco después, en un proceso acelerado de envejecimiento final?

Lo cierto es que cada ser vivo tiene su propia forma de vivir, y por tanto de envejecer y morir. Pero los individuos de determinadas especies viven mucho, incluso más que los humanos, mientras otros, por ejemplo las moscas, apenas viven uno o dos días. Incluso dentro de una misma especie, unos individuos son más longevos que otros. Una vez más, ¿por qué?

Detrás de esas preguntas se esconde una maquinaria biológica que la ciencia comienza a comprender con cierto grado de detalle. Y eso aporta elementos nuevos que ya aplicamos para vivir más, y sobre todo mejor. Hasta el punto que hay científicos muy serios que apuntan que hoy podría ser ya perfectamente posible vivir hasta los 100 años en pleno uso de las facultades físicas e intelectuales, aunque la esperanza media de vida sea de unos 80 años.

La clave del asunto estriba, como era de suponer, en las células. Éstas son los ladrillos esenciales de todos los seres vivos. En los unicelulares, por razones obvias; en los pluricelulares, incluso en los más complejos como nosotros, porque se agrupan en tejidos, éstos en órganos y finalmente todos ellos, coordinadamente, en un solo organismo completo capaz de efectuar muy complejas actividades como, por ejemplo, escribir este texto o leerlo. Pero las células, una a una, son la clave de la vida.

¿Por qué han de morir las células? Tras esta pregunta laten dos realidades

que conviene recordar. La primera es que, por su propia actividad vital —el metabolismo—, van alterando su funcionamiento hasta el punto de no poder, al cabo de cierto tiempo, ser ya eficaces. Por eso necesitan a la segunda realidad, el proceso replicativo. Las células se regeneran, es decir, se reproducen. Pero, claro, no pueden hacerlo indefinidamente. En todo ese proceso —metabolismo y reproducción celular—, con el tiempo se van produciendo errores de copia o de funcionamiento que hacen que, globalmente, el paso del tiempo implique una cierta degeneración de las condiciones iniciales. A eso lo llamamos envejecimiento. El final de la película es, claro, la muerte.

Para frenar, que no evitar, el envejecimiento celular no queda, pues, más que actuar sobre esos dos procesos, el metabólico y el reproductivo. Pero no son procesos simples, y no todos sus componentes nos son asequibles. Por ejemplo, todo el mundo sabe que existen los radicales libres, elementos químicos poderosamente oxidantes que destruyen muchas entidades básicas de las células. Luchar contra la oxidación, es decir, contra esos radicales libres que aparecen en muchísimos procesos metabólicos, es una buena forma de luchar contra el envejecimiento. Pero la oxidación de las estructuras químicas de las células es más frecuente en organismos viejos que en los jóvenes: ¿se trata, pues, de una causa, o es más bien una consecuencia del envejecimiento?

En todo caso, el asunto de los radicales libres parece sustancial para atacar el problema del envejecimiento ligado al metabolismo. Algunos experimentos son asombrosos; por ejemplo, en el hongo *Podospora* la simple mutación de un gen que interrumpe casi totalmente la cadena respiratoria aumenta su longevidad más de 3.000 veces. Como la respiración es el proceso por el cual el metabolismo

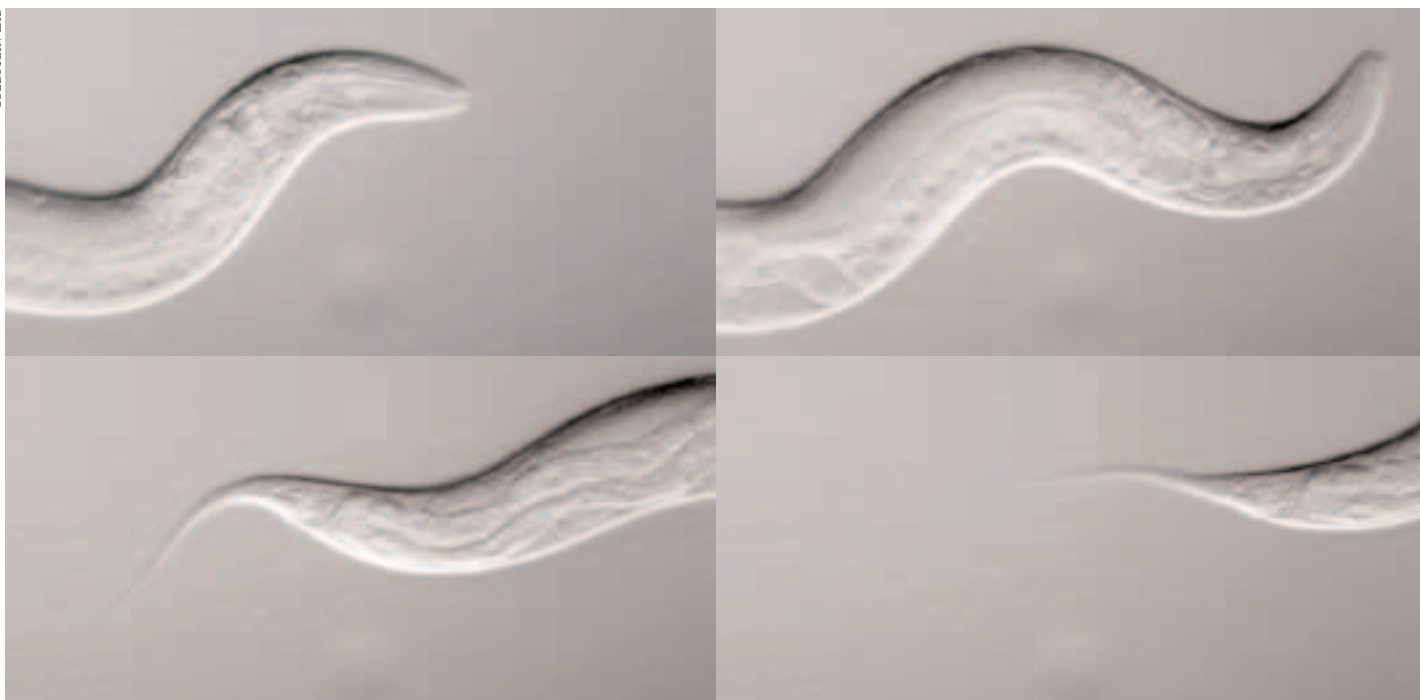


Hebe, encargada de servir el néctar de la inmortalidad a los dioses.

celular utiliza al oxígeno en provecho propio, ¿se podría interrumpir, o al menos frenar, ese proceso con el fin de frenar el envejecimiento? El oxígeno es un gas corrosivo, oxidante, desestabilizador de estructuras químicas... Sí, pero indispensable. ¿Estará el truco en utilizarlo en muy inferior cuantía?

Imposible afirmarlo sólo con ese experimento, claro. Pero ofrece alguna pista para posibles investigaciones futuras en organismos dotados de células complejas... Porque, por ejemplo, ese hongo longevo se convierte, en cambio, en estéril. Y su vitalidad es muy inferior. O sea, anémico y estéril. Pero 3.000 veces más longevo.

Las hormonas ofrecen otra serie de pistas. Es sabido que con la edad la tasa de hormonas producidas, por ejemplo en el ser humano, varía notablemente. Por ejemplo, con la edad, la formación de ciertos esteroides como la pregnenolona disminuye mucho; y hay una relación entre este descenso y la pérdida de memoria. Además, ese esteroide es el precursor de otras hormonas, como la DHEA (dehidroepiandrosterona), también llamada hormona de la juventud. Y cada día que pasa la ciencia va descubriendo nuevas hormonas que con la edad disminuyen en el organismo; qui-



Desplazamiento del gusano '*Caenorhabditis elegans*', cuya vida ha sido doblada al inhibir la actuación de determinados genes.

zá sean consecuencia del envejecimiento... o su causa.

En cuanto a la reproducción celular, la otra vía de ataque, el porvenir parece igualmente prometedor. Desde el año 1965 se sabe que las células cultivadas no pueden replicarse infinitas veces; al cabo de cierto número de divisiones hay una especie de bloqueo, ligado al acortamiento en cada división, de los telómeros, que son como el capuchón de los cromosomas. ¿Si consiguiésemos alargar dichos telómeros podríamos aumentar el número máximo de divisiones celulares? Pero, por ejemplo, los ratones tienen los telómeros de sus cromosomas mucho más largos que los humanos, aunque viven proporcionalmente mucho menos. La cosa debe ser más compleja. De hecho, las únicas células que al reproducirse alargan sus telómeros son las células cancerosas.

También se analiza con detalle el genoma de las personas muy mayores, con el fin de comprender por qué duran más, en conjunto, sus células (que, por tanto, se han reproducido muchas más veces que las de los que mueren más jóvenes). En ciertos casos, si se frena la actividad de ciertos genes, se alarga la vida del individuo. Esto se ha demostrado ya no sólo en el hongo ya citado sino en el gusano

Caenorhabditis elegans, cuya vida ha sido más que doblada al inhibir la actuación de determinados genes. Incluso ocurre en ratones de laboratorio. Pero tocar a unos genes puede significar trastocar el funcionamiento de otros, que en algunas funciones pudieran utilizar transitoriamente a los anteriores. Todo un encaje de bolillos que hay que aprender a manejar con la máxima delicadeza si se quiere evitar que sea peor el remedio que la enfermedad.

Hay que comprender que el envejecimiento de los individuos no aporta ventaja alguna desde el punto de vista evolutivo. Y la historia de la vida es clara: sólo tienen éxito las mutaciones que aportan ventajas evolutivas. Excepto, quizá, en el ser humano, cuya ciencia le permite salirse de la inexorabilidad evolutiva.

Por cierto, parece que los genes clave ligados a la evolución son también los genes implicados en el envejecimiento. Es obvio: si el lema de la vida es nacer, crecer, reproducirse y morir, al cumplirse el tercer paso ya sólo queda el cuarto. El envejecimiento tiene, además, un carácter aleatorio que recuerda extrañamente al no determinismo que parece estar implicado en las leyes de la física. El azar juega un papel esencial en la bio-

logía, tanto como en la cuántica o en los procesos no lineales, es decir, caóticos.

O sea que el sueño de la eterna juventud es un mito, como ya sabíamos. Pero en apenas un siglo hemos doblado la esperanza media de vida. Y cada vez avanzamos más en ese sentido. Algo estamos haciendo bien, después de todo. No es sólo el progreso de la ciencia en todos los campos sino también la mejor calidad de vida global. La esperanza media de vida aumenta un año cada cuatro años; y la receta, sin demasiada sofisticación, podría ser tan sencilla como comer menos, moverse más y pensar mucho. O sea, permanecer activo física e intelectualmente, y no engordar. Eso incluye antioxidantes, o sea más comida vegetal y menos grasas animales, además de mejoras médicas incesantes, y todo lo que la ciencia pone y pondrá a nuestra disposición.

Parece claro que aquel *árbol de la vida* que buscaba Colón en América no era ni la palma moriche, como él creía, ni los distintos *árboles del paraíso* que se han ido identificando en la flora del Nuevo Mundo. Sólo tenemos el cerebro humano, capaz eso sí de proveernos de más y mejor ciencia, tanto básica como aplicada, para vivir no sólo más sino también mejor. ■



RAFAEL HERAS

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino se propone recuperar los ríos tras décadas de degradación

PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN DE RÍOS: DEVOLVER AL RÍO SU ASPECTO

El aumento de la demanda de agua, las obras de acondicionamiento de los cauces, la edificación y los cultivos llevados hasta la orilla han hecho que nuestros ecosistemas fluviales sean hoy uno de los medios naturales más maltratados en España. De momento, ya se ha perdido el 28% de su biodiversidad. Sin embargo, todo parece indicar que el Plan Nacional de Restauración de Ríos podría recuperar las masas de agua y devolver al río lo que era suyo. ■ POR Luis Guijarro, PERIODISTA AMBIENTAL.



Voluntarios de la asociación Soluciones Sociales y Ambientales, en un puente sobre el río Bembézar (Córdoba).

LOS RÍOS NO SON UN MEDIO FÁCIL para subsistir. Según Santiago Hernández, en el libro *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*, para el conjunto de organismos de cualquier especie que coexisten en los cauces fluviales es muy difícil adaptarse a los bruscos y aleatorios cambios que experimentan los ríos, tales como “riadas, sequías, arrastres brutales, sedimentaciones prolongadas, turbiedad, turbulencia, temperatura, modificaciones del cauce, cambios en la calidad del agua, etcétera; muchos de ellos con frecuencias de tiempo muy superiores a la media de vida de estas especies”. A todo esto habría que añadir además un “constante flujo hacia abajo que tiende a arrastrar a todos hacia el mar”.

Hernández define a los ríos como “cintas transportadoras y trituradoras” que conducen los materiales que arrastran hasta el mar. Por eso, las especies, fundamentalmente de macroinverte-

brados, que han logrado adaptarse a vivir sobre esta *cinta*, “son verdaderas medallas de oro a la supervivencia”. Esto les confiere una valiosa propiedad, su gran capacidad de recuperación, “sobre todo cuando eliminamos las acciones contaminantes o degradantes del medio”.

“Por tanto —continúa Hernández—, las márgenes del río forman valiosos sotos fluviales, que permiten la existencia de una rica diversidad en la que mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, están bien representados, sobre una gran base de invertebrados acomodados entre la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea”. La vegetación de ribera es, probablemente, la vegetación más intensamente transformada por la actividad humana y, sin embargo, la menos conocida, confirman desde el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Sin embargo, a lo largo de la historia, en parte gracias a su fácil acceso, los

bosques riparios han sido eliminados, fragmentados o profundamente modificados y reducidos a una estrecha y diminuta franja junto al cauce.

Agresiones constantes

Durante décadas el objetivo de nuestro país ha sido alcanzar un buen crecimiento y desarrollo económico. En lo que a materia hidráulica se refiere, se han construido un gran número de infraestructuras, que indudablemente han contribuido a alcanzar el nivel actual de progreso pero que también han sido una de las causas de la degradación del medio ambiente.

“El aumento de la demanda de agua, las obras de acondicionamiento de los cauces, la edificación y los cultivos llevados hasta la orilla han hecho que los ríos, lagos, humedales, ramblas y arroyos que configuran los ecosistemas fluviales sean uno de los medios naturales más afectados. En definitiva, hemos



LUIS GUIJARRO



Una de las amenazas para los bosques de ribera son las infraestructuras hidráulicas. A la derecha, una acequia contaminada.

adaptado siempre las masas de agua a las necesidades del hombre y no al revés”, se explica desde el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

En la *Guía para el Diseño y Ejecución de Programas de Voluntariado Ambiental en Ríos y Riberas*, editada por este ministerio y cuya redacción ha sido coordinada por WWF/Adena, Juan Carlos del Olmo, secretario general de esta asociación ecologista, argumenta que “los ecosistemas de agua dulce son los que han soportado una mayor destrucción por la mano del hombre” y recuerda que en el *Informe Planeta Vivo*, que edita esta asociación cada dos años, se denuncia la pérdida de un 28% de la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce. Además la fragmentación y regulación del caudal de los sistemas fluviales en el ámbito mediterráneo afecta a más del 95% de las cuencas. Según la publicación, “se considera que un país sufre un estrés severo de agua cuando extrae más del 40% de sus recursos renovables de agua y España extrae actualmente un

32%. No en vano hemos perdido más del 60% de los humedales en el último siglo”.

Un repaso por las principales amenazas para la conservación de estos bosques debe comenzar por la sustitución por cultivos agrícolas y forestales, el encauzamiento de los tramos sobre los que se asientan y la constante construcción de infraestructuras hidráulicas, y terminar con la cada vez más creciente contaminación por especies invasoras.

Además, la estrecha relación que la vegetación de ribera tiene con el estado del medio fluvial convierte las alteraciones de estos sistemas en serios problemas para el mantenimiento de las dimensiones y diversidad de los sotos.

Conservación y restauración

Desde el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, a través del Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua), que propone una nueva política hídrica basada en la gestión eficaz y sostenible de los recursos, se está elaborando la Estrate-

gia Nacional de Restauración de Ríos, “un novedoso proyecto que quiere recuperar nuestras masas fluviales”. En el Ministerio comentan que se trata de “devolver al río lo que era suyo, su espacio, su vegetación, su agua..., de modo que por sí mismo sea capaz de recobrar su ecosistema asociado”.

Con esta estrategia, en la que se enmarcan además los programas de conservación y voluntariado, se quiere dar respuesta a las preocupaciones de los ciudadanos, que consideran la contaminación de los ríos el principal problema medioambiental de España, según una encuesta realizada por el CIS (Centro de Investigaciones Sociológicas). “Esta preocupación refleja un cambio de actitud de la ciudadanía, que además de exigir a la Administración una solución, pide ser parte activa en la recuperación del medio ambiente”, como se indica en la guía anteriormente citada.

El programa de conservación persigue como objetivo general reducir, paliar y prevenir una multitud de problemas pun-

tuales distribuidos a lo largo del dominio público hidráulico, priorizando los problemas en zonas urbanas, antropizadas o de influencia aguas arriba de los núcleos de población, y en los que se actúa de oficio desde organismos de cuenca o a petición de distintos agentes sociales.

Una guía para la esperanza

Uno de los pilares fundamentales del Plan Nacional es la redacción de un procedimiento técnico para la elaboración de proyectos de restauración de ríos. Para abordar esta tarea se ha encargado, bajo la dirección de María González del Tánago, una guía metodológica al Grupo de Investigación de Hidrobiología de la Universidad Politécnica de Madrid.

Con esta medida se pretende alcanzar varios objetivos encaminados a la mejora de las actuaciones en materia de restauración fluvial, disponiendo de un documento cuyo contenido facilite la redacción de las memorias técnicas, el análisis de la problemática de cada tramo fluvial y la propuesta de actuaciones que fomenten la recuperación de los procesos naturales y la restauración de los ríos y sus riberas.

En la guía metodológica se describe el proceso participativo que debe seguir el desarrollo de cualquier proyecto de restauración de un río desde su inicio. En definitiva, consiste en un protocolo de actuación homogéneo de aplicación en todo el territorio para este tipo de proyectos.

Según el documento, es necesario buscar el apoyo de los agentes sociales implicados en la selección del tramo a restaurar y en la configuración de la "imagen objetivo" que se quiere conseguir con el proyecto, debatiendo las diferentes alternativas posibles. Una vez redactada la memoria técnica, hay que dar a conocer las actuaciones propuestas a todos los colectivos con intereses en el tramo de proyecto, con el fin de lograr su aprobación antes de iniciar la ejecución de las obras.

Primeras reservas fluviales

El Plan Nacional de Restauración de Ríos integra una serie de programas que cubren sus aspectos más impor-

tantes. Uno de ellos consiste en proteger los tramos fluviales que, a pesar de las agresiones sufridas, aún hoy día mantienen un buen estado de conservación. Con este fin, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino está impulsando los trabajos para identificar las primeras *reservas fluviales*, que se circunscribirán a los bienes de dominio público hidráulico con la finalidad de preservar, sin alteraciones, aquellos tramos de ríos con escasa o nula intervención humana. Estos espacios conformarán una Red de Reservas Fluviales que, posteriormente, se recogerán en un Catálogo Nacional de Reservas Fluviales.

Otro aspecto importante del Plan es el Programa de Conservación, que comenzó su andadura en 2005 y que se conoce como Plan de Actuaciones de Conservación y Mejora del Dominio Público Hidráulico. Este programa se desarrolla bajo el principio de no deterioro y consta de pequeñas actuaciones que abarcan desde la limpieza de residuos, desbroces selectivos y plantaciones, hasta la retirada de sedimentos. En general, las medidas recogidas pretenden regenerar la naturalidad de los ríos y riberas, recuperando los procesos hidrológicos y aumentando su heterogeneidad y grado de naturalidad. ▶

La ejecución de este plan ha permitido paliar la problemática descrita en numerosos puntos y tramos de la red fluvial de nuestro país. El conjunto de las actuaciones, propuesto por las Confederaciones Hidrográficas, junto a solicitudes de ayuntamientos y colectivos y al respaldo de las administraciones autonómicas, ha permitido demostrar que es posible ejecutar medidas que reduzcan la degradación y la contaminación de los ecosistemas fluviales. De hecho, en 2007 el programa ha continuado con inversiones y actuaciones en aumento.

Voluntariado en defensa del medio

Además, el programa de voluntariado busca la implicación de la sociedad en la recuperación de los ríos. La promoción de acciones desarrolladas por los ciu-

dadanos en el entorno constituye un instrumento clave para preservar y mejorar los ecosistemas fluviales y una estrategia de educación ambiental. De este modo, el voluntariado es una de las formas más completas de participación social en defensa del medio, puesto que fomenta el sentimiento de responsabilidad compartida sobre el entorno natural y genera conciencia sobre la capacidad de intervención en los problemas ambientales.

Hasta hace pocos años, la sociedad ha vivido de espaldas a la conservación, echando en el saco del olvido a los ríos. Por eso, es necesario un cambio en la forma de gestionar el agua y de intervenir en estos ecosistemas, que pasa necesariamente por hacer una importante inversión en la restauración y la participación de todos los interesados, no sólo de los usuarios.

Según Juan Carlos del Olmo, "los grandes ríos españoles también están amenazados". El secretario general de

PUBLICIDAD

@JAEN directo



Conecte con su caja desde casa...



CAJA DE JAEN

www.cajaen.es



Voluntarios de Córdoba estudiando la vegetación ribereña del río Bembézar.



Aspecto degradado de un bosque de ribera.

WWF/Adena quiere dejar muy claro que “se ha perdido el afecto al río”, en parte porque durante muchos años se ha tenido la idea de que frente a la sequía la solución es construir más pantanos. Si bien existen otras afirmaciones destructivas muy populares y asentadas en el pensamiento de muchos ciudadanos, como cuando se afirma que “no se puede consentir que el agua

de los ríos se pierda en el mar o que hay que protegerse de las riadas con nuevos encauzamientos y presas”.

En este marco, el hecho de que el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino haya impulsado un Plan Nacional de Restauración de Ríos, contemplando el voluntariado como una de las principales herramientas para su restauración, es un paso muy impor-

tante. WWF/Adena coordinó con el Ministerio un proceso abierto y participativo, donde todos los sectores implicados de algún modo con lo que sucede en los cauces de agua han tenido cabida. Fruto de este enriquecedor proceso nació la *Guía de Voluntariado de Ríos*.

Según fuentes del ministerio se trata de “una útil herramienta para el desarrollo de programas de voluntariado ambiental en ríos”. Ha sido redactada de forma consensuada y participativa recogiendo las experiencias en el desarrollo de programas de voluntariado ambiental en ríos y riberas de los últimos años en España, y el conocimiento y la visión que pueden aportar representantes de todos los ámbitos de la sociedad ligada a nuestros ríos: técnicos de las administraciones, científicos, miembros de ONG y usuarios.

Se trata de una apuesta fuerte del ministerio, que considera que la promoción de acciones de voluntariado en el entorno es un instrumento clave, a la hora de preservar y mejorar nuestros ríos, y como estrategia de educación ambiental. De este modo, el voluntariado es una de las formas más completas de participación social en defensa del medio y posibilita, a su vez, un cambio de actitudes y comportamientos de los propios voluntarios y de toda la sociedad.

Para WWF/Adena, el desarrollo de programas exitosos de voluntariado ambiental es una pieza clave para lograr que la sociedad pueda participar en la gestión y conservación de ríos y humedales, y para que todos volvamos a sentir el río como algo propio; pero, sobre todo, conseguir recuperar algo que hemos perdido: el respeto, el amor y el disfrute de nuestros ríos.

En definitiva, este proyecto busca aunar esfuerzos para devolver a nuestros ríos lo que era suyo: su espacio, su vegetación, su agua, su vida. Se trata de recuperar su valor ecológico y cultural, de devolvérselo a ellos y a la sociedad, para que las generaciones futuras puedan disfrutar de la riqueza del medio fluvial. ■

Se investiga el posible descubrimiento de una nueva especie de éstos en el enclave militar de la Isleta, en Gran Canaria

JOSÉ ANTONIO MATEO



El misterio de los lagartos gigantes

Uno de los ejemplares de lagarto canarión localizado en La Isleta.

Se dice que los lagartos de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*) son los más longevos de entre las diferentes especies de lagarto gigante de las *islas afortunadas*. Muchos los catalogan como los últimos grandes saurios, y quizá sea así, puesto que estos reptiles pueden llegar a superar los 80 centímetros de largo y los 3 kilos de peso. El descubrimiento de una nueva colonia con ejemplares más grandes de lo habitual hace que se plantee el posible descubrimiento de una nueva especie.

■ POR Julián Pérez, PERIODISTA.

HACE UNOS MESES, EL MINISTERIO de Defensa hacía pública esta breve nota en su página web: “Base militar de La Isleta: zona militar en la que se localiza una concentración muy importante de lagarto gigante, especie endémica de España”. Miguel San Hipólito, responsable del área de Medio Ambiente de Defensa, asegura que tienen “constancia de la existencia de esta colonia, bastante numerosa”, pero que aún no pueden “hacer públicos más datos”. San

Hipólito confirma que, por el momento, el Ministerio de Defensa no sabe cuáles van a ser los planes de actuación, pero afirma que están elaborando un informe al respecto del que se está encargando “un catedrático muy prestigioso y experto en la materia”. Sin embargo, el resultado no se hará público hasta finales del mes de agosto, cuando se publiquen los resultados de la investigación. La pregunta que surge es: ¿estamos ante una nueva especie de lagarto gigante?

Algunos expertos, como José Antonio Mateo, doctor en Biología y especialista en la conservación de reptiles amenazados, no cree que se trate de una nueva especie. Biólogo del Centro de Recuperación del Lagarto Gigante de la Gomera desde hace ocho años, Mateo comenta que se trata de la especie habitual (*Gallotia stehlini*), “pero con una talla mayor”. “El aumento de tamaño podría deberse a la alimentación y a la reducción de amenazas externas”, afirma. Es decir, la escasa pre-



sencia de gatos silvestres, principales enemigos de los lagartos, y la restricción del acceso humano a la zona militar donde se ha localizado la colonia podría haber facilitado su reproducción. Por tanto, esta población de lagarto viviría con más libertad y con menos amenazas.

José Antonio Mateo, que trabajó en varias investigaciones en La Isleta en los años ochenta, explica que antiguamente los lagartos gigantes que poblaban esta zona “eran mucho más grandes que los que hay en la actualidad. Algunos incluso superaban los 120 centímetros y los 5 kilos de peso”. Hoy en día, asegura,

es poco probable que algún ejemplar llegue a estos tamaños ya que, en la gran mayoría de los casos, no conservan la cola íntegra debido principalmente a los ataques de los depredadores. A lo que habría que sumar uno nuevo, una culebra que se alimenta de los lagartos más jóvenes.

Las curiosidades del lagarto canarión

El lagarto gigante de Gran Canaria se encuentra principalmente en zonas pedregosas, especialmente en paredes rocosas o muros, aunque también habitan en zonas agrícolas.

De sangre fría, prefieren las regiones templadas o cálidas, por ello, en numerosas ocasiones se les puede ver inmóviles bajo los rayos del sol.

Son omnívoros y su alimentación se basa principalmente en frutos, plantas, vegetales y hortalizas. Dieta que complementan con escarabajos, saltamontes, abejorros, moscas, chinches, larvas de mariposa y pequeños vertebrados. Algunos incluso tienen tendencia al canibalismo.

A veces hacen frente a sus enemigos emitiendo sonidos de amenaza con la boca abierta. Incluso, son capaces de alcanzar gran velocidad en sus desplazamientos.

El lagarto canarión alcanza su madurez a los cinco años de vida. Generalmente, las hembras tienen una puesta al año, de la que nacerán entre 5 y 15 nuevos lagartos.

Los individuos recién nacidos alcanzan unos diez centímetros de longitud y cuatro gramos de peso, presentando altas tasas de crecimiento durante los primeros meses de vida, de modo que algunos alcanzan los 25 centímetros en sus primeros seis meses.

Actualmente, viven unos 10 u 11 años. Antiguamente, muchos alcanzaban los 15. ■



Lucha de saurios en La Isleta.

MATEO J. GARRIDO

Cría de lagarto *Gallotia stehlini* sobre una piedra.

Hay que destacar que La Isleta, una pequeña península situada al norte de la ciudad Las Palmas, no siempre estuvo unida a Gran Canaria. Sino que su unión, que permitió la llegada de los primeros saurios, ha sido el producto de la sedimentación a lo largo del tiempo.

Con una superficie de unas 560 hectáreas, en gran parte zona militar (con el consiguiente acceso restringido a la población civil), La Isleta alberga varios cuarteles, campos de tiro y de maniobras, búnkeres y baterías de artillería, además de acoger la prisión militar de Canarias. Algunos ecologistas aseguran que estas actividades militares podrían ser una amenaza directa para la permanencia de esta especie de lagartos en la zona. No obstante, en los últimos años, debido a la reestructuración de las Fuerzas Armadas y a un cambio en las necesidades logísticas y de intendencia, algunas instalaciones de la Base Militar de La Isleta están siendo infrauti-

lizadas o se encuentran en desuso. Esto, unido a la utilización restringida que conlleva el uso militar de esos parajes desde hace más de cincuenta años, puede haber favorecido la presencia de esta especie según otros expertos.

A pesar de que este lugar está considerado como Espacio Natural Protegido desde hace casi diez años, aún no ha sido aprobado un plan que regule el uso de los recursos naturales. En 2007, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial de Canarias publicó la aprobación inicial del Plan Especial de Paisaje Protegido de La Isleta. Sin embargo, actualmente, según Mateo Garrido Sanahuja, miembro del Departamento Técnico de Espacios Naturales Protegidos de Gran Canaria, “el Plan se encuentra en fase de alegación pública, por lo que, al menos hasta dentro de un año, no entrará en vigor. Una vez que lo haga se desarrollarán cuidados medioambientales, así como de la fauna y de la flora, y se incluirán también restricciones al uso militar”.

El responsable de Ecologistas en Acción en Gran Canaria, Antonio Hernández, no descarta que la población de

lagarto gigante de La Isleta pertenezca a una nueva especie, aunque por el momento asegura no tener “datos que lo confirmen ni lo desmientan”. La existencia en la zona de varios microclimas, “hasta veinte”, asevera Hernández, podría haber facilitado esta posibilidad. Incluso es posible que existan “muchas de ellas aún por descubrir”, aunque “si no se acelera la aprobación del plan, se podría perder el descubrimiento de esas nuevas especies”.

Ahora se plantea la duda de cuántos lagartos gigantes habría repartidos en las más de 500 hectáreas que abarca La Isleta. Para algunos expertos existe la posibilidad de encontrar colonias de lagartos de más de mil reptiles por hectárea. Es decir, haciendo cálculos se podría hablar de la presencia de más de quinientos mil lagartos en la zona. Parece difícil pero no imposible, ya que, a pesar de su tamaño, estos animales tienen unos hábitos cautelosos y esquivos.

Por lo pronto, habrá que esperar a que concluyan las investigaciones para poder determinar si es o no una nueva especie o si, por el contrario, se trata del lagarto gigante canarión, como se conoce al propio de Gran Canaria. ■

Egética, Feria de la Eficiencia Energética, contrata por valor de más de 10.000 millones de euros

Entre los días 10 y 13 de junio tuvo lugar en Valencia Egética, la primera feria de la Energía, o más concretamente, de la Eficiencia Energética y las Nuevas Soluciones Tecnológicas. Eficiencia e innovación fueron, pues, los dos conceptos clave para definir a esta feria, que ha nacido con excelente estrella ya que en su seno se han desarrollado negocios y firmado acuerdos comerciales por un valor que supera los 10.000 millones de euros. Entre ellos destaca el firmado entre Iberdrola y Gamesa para el suministro de aerogeneradores en diversos países del mundo, por valor de 6.300 millones de euros. Todo ello convierte a Egética en la feria con mayor volumen de contratación de la ya larga historia de Feria Valencia.

Al acto de clausura asistieron los presidentes de Iberdrola, Ignacio Sánchez Galán; de Gas Natural, Salvador Gabarró, y de Unión Fenosa, Pedro López Jiménez, además del Presidente de la Generalitat, Francisco Camps; la alcaldesa de Valencia, Rita Barberá, y el presidente de Egética, Manuel Toharia, además de otras autoridades estatales y autonómicas. Todos ellos destacaron la oportunidad de este certamen, que llega en el momento justo en que la energía, por la



FERIA DE VALENCIA



subida imparable de los combustibles fósiles, requiere mayor diversificación que nunca, además de novedades tanto en las soluciones tecnológicas que se vayan descubriendo como en la mejora de los sistemas actuales, con una mayor eficiencia de todos los procesos que consumen energía, que son en realidad todos.

Es la primera ocasión en la que en España se organiza un certamen específico sobre estas cuestiones. En el panorama internacional existen muchas otras ferias dedicadas a la energía de forma

Arriba, asistentes a Egética frente a uno de los stands. Abajo, cartel del evento internacional.

más o menos sectorial, pero ninguna que se ocupe de las soluciones en materia de eficiencia energética y nuevas tecnologías. Egética intenta cubrir este importante y creciente espacio dentro del sector, y tras el éxito de la primera edición tiene una continuidad más que garantizada en el tiempo.

Egética se celebró simultáneamente con Ecofira, que es la Feria Internacional del Agua, Suelo, Aire y Residuos, y sus Tecnologías y Servicios. Las sinergias generadas por ambas ofertas feriales deben redundar en beneficio de un sector no sólo valenciano sino internacional, que cuenta ya hoy con un amplio margen de crecimiento, y que reclama soluciones a los retos ambientales que comienzan ya a agobiar a los países más concienciados. ■

La ‘revolución’ de los nuevos materiales gana el Premio Príncipe de Asturias Investigación

La “revolución sin precedentes” que supone para la ciencia la aplicación de nuevos materiales al desarrollo sostenible y a la lucha contra la pobreza fue reconocida, el pasado 4 de junio, con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica a los cinco investigadores que lideran este campo. La candidatura ganadora está integrada por el ingeniero estadounidense Robert Langer y sus compatriotas químicos Tobin Marks y

George M. Whitesides, y por los japoneses Sumio Iijama (físico) y Shuji Nakamura (ingeniero), y fue propuesta por el químico español Amador Menéndez, que formaba parte del jurado.

El acta del jurado destaca que los cinco científicos premiados se han convertido en “referentes universales” en la Ciencia de Materiales y la Nanotecnología. Así, entre sus descubrimientos figuran los nanotubos de carbono, los diodos emisores de luz (LED), bio-

materiales que posibilitan la liberación inteligente de fármacos, la producción de tejidos y órganos para trasplantes o la fabricación de materiales en la nanoescala y el desarrollo de nuevos plásticos y materiales reciclables. Estas técnicas resultan, según el jurado, “fundamentales para el desarrollo sostenible del planeta y la lucha contra la pobreza” y contribuyen “de forma decisiva” al ahorro energético y a la utilización de nuevas fuentes de energía. Los nue-

vos conocimientos básicos y las técnicas y descubrimientos realizados por este grupo de científicos, así como las “fascinantes” tecnologías que han desarrollado, están impulsando —destaca el acta— “una revolución sin precedentes” y resultan “de trascendental importancia para el progreso de la Humanidad”.

A las últimas rondas de votaciones del jurado llegaron también la microbióloga estadounidense Rita R. Colwell, y los bioquímicos Erik de Clercq y Antonín Hol, belga y checo, respectivamente, por sus hallazgos sobre enfermedades virales como la varicela y el herpes.

EFE ■

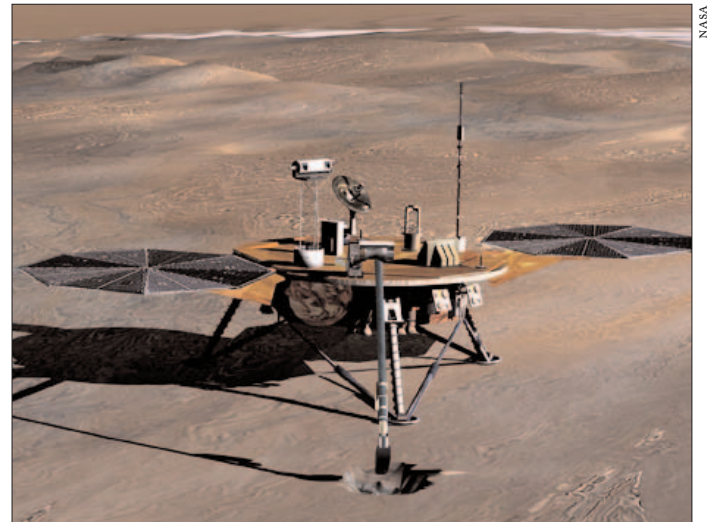
La sonda Phoenix recoge la primera muestra completa de suelo marciano

La sonda Phoenix recogió la primera muestra completa de suelo marciano, que incluye un extraño material que podría ser hielo o sales, según anunciaron el pasado 6 de junio científicos de la Agencia Aeroespacial Estadounidense (NASA).

El estudio de la muestra en el laboratorio a bordo de la sonda marcará el comienzo oficial de la misión de tres meses de Phoenix, cuyo objetivo principal es la búsqueda de hielo y materiales orgánicos en las cercanías del polo norte marciano, señalaron los científicos.

La muestra, recogida

mediante el brazo robótico de Phoenix, está cubierta por un material blanco que los ingenieros de la NASA creen que podría tratarse de sales o de hielo. “Estamos ansiosos por saber finalmente si se trata de hielo que hay debajo de la superficie y que se ha derretido y que ha modificado la estructura del suelo”, dijo Peter Smith, director del equipo científico de Phoenix, que el pasado 25 de mayo se posó en la superficie marciana con la ayuda de un paracaídas. Según los científicos, el análisis de la muestra permitirá determinar la existencia de agua en



Recreación artística de la sonda Phoenix sobre la superficie de Marte.

el suelo de Marte, así como la presencia de minerales.

“Sería interesante encontrar sal, porque es lo que queda tras la evaporación del agua. Sería un gran descubrimiento, especialmente si sabemos de qué tipo de sales se trata”, señaló Smith. La muestra será analizada en el laboratorio llamado Analizador Termal y de

Gases, instalado en la cubierta de la sonda.

Entre tanto, la sonda continúa enviando fotografías de alta resolución del polvo y la arena marcianos y, para ello, ha utilizado un microscopio óptico que muestra con detalle partículas diez veces más pequeñas que el diámetro de un cabello humano. EFE ■

S

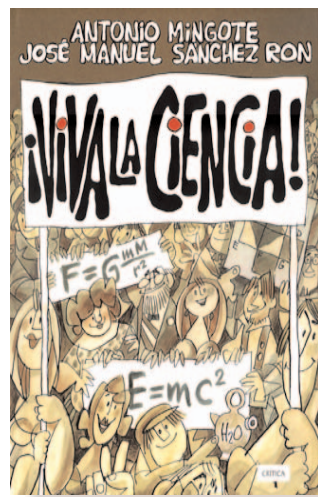
por
Manuel Toharia

R

B

I

R



¡Viva la ciencia!
Antonio Mingote y José Manuel Sánchez Ron
Editorial Crítica
Barcelona, 2008

Un maestro del dibujo humorístico y crítico a la vez, y un maestro de la divulgación y la enseñanza de las ciencias, ambos además miembros de la Real Academia Española, se han unido para ofrecer una obra absolutamente deliciosa, no sólo fácil de leer sino, sobre todo, muy amena a la hora de abordarla desde cualquier perspectiva que los lectores quieran, incluso simplemente hojearla distraídamente. Nada de lo que hay en esas páginas dejará insensible a las personas que se acerquen al libro; ni siquiera el tamaño, más que considerable para lo que hoy se estila. Hasta en eso es grande este *¡Viva la ciencia!*, que en cierto modo recuerda a algún programa histórico de TVE precisamente con objetivos divulgativos similares.

Dicen en el prólogo los autores que ellos abordan en el libro una de las habilidades más maravillosas, si no la que más, que el hombre ha sabido desarrollar: la

ciencia. Una fuerza transformadora que nos ha permitido diferenciarnos, y de qué modo, de nuestros compañeros de viaje en esa nave viviente que podríamos llamar Biosfera. Sin la ciencia es obvio que viviríamos menos y sufriríamos más. En particular, los autores declaran su esperanza de que la obra pudiera servir para que a todos aquellos a los que les fue negada, o que rechazaron, la luz que proporciona la ciencia —o sea, los que no tuvieron la fortuna de recibir algún tipo de educación científica adecuada—, puedan familiarizarse ahora con algunos de sus contenidos y características.

Esta confabulación de dos académicos tan peculiares ha dado como fruto una especie de epifanía científica para no científicos, donde el dibujo y la caricatura complementan de modo admirable al texto para que cualquier persona, sea cual sea su edad o nivel cultural, pueda adentrarse en el fascinante mundo de la ciencia y los científicos. ■

X Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente
Varios autores
Edita Enresa
Madrid, 2008

El interés de las ponencias del Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente que organizan Enresa y la Fundación Efe desde hace diez años en Córdoba, hizo que se tomara la iniciativa de realizar un libro que no sólo recogiera esas intervenciones,

sino que fuera un completo documento *enriquecido* con entrevistas a los ponentes, comunicadores, científicos o escritores que acuden a dicha cita. Acaba de publicarse el libro de ponencias de la pasada edición, fiel testimonio del éxito que tuvo la décima edición del Seminario celebrado en septiembre de 2007. De especial interés resultan las



palabras que el Premio Nacional de las Letras y Premio Nacional de Poesía, José Manuel Caballero Bonald, pronunció en su conferencia de apertura sobre la figura del escritor comprometido. En el libro aparecen también los resultados preliminares del proyecto PESETA del Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica, sobre los efectos del cambio climático en la economía europea, cuyo coordinador, Juan Carlos Císcar, avanzó durante el encuentro. El valor de esta publicación es que, no sólo recoge fielmente lo expuesto en las distintas sesiones académicas del Seminario, sino que también es un documento de actualidad científica y ambiental, a través de las

intervenciones de los diversos expertos participantes en las mesas redondas sobre temas como la investigación en España o el cálculo de la huella ecológica. Como novedad de esta edición, el libro incluye un anexo con el resultado de las encuestas de valoración que cada año se realizan a los asistentes, y que constatan la buena salud de esta iniciativa. El libro, que goza de buena acogida, tanto entre los participantes del Seminario como entre la comunidad científico-ambiental, ha sido posible gracias a la colaboración del programa Andalucía Investiga, encargado de la elaboración de los contenidos. ■

Las fronteras se cruzan de noche

Xaquín López

Foca Ediciones

Madrid, 2008



Las fronteras se cruzan de noche es un duro y tenso relato periodístico donde se denuncia el tráfico de niños en el Golfo de Guinea. La ruta de la esclavitud infantil dibuja una siniestra línea paralela a la costa. En su origen se encuentran la

poligamia y la extrema pobreza de la zona. El viaje de esta nueva forma de esclavismo empieza en los poblados de Benín, un pequeño país de África occidental, y termina en las plantaciones de cacao de Costa de Marfil y en las canteras de Nigeria. Niños de hasta cinco años están condenados a recoger las habas de cacao en mitad de la selva marfileña o a cavar zanjas en las canteras de Abeokuta. Niños para los que, en pleno siglo XXI, palabras como infancia, educación o familia son algo más que una lejana utopía. El autor de este libro estremecedor es Xaquín López, periodista con más de 20 años de oficio en TVE, especializado en temas de información ambiental y en África. Para la realización de este trabajo se infiltró en las mafias de traficantes beninesas y nigerianas y siguió el mismo recorrido de los raptos de niños esclavos. ■

El sol interior

Carlos de la Calle
Mandala Ediciones
Madrid, 2008

El sol interior es un conjunto de 19 relatos cortos impregnados de subjetividad, cuyo autor es Carlos de la Calle, periodista con una larga experiencia en los informativos de Antena 3. Son textos en los que predomina el mensaje de que lo importante no es lo que nos sucede sino cómo lo encajamos y digerimos. Y esto vale tanto para un relato sobre un periodista español que descubre su propia identidad mientras



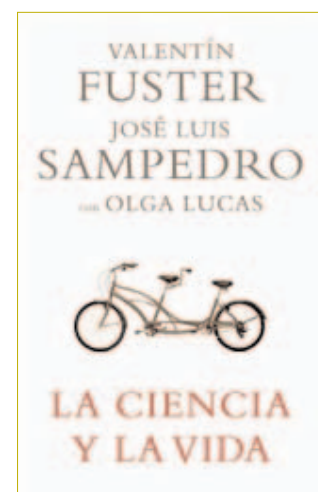
investiga sobre desaparecidos argentinos, como para el relato de una pobre panadera que harta de la violencia que sufre de un ladrón decide enfrentarse a él. Pinceladas de amor, cine, fantasía, pérdida de seres queridos, nostalgia, guerra civil, fútbol o costumbrismo recorren estas páginas. Según su autor, el título del libro hace referencia a esa luz y calor que nos regala el astro rey y que también cada persona es capaz de transmitir a los demás con su creatividad. ■

La ciencia y la vida

Valentín Fuster y José Luis Sampedro
Plaza y Janés Editores
Barcelona, 2007

Otros dos personajes de primera talla nacional, si no mundial, presentan aquí un libro de conversaciones y reflexiones en torno al conocimiento y a la vida misma que resultan apasionantes de leer, y que estimulan el debate entre todos aquellos que luego comentan alguna o algunas de las cosas que uno u otro señalan en el libro. Inicialmente, se planteó la obra como el reflejo de algunas de las

muchas y profundas conversaciones que mantuvieron el famoso cardiólogo español Valentín Fuster, y el académico, filósofo y antiguo catedrático de Estructura Económica José Luis Sampedro. Fuster trató al escritor de una grave afección en el hospital Monte Sinaí, donde dirige el Instituto Cardiovascular. Y de aquella relación médico-paciente surgieron estas apasionadas conversaciones sobre la salud, la ciencia, el valor del esfuerzo o la *segunda vida*, que fueron luego seleccionadas y recopiladas por Olga Lucas en este libro. Se trata, pues, de un intercambio de ideas entre dos mentes privilegiadas, de las que se desprende una visión global de una sociedad opulenta pero quizá en “decadencia y declive”. Sin duda, Fuster aventaja en optimismo al académico, economista y fecundo escritor que, entre otras cosas, vaticina de forma casi apocalíptica que el mundo “se



desmorona” porque está aquejado de problemas de corazón que le llevarán al infarto porque tiene las arterias y las venas “llenas de

SUSCRIPCIÓNestratos

Nombre y apellidos

Domicilio

Población

Provincia

e-mail

CP

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 ENPRESA, 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@enpresa.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.

coches aparcados en las calles”. El estrés es para Jose Luis Sampedro un problema más grave que la depresión, y se refleja en ese constante acelerar que va en contra de las posibilidades humanas. También compara la destrucción del medio ambiente con la actitud de aquél que se dedica a quitar cada día una parte de su casa hasta quedarse sin nada, algo que sólo hace un bárbaro y un irracional. En cuanto al cardiólogo, basa sus opiniones en datos cuantificables, aunque entiende que el espíritu es quien ha de tener la última palabra para arreglar los problemas de la humanidad. Según él, ésa es la diferencia esencial con los animales, y la respuesta a nuestros problemas debería venir de la mano de valores como el honor, la sabiduría, la responsabilidad o el amor. En cierto modo, discrepa de la visión pesimista de Sampedro; para él el universo tiene una trayectoria, un principio, un fin y, quizá, un mensaje. En suma, un libro que en cada una de sus líneas ofrece al lector no sólo temas de enorme interés sino, sobre todo, de profunda reflexión y de elementos de discusión casi infinitos. Hace unos cuantos años hubiéramos afirmado que es un excelente libro de filosofía; hoy conviene tener cuidado por si acaso hay quien piensa que eso lo hace casi ilegible, y sólo interesante para unos pocos eruditos. Al contrario, como en el libro de Mingote y Sánchez Ron, se trata de algo que todo el

mundo podría, incluso debería, leer. ■

La agricultura ecológica, una alternativa sostenible

**Centro de Innovación Educativa Huerto Alegre
Grupo de Cooperación Columela**

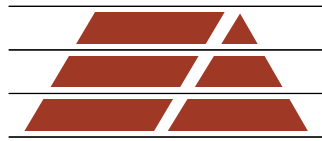
Granada, 2007

Bajo la coordinación de Mari Luz Díaz, y con la aportación sustancial de otros expertos en educación ambiental del Equipo de Huerto Alegre (la pionera e innovadora granja-escuela granadina, modelo europeo de la ecología aplicada a la formación de jóvenes y mayores), como Roser Buscarons, Pepa Moya, Amparo Alonso y Yolanda del Pino, se edita este extraordinario libro que lleva como subtítulo “Una propuesta de educación ambiental en centros educativos”. Eso se llama coger el toro por los cuernos. Cuando todo el mundo habla sin cesar de sostenibilidad, de impactos ambientales, de riesgos inminentes para el entorno natural, un equipo de expertos educadores, próximos al terreno y no divinos teorizadores, se pone manos a la obra y le ofrece a todos los profesores de España una herramienta de incalculable valor para imbuir en sus alumnos, e indirectamente en sus familiares y amigos, unos valores ambientales que no serán producto de una moda más o menos pasajera, sino que podrán impregnar su vida futura de manera duradera y efectiva. El libro es extenso y de gran formato, y viene

complementado con un CD que permite utilizar el material didáctico en el aula de manera flexible y adaptada a las nuevas tecnologías docentes. Se trata de una propuesta que plantea cuestiones en torno a la concepción de medio como un sistema



diverso, interrelacionado, organizado, equilibrado, pero también frágil, en el que la agricultura ha incidido de manera cada vez más intensa, y aun más con su actual sistema industrial de producción. Una posible vía de solución, aunque sea parcial, a este estado de cosas es obviamente la agricultura ecológica, término equívoco en sí mismo —la agricultura, con o sin pesticidas o abonos artificiales, siempre es una actividad que altera el medio ambiente con un impacto más que notable— pero internacionalmente aceptado para designar, dicho sea esquemáticamente, unos modos de producción lo menos industrializados posible, con abonos orgánicos de origen natural y exclusión de productos químicos de todo tipo. ■



EMPRESARIOS AGRUPADOS

Ingeniería y servicios para el Sector Eléctrico.

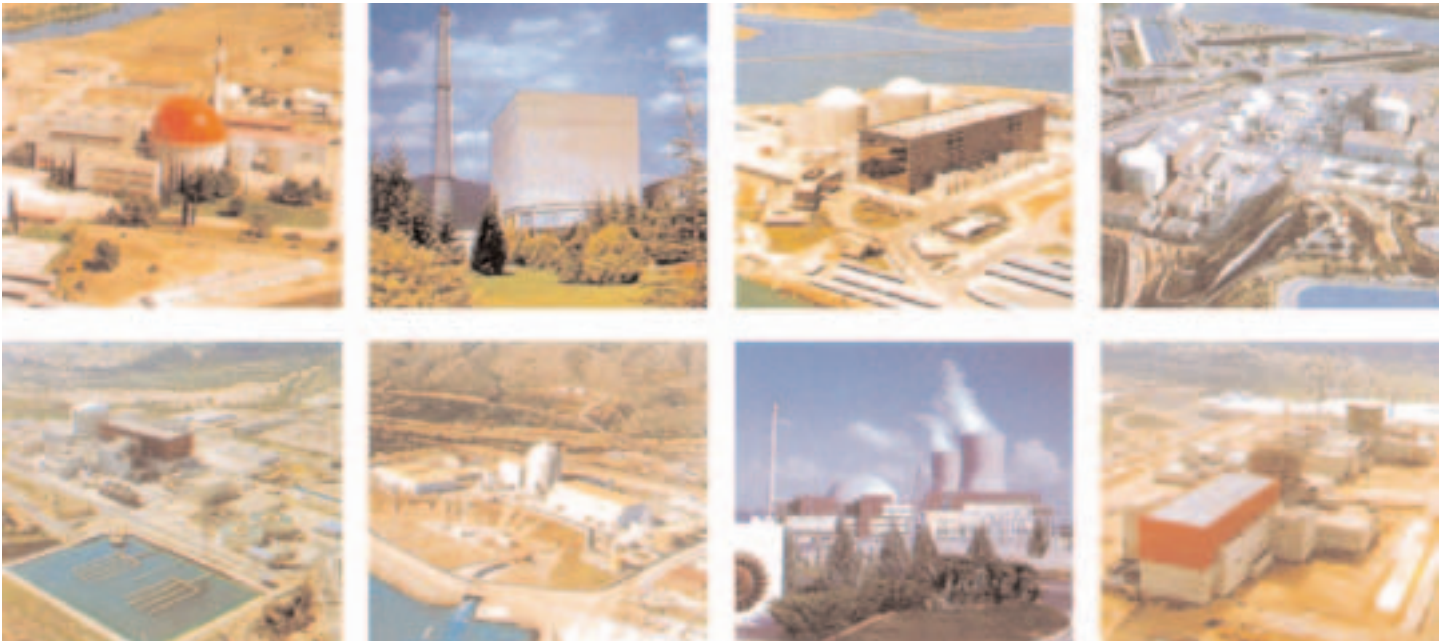
En el campo nuclear ofrecemos nuestra experiencia de ámbito internacional en una amplia gama de servicios para el proyecto, construcción y apoyo a la explotación de centrales nucleares e instalaciones con ellas relacionadas, incluyendo:

- ▶ 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

EMPRESARIOS AGRUPADOS, A.I.E. es una Agrupación de Interés Económico (Ley 12/1991 de 29 de Abril) constituida por GHESA, TRSA, IBERINCO, SOLUZIONA INGENIERÍA y TRPI.

EMPRESARIOS AGRUPADOS INTERNACIONAL, S.A. es una Sociedad Anónima promovida por los mismos socios.

ENSA

Equipos Nucleares, S.A.

**Futuro
Tecnología
HOY**

FABRICACIÓN
INSTALACIÓN Y SERVICIO
DE COMPONENTES NUCLEARES

Servicio

*Sistemas Robotizados,
Desarrollados por ENSA*



Instalación

*Instalación de Generadores
de Vapor en Plantas Nucleares*



Investigación y Desarrollo

*ESTEVEZ™
(Estereoscopio con autofocus y
zoom), Sistema de Visión 3D con
zoom para operaciones remotas
en ambientes hostiles
(Diseño ENSA)*



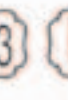
Fabricación

*Fabricación de Generadores
de Vapor y Reactores de Presión
para plantas Nucleares*



ENSA

Equipos Nucleares, S.A.



Clases 1, 2 and 3

Oficinas Generales: C/ Ortega y Gasset 20,5º Tel.: (34) 91 555 36 17 Fax: (34) 91 556 31 49 • 28006 Madrid. ESPAÑA
Fábrica: Avda. de Juan Carlos I, 8 . Tel.: (34) 942 20 01 01 Fax: (34) 942 20 01 48 • 39600 Maliaño, Cantabria. ESPAÑA