

Las colecciones de microorganismos de Europa se unen en una base de datos común



BANCO DE LA IMAGEN

Las colecciones de microorganismos de los países europeos se han unido en un proyecto común: la creación de una base de datos internacional que recoja toda la información sobre el número, la caracterización y las aplicaciones de estos seres microscópicos, cada día más útiles y necesarios no sólo en la actividad científica sino en los procesos industriales.

## RED

# EUROPEA DE INFORMACION MICROBIANA

Un gran banco de datos

microbiológico permitirá más fácil

acceso a la información

FATIMA ROJAS

Los microorganismos se han convertido en los últimos años en útiles herramientas de trabajo y estudio para el desarrollo científico. Su potencial uso industrial, su contribución al conocimiento de las enfermedades y el reciente auge de las técnicas biotecnológicas han hecho de estos seres microscópicos verdaderos protagonistas del laboratorio, entre otras razones, gracias a su extremadamente fácil reproducción, que ocurre en condiciones sencillas y económicas. La famosa bacteria *Escherichia coli* ha servido, en numerosas ocasiones, para poner a

punto técnicas bioquímicas y genéticas que no se hubieran siquiera soñado con otros seres vivientes.

Pero de la enorme riqueza microbiana nace también la dificultad de su conocimiento. Caracterizar e identificar una bacteria, por ejemplo, teniendo en cuenta el gran número de especies que existen, es un trabajo minucioso que requiere no sólo una exacta descripción morfológica sino también un examen bioquímico y fisiológico que proporcione a los microbiólogos la auténtica seguridad de cuál es la cepa con la que están tratando en cada caso. Mientras que en los demás seres vivos el

nombre del género y el de la especie ofrecen ya la suficiente información para identificar el ejemplar, en el caso de los microorganismos existe una gran especificidad, lo que complica el trabajo del investigador cuando necesita un determinado ejemplar para realizar su trabajo.

La idea de hacer una colección de microorganismos y ponerla a disposición de la comunidad científica surgió hace ya casi un siglo, en 1900, en Checoslovaquia. Desde entonces las colecciones se han multiplicado y hoy existen en numerosos países, incluido España. Todas ellas se dedican a reco-

ger, mantener y suministrar los microbios a quien los solicite y también, en ocasiones, actúan de *guardería* de otros microorganismos que no pertenecen a la colección. Su importancia se acrecienta cada día ya que el depósito de una cepa microbiana en una colección es hoy obligatorio cuando se descubre una nueva especie o cuando se solicita una patente de un determinado proceso industrial (obtención de antibióticos, por ejemplo) en el que interviene algún microorganismo.

El auge de la biotecnología y el creciente interés de los especialistas

Sigue en página 2

RED  
EUROPEA  
DE  
INFORMACION  
MICROBIANA



Los coleccionistas deben mantener los microorganismos en condiciones inalterables, para lo que existen diversos métodos técnicos, aunque ninguno de ellos es perfecto. Lo que ha de evitarse a toda costa es que las especies sufran modificaciones genéticas o cambios en su estructura.

# COLECCIONES DE MICROORGANISMOS

## PARA USO INDUSTRIAL Y CIENTIFICO

El proyecto MINE informatizará 150.000 cepas de microorganismos

VIENE DE PRIMERA PAGINA

por conocer dónde se encuentra cada cepa microbiana ha suscitado también la atención de diversos organismos e instituciones. La Comisión de las Comunidades Europeas puso en marcha el proyecto MINE (Microbial Information Network Europe) para armonizar e informatizar los datos de las 150.000 cepas de microorganismos existentes en las colecciones europeas. Incluido dentro del BAP (Biotechnology Action Programme), se inició en 1986 con las colecciones de Bélgica, Gran Bretaña, Holanda y República Federal de Alemania, a las que posteriormente se unieron las de Portugal, Francia, España, Grecia e Italia. Los datos de cada colección se introducen en ordenadores con arreglo a un formato común y se envían a los centros encargados de integrarlos según sea el tipo de microorganismo: bacteria, hongo, levadura o plásmido. Cada uno de estos cuatro centros manda toda la información a un ordenador

La colección que existe en España es de las más antiguas y está ligada casi por completo al entusiasmo y dedicación de sus progenitores, Federico Uruburu y M<sup>a</sup> Dolores García López, un matrimonio ejemplar de científicos que no ha escatimado esfuerzos para hacer de la CECT (Colección Española de Cultivos Tipo) una muestra rica y representativa.

La colección se inició en 1960 de la mano de Julio Rodríguez Villanueva, quien comenzó a coleccionar y mantener cepas en el Centro de Investigaciones Biológicas de Madrid. La mayoría de aquellas cepas iniciales procedían de la colección de hongos del profesor Ramírez y de la de levaduras de E. Feduchy. Después de ochos años, la colección se trasladó al departamento de Microbiología de la Universidad de Salamanca, donde permaneció al cuidado de los doctores Uruburu y García López. Seis años más tarde, la colección se mudó a Bilbao acompañando a sus cuidadores, que no dudaron un momento en llevársela consigo para mantenerla y hacerla crecer. Allí vió la luz el primer catálogo y comenzó a ser conocida internacionalmente.

Pero aún no había concluido la peregrinación. En 1980 el matrimonio se trasladó a Valencia; desde entonces la colección reside en el departamento de

### La viajera colección española

Microbiología de la Facultad de Biología de la universidad, a la que pertenece. La Sociedad Española de Microbiología, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y el CSIC financian también su mantenimiento.

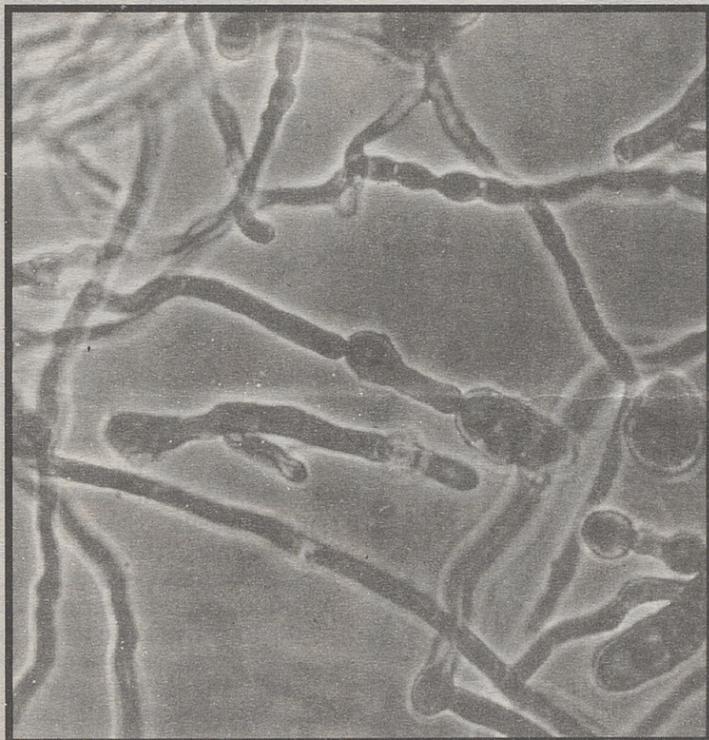
El profesor Uruburu se muestra orgulloso no sólo de las cerca de 2.000 cepas que poseen, "aunque lo importante -dice- no es el número", sino de la eficacia con que responden a cualquier solicitud. El esfuerzo, el tesón y el entusiasmo se ha visto plasmado recientemente en la publicación del último catálogo de la colección, un volumen en inglés, de considerable grosor y a gran distancia de aquel primero en papel fotocopiado. En él se incluyen por primera vez las

aplicaciones de los microorganismos depositados, muchos de ellos de importancia industrial y de interés científico general.

De las bacterias, el género mejor representado es *Streptomyces*, con casi noventa cepas de más de sesenta especies diferentes. Entre los hongos destacan las 86 cepas de sólo cinco especies de la levadura *Saccharomyces* y las casi cuarenta especies del hongo filamentosos *Penicillium*. Todos los microorganismos son distribuidos a una amplia gama de usuarios, que los solicitan por teléfono o por carta desde departamentos universitarios, institutos del investigación y hospitales, principalmente.

Otro motivo de satisfacción es el reconocimiento de la CECT, que está integrada en el proyecto MINE desde 1988 como representante español. También desde 1983 pertenece a la Organización Europea de Colecciones de Cultivo, cuya próxima reunión tendrá lugar en Valencia. "Somos una gran familia muy internacional", afirma Uruburu satisfecho.

En la actualidad este equipo está preparando los estatutos de la colección porque el Ministerio de Industria y Energía va a solicitar el reconocimiento de la CECT como autoridad de depósito internacional para fines de patentes.



En la página anterior macrofotografía de **Penicillium Claviforme**. En la foto superior, **Penicillium amantogriseum**. En la imagen inferior cultivo de **Alternaria**.

central, donde quedará registrado finalmente el contenido de esta gran colección europea, que podrá competir, sin duda, con la mejor y más conocida, la ATCC (American Type Culture Collection). El proyecto pretende añadir, además, células animales, virus de animales, células vegetales, virus de plantas y protozoos, especies ahora poco cultivadas porque resultan difíciles de mantener.

Las colecciones deben guardar las cepas microbianas en condiciones inalterables indefinidamente; para ello es posible aplicar varios métodos distintos, aunque no existe ninguno ideal en todos los casos. Los microorganismos se pueden mantener vivos, pero hay que realizar transferencias periódicas a medios de cultivo frescos ya que, con el paso del tiempo, se acumulan materiales tóxicos que pueden resultar peligrosos para las células. Por otra parte, como los microbios permanecen vivos, aunque con su metabolismo reducido porque se almacenan a bajas temperaturas (4° C), pueden perder algunas de sus

propiedades y, sobre todo, modificar sus características genéticas por aparición de mutaciones.

Otro método que puede aplicarse es la liofilización, que consiste en deshidratar las células y guardarlas en recipientes cerrados herméticamente. Así pueden conservarse durante años y en la práctica resulta un método ideal porque no se produce modificación alguna. Pero algunas especies, en general las más evolucionadas, no resisten esta técnica de conservación. Se puede recurrir entonces a un tercer sistema: la congelación, que implica mantener los mi-

Las colecciones de microorganismos agrupan a agentes microbiológicos que resultan de gran interés no sólo para los procesos industriales, sino para el conocimiento científico de las enfermedades y el desarrollo de técnicas biotecnológicas

crobios a temperaturas de 135°C bajo cero mediante, por ejemplo, la inmersión de los recipientes en nitrógeno líquido. A esta temperatura, el metabolismo está virtualmente anulado, por lo que se garantiza la estabilidad genética. Sin embargo, algunas cepas quedan irreversiblemente dañadas.

Cada colección recoge la información de sus células en un catálogo, incluyendo características morfológicas y fisiológicas y algunas propiedades muy peculiares, como la producción de metabolitos secundarios (antibióticos), enzimas, ácidos orgánicos o aminoácidos. Todo ello ha incrementado notablemente los datos almacenados, ya que en la actualidad, y en aras de la eficacia y de la velocidad científica e industrial, poder acceder con rapidez y exactitud a las fuentes de suministro es una necesidad acuciante. A pesar de la extrema dificultad que conlleva la unificación de los datos, el proyecto supondrá una solución definitiva para el mejor funcionamiento de la ciencia, la industria y la investigación.

Las REVISTAS científicas de los meses de junio y julio se han hecho eco, de forma mayoritaria, de los problemas que plantea la ya famosa capa de ozono y, en particular, de las soluciones que se intentan imponer a escala mundial. Unas soluciones que pasan, en lo esencial, por la sustitución de los renombrados gases CFC utilizados en aerosoles varios y también en la industria del frío y de los extintores anti-incendios. Los países desarrollados, reunidos en Dublín a principios de verano, han adoptado una serie de tibias resoluciones tendentes a eliminar, de aquí al año 2000, la mayor parte de estos gases, con gran disgusto de los ecologistas, que exigían un ritmo más vivo y la adopción de medidas más energéticas.

Sin embargo, de poco va a servir todo este jubileo demagógico de la alta política ambiental. Sencillamente, porque los gases CFC han sido identificados como los malos de la película sin ni siquiera saber si lo son en realidad. Además, aunque los CFC resulten efectivamente dañinos para el ozono, de ningún modo son los únicos encausados, y los científicos opinan que su acción destructora oscila entre el 25% y el 50% de total ejercido por los distintos subproductos residuales de la industria humana. Y de esos subproductos casi nadie habla.

No quiere todo esto decir que de nada vaya a servir que vayamos poco a poco sustituyendo los CFC por otra cosa. En primer lugar, por si acaso; no es mala cosa que se tomen decisiones antes de que el problema nos sumerja. En segundo lugar, porque los susodichos gases CFC no sólo podrían alterar la capa de ozono estratosférico, sino que aumentarían el efecto invernadero de forma notable. Y, en tercer lugar, porque ya va siendo hora de que nos demos cuenta de que la sociedad postindustrial

que nos ha tocado vivir nos impone el consumo absurdo de productos, como los aerosoles, que además de peligrosos son auténticas bombas en miniatura si se exponen a un calor excesivo: no resuelven realmente nada, puesto que para pulverizar agua de colonia, laca o desodorante existen muchos otros sistemas sencillos y eficaces que no requieren tamaño artilugio.

El "por si acaso" del primer apartado del párrafo anterior se justifica por sí mismo: nunca la humanidad se había puesto de acuerdo globalmente para afrontar un problema que simplemente parece existir. Ojalá se hubiera actuado con la misma precisión en otras gravísimas agresiones ambientales que ahora sufrimos, muchas de ellas de forma irreversible o a punto de serlo. Por eso, en el caso de los CFC, aunque no está clara su posible acción sobre el ozono, más vale que prescindamos de ellos. En todo caso, conviene recordar que nadie ha explicado aún de forma convincente cómo es posible que estos gases, mucho más pesados que el aire, puedan subir hasta 25 o 30 kilómetros de altura, salvando obstáculos poderosos como la tropopausa, y encelarse de manera exclusiva en el ozono situado en el polo sur, un par de meses al año, un año sí y otro no; que a eso se reduce el conocido agujero de la Antártida. En cuanto al efecto invernadero, las intervenciones de diversos científicos europeos durante el seminario celebrado en la Universidad Iberoamericana de La Rábida a finales del mes de julio, y dirigido por quien firma estas líneas, han dejado claro lo que se intuía hace ya unos meses: los gases CFC liberados a la atmósfera, y a la atmósfera baja, la troposfera, no tanto a la estratosfera, que es donde se encuentra la tan traída y llevada capa de ozono, contribuyen al efecto invernadero y además en proporción muy superior, por ejemplo al CO<sub>2</sub> del que siempre se habla cuando se aborda la cuestión del cambio climático.

Y, finalmente, prescindir de los aerosoles no supondría realmente ningún trastorno grave a la sociedad industrial, aunque sí a los industriales que producen esos artilugios. Quizá por eso los países desarrollados han aceptado su reducción progresiva y en cambio no quieren oír hablar de reducciones equivalentes del CO<sub>2</sub>, un gas mucho más inevitable a poco que se pretenda mantener el grado de desarrollo actual. Así pues, *menos lobos* con el ozono; el problema de la susodicha capa quizá tiene poco que ver con los CFC, aunque éstos tampoco son inocuos. El efecto invernadero acecha, y ese sí es un problema acuciante, real y probablemente imparabile; precisamente porque pararlo significaría, como medida terapéutica, detener la actividad industrial actual casi en su totalidad, lo que resulta utópico, amén de poco deseable. A no ser que optemos por la energía nuclear a tope mientras llega la deseada fusión termonuclear. Y esto último no parece concebible, al menos de momento.



MANUEL TOHARIA

## TUBO DE ENSAYO

# OZONO: MENOS LOBOS

Concepción Llaguno comenzó su carrera investigadora en 1953 como becaria del Instituto de Fermentaciones Industriales. Desde entonces hasta su actual cargo de directora del Instituto del Frío ha realizado importantes trabajos relacionados con la ciencia y la tecnología de alimentos, alternando su actividad en el laboratorio con cargos de responsabilidad en la gestión de la política científica. Ha sido vicesecretaria general para asuntos científicos del CSIC durante cinco años y gestora durante dos años del programa de Tecnología de Alimentos del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo. Pero sobre todo ello sigue primando su gran conocimiento y experiencia de los vinos españoles, desde el estudio de la materia prima hasta la tecnología de prensado, conservación, almacenaje y temperatura que se aplica para la obtención de este producto.

# "ESPAÑA ES UNO DE LOS PAISES QUE MEJOR SE ALIMENTA"

Concepción Llaguno,  
directora  
del instituto  
del Frío



**Pregunta-** ¿Qué se entiende por "ciencia y tecnología de alimentos"?

**Respuesta-** La ciencia de los alimentos es el conocimiento profundo de su composición química, cualidades físicas y cualidades nutritivas. También se incluye en este apartado las cualidades sensoriales, puesto que un alimento se acepta o se rechaza por su aspecto o su olor; esta es una cuestión que cada día tiene más importancia, e incluso se instruye a los consumidores sobre cómo tienen que apreciar los productos. La tecnología, por su parte, estudia las técnicas que dan lugar a los alimentos y cómo deben aplicarse en la industria para conseguir resultados mejores.

**P-** ¿Es un ámbito científico desarrollado en suficiente medida?

**R-** Sí. Dentro del CSIC es uno de los campos más avanzados y mejor situados y que cuenta con grupos de investigación de calidad, situada por encima incluso de la Universidad. Por otra parte, se trata de una



"No estamos educados para saber lo que comemos"

disciplina con gran tradición; en el CSIC se estableció en 1950 y con el programa de Tecnología de Alimentos del Plan Nacional de Investigación ha recibido un notable impulso, aunque se necesitaría mayor número de investigadores. A pesar de todo, nuestro nivel es semejante al de cualquier país europeo e incluso nuestra presencia en grupos de investigación es solicitada expresamente en programas comunitarios, como el FLAIR.

**P-** ¿Es España un país preocupado por su alimentación?

**R-** Yo diría que no sólo está preocupado sino que es uno de los que mejor se alimenta gracias, sobre todo, a la gran variedad de su cocina, que para los nutrólogos es la mejor cualidad. En alimentación infantil, geriátrica y en productos dietéticos, la preocupación parte de los propios fabricantes, que cada vez en mayor medida necesitan el refrendo de un centro de investigación.

**P-** ¿Y estamos bien educados para el consumo?

**R-** Creo que no. Hay mucho papanatismo a la hora de comprar los productos ya que se piensa que si la marca es extranjera el alimento va a ser mejor; pero si le yé a-



mos la letra pequeña de las etiquetas conoceríamos a fondo su composición: presencia de sucedáneos, exceso de sal, grasas animales, etc. No estamos educados para saber lo que comemos, aunque sí hay una preocupación por la alimentación y la calidad.



**"Los fabricantes necesitan el refrendo de un centro de investigación"**

**P-** Desde hace unos meses es usted directora del Instituto del Frío. ¿Cómo ha afrontado esta nueva responsabilidad?

**R-** Yo conocía el instituto desde mi anterior puesto como gestora del programa nacional de Tecnología de Alimentos, en el que participan investigadores de este centro; conocía, por tanto, sus proyectos, sus trabajos y sus publicaciones. Cuando acepté el cargo, asumí que tenía una importante misión que realizar: reunir en un solo centro los tres institutos que trabajan en este ámbito en Madrid dentro de un nuevo edificio. Todavía estoy tomando tierra, pero intento que los investigadores se organicen y que en lugar de dar cursos en la Universidad, en distintas asociaciones o en co-

munidades autónomas los realicen en el CSIC para que la institución realce su prestigio. De todas formas, en un instituto que ya está en marcha, cuyos proyectos de investigación durarán hasta 1991, es difícil cambiar las cosas. Entre científicos nada se impone, sino que se acuerda y se discute, con fundamentos basados en razones y argumentos que caracterizan la práctica investigadora.

**P-** ¿Qué líneas de investigación del centro destacaría?

**R-** La más antigua es la ingeniería del frío, que se ocupa de los aspectos relacionados con las máquinas frigoríficas, con el fin de conseguir mayor rendimiento con menos energía. Para conservar alimentos no basta un simple frigorífico ya que, en lo que se refiere a alimentos congelados, las condiciones varían dependiendo del producto en función de la temperatura necesaria, los requisitos de congelación, etc. Asimismo, se estudia la cadena del frío y las modificaciones que sufre la composición de un alimento por haber sido congelado y por su posterior descongelación para el consumo. Así se estudia en el caso de carnes, pescados y hortalizas. También se abarcan cuestiones de acondicionamiento de almacenes frigoríficos y, en general, de cualquier tipo de acondicionamiento (por ejemplo, en algunas salas del Museo del Prado).

**P-** ¿Y en lo que se refiere a productos lácteos?

**R-** Hay una línea de investigación dedicada al estudio de distintos tipos de leche y quesos. Se investiga, por ejemplo, la posibilidad de elaborar quesos a partir de leche cuajada congelada y si esa congelación puede resultar inconveniente para la textura del queso. El interés de estos trabajos radica en que en España la producción de leche de cabra y oveja es estacional, por lo que si se quiere producir queso todo el año es necesario desarrollar un método de conservación y comprobar que la textura y sabor del producto resultante no varían. El estudio se centra también en las cualidades sensoriales del queso, es decir, en lo que percibe el consumidor cuando lo ingiere: textura, cremosidad, color, olor, etc.



**"Los músculos de sardina podrían servir para fabricar alimentos con sabor a marisco"**

Otro trabajo abarca el tratamiento de la leche UHT: se concentra por ultrafiltración para su conservación y posterior aplicación industrial; todo ello es útil para poder mantener la leche en sus mejores condiciones cuando



**"La cadena de frío es muy importante para la buena conservación de alimentos"**

exista una sobreproducción y evitar de esta forma que los precios se disparen.

**P-** ¿Cuáles son los estudios de mayor importancia o novedad?

**R-** Hasta ahora, las investigaciones que se llevan a cabo están dando resultados parciales. Pero yo destacaría, por su interés, el desarrollo del *surimi*, un producto cuya materia prima son los músculos de pescado que, debidamente tratados, pueden llegar a imitar a la langosta, el langostino, el cangrejo u otros tipos de marisco. Se intenta conseguir con los músculos de sardina, lo que serviría para revalorizar esta especie en la alimentación. También es interesante la investigación que se está realizando con chirimoyas. Este fruto subtropical, cuando es almacenado a ocho grados centígrados, ve afectado su metabolismo y se deteriora. Los ensayos se hacen con frutos conservados a seis grados durante tres días y puede que los estudios de congelación logren que la chirimoya, al igual que el aguacate, se conserve me-

yor y más tiempo, con lo que se incrementaría su presencia en el mercado en cualquier época del año.

**P-** Usted ha alternado sus etapas de laboratorio con cargos relevantes en la gestión. ¿Dónde se encuentra más cómoda?

**R-** En realidad, si fuera posible me gustaría volver a realizar investigación. Creo que, en general, a ningún investigador le atrae un puesto de gestor, aunque el sentido de la responsabilidad te ayuda a aceptar el cargo cuando es necesario. Por otra parte, a partir de una cierta edad es mejor dejar sitios libres para los más jóvenes.

**P-** En cualquier caso, está satisfecha de su carrera en ambos sectores?

**R-** Sí, por supuesto. Cuando un investigador empieza su trabajo no tiene muy clara su vocación, aunque siente una afición que le impulsa. En mi caso, tenía atracción por la química; luego estudié bioquímica, lo que me llevó a las fermentaciones industriales, que son la primera generación de la biotecnología. Es decir, que la vida del científico va incorporando elementos que desconoce y que se deben estudiar. La satisfacción llega cuando compruebas que cada vez sabes más cosas, que también se estudian en otros países y que puedes establecer relación con ellos y contrastar los conocimientos.

**La Sierra de Gata,  
laboratorio  
natural para  
estudiar las masas  
forestales**

Los frecuentes incendios forestales veraniegos, que destruyen en poco tiempo grandes extensiones de uno de los bienes más preciados de nuestro planeta, no son más que otro de tantos factores que contribuyen al deterioro progresivo de la cubierta vegetal. Un mejor conocimiento científico de la estructura y ciclo nutricional de los bosques puede conducir a una más cuidada protección de las especies arbóreas.



# Conocer el árbol para proteger el bosque

**La desaparición de la cubierta vegetal a causa de los incendios o las talas masivas, no sólo contribuye a incrementar el efecto invernadero, sino que puede terminar con la fertilidad de la tierra.**

CAROLINA S. DE MOVELLAN

Los bosques constituyen hoy en día uno de los espacios más amenazados por la actividad humana. La desaparición de la cubierta vegetal a causa de los incendios o las talas masivas no sólo contribuye a incrementar el efecto invernadero, sino que además deja las superficies a merced de los efectos de la erosión y de la lluvia, que pueden terminar con la fertilidad de la tierra.

En Europa, las zonas geográficas deprimidas son muy extensas y el potencial productivo resulta cada día más bajo debido a la desertización, el despoblamiento, los tratamientos poco adecuados o simplemente la falta de atención. La Comunidad Europea y la Fundación Europea de las Ciencias, ante la magnitud y gravedad del pro-

blema, han puesto en marcha diversos programas de investigación de ecosistemas forestales en los que se integra el trabajo llevado a cabo por el equipo español sobre el ciclo y la economía de nutrientes en bosques de frondosas de baja productividad. La investigación está dirigida por Juan Gallardo, del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNA) de Salamanca y el grupo está formado por científicos de este centro, del departamento de Edafología de la Universidad salmantina y del Servicio de Investigaciones Agrarias de Burgos.

En primer lugar se pretende estudiar los ciclos de nutrientes en diferentes ecosistemas para cuantificar las ganancias y pérdidas debidas al factor hídrico, y a continuación determinar si los minerales son un factor limitante en dicho proceso. Una vez

comprobado el ciclo del agua nutricional se diseñarán pautas para conseguir una mejor gestión forestal.

Una de las mayores preocupaciones que afecta a la organización multidisciplinar europea, en la que se integra el grupo español, es la normalización de los métodos de trabajo. "Es necesario comparar los resultados en diferentes ecosistemas y países con el fin de encontrar soluciones rápidas y eficaces", comenta Silvino Cuadrado, investigador del INRA. Ello se consigue gracias a continuos viajes y contactos; el pasado verano se celebró en Aberdeen (Escocia) una reunión internacional en la que se acordaron los protocolos experimentales.

La Sierra de Gata (Salamanca) ha sido el lugar elegido en España para la instalación de cinco parcelas experimentales,

seleccionadas en función de diversos parámetros: tipo de suelo geológico (pizarra y granito), diferencia de altitud (de 870 a 1.000 metros de altura), diversidad de arbolado (roble y pino) e índice pluviométrico (de 720 a 1.580 milímetros cúbicos al año). Las áreas experimentales tienen una extensión fijada entre 6.000 y 10.000 metros cuadrados y han sido cercadas por el Servicio Territorial del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León. También se ha procedido al estacado del terreno, la numeración de los árboles y la medida del diámetro y la altura de los más significativos.

Para cuantificar la producción de los árboles se realiza una recogida periódica de la hojarasca, compuesta por hojas, ramas, frutos y yemas que se encuentran en la superficie. Se pesa y a

continuación se clasifica y se somete a un análisis químico en el laboratorio. La descomposición de los nutrientes es un factor decisivo en la dinámica nutricional. Algunas muestras de hojarasca se introducen en bolsas de malla de plástico que se depositan en el suelo y de forma periódica se analizan en el laboratorio. "Es importante conocer la evolución de la hojarasca y estudiar qué cantidad de nutrientes son absorbidos por el suelo y qué proporción queda en la superficie", afirma el doctor Cuadrado.

La mesofauna (gusanos, lombrices, escarabajos, etc) también interviene en el proceso de descomposición. Las muestras de estas especies que participan en el ciclo de nutrición se envían a centros especializados de Madrid, Santiago y León. Por lo que se refiere a la masa herbácea, se hace un inventario, se recopila en cajones en diversas fases del año y se lleva al laboratorio para su análisis químico.

Por su parte, el estudio del agua, factor decisivo y limitante de la dinámica de los nutrientes, se efectúa teniendo en cuenta la cantidad que se aporta al sistema (lluvia incidente), la que circula dentro del árbol, el pluvio-lavado de la vegetación, la escorrentía a lo largo del tronco y la capacidad de drenaje de las tierras. Las pérdidas debidas a estos dos últimos factores se cuantifican al finalizar los trabajos.

Esta complicada medida es posible gracias a la instalación de distintos pluviómetros a diferentes alturas de la planta: encima de la copa, debajo de ella y a ras del suelo. Debajo de la copa se coloca también un dispositivo en forma de hélice adosado al tronco que tiene por objetivo medir el agua de escurrimiento. Esta medida se hace en el suelo mediante un humidímetro de neutrones enterrado a diferentes profundidades para determinar periódicamente la humedad terrestre. Todo este estudio permite cuantificar el agua que ha sido evapotranspirada y la que ha drenado. Las ganancias y pérdidas ocasionadas por la escorrentía y el drenaje se cuantifican evaluando diferentes elementos químicos (nitrógeno, fósforo, azufre, carbono).

Los parámetros del clima se determinan gracias dos torres de quince metros de altura. Esta estación meteorológica experimental proporciona datos referidos a la humedad relativa del aire, la velocidad del viento, la temperatura o la lluvia. También está provista de captadores de partículas de polvo atmosférico.

En definitiva, con todos los resultados obtenidos se pueden determinar los diversos factores que intervienen en el ciclo hídrico: lluvia incidente, escorrentía, precolación y valoración hídrica del suelo. Y con ayuda de los datos climáticos es posible averiguar la cantidad de agua perdida por evapotranspiración (real y potencial) así como el porcentaje de nutrientes aprovechados o perdidos por el sistema. Todo ello hará posible establecer patrones para una mejor gestión de los bosques, en beneficio del ecosistema, el medio ambiente y, en general, de la vida en nuestro planeta.

## Alarma científica en Argentina

Las cerca de cuarenta agrupaciones que agrupa el Foro de Sociedades Científicas Argentinas, reunidas en asamblea plenaria, han denunciado la situación por la que atraviesa la ciencia de su país, calificándola de extremadamente crítica. El Foro ha hecho especial hincapié en los salarios irrisorios que perciben los científicos y técnicos superiores del CONICET (el mayor Organismo científico argentino) y de las universidades nacionales, que en la máxima categoría y antigüedad apenas superan los 200 dólares mensuales.

Igualmente se ha criticado con dureza la escasez de recursos económicos para proyectos científicos y la nula participación de la comunidad científica en el diseño de la política científica nacional. Finalmente, el Foro ha realizado una llamada para tratar de impedir el desmembramiento del sistema científico, que puede ocasionar en un breve plazo la emigración masiva de jóvenes investigadores a otros países.



# SEISMOS PROBETA

Uno de los mayores simuladores sísmicos del mundo ha sido inaugurado en la ciudad francesa de Saclay. Su pieza central es un tablero vibrante en aluminio de seis metros cuadrados de superficie, dos de espesor y un peso de 22 toneladas, que es capaz de soportar cargas de hasta cien mil kilos. Movido por cuatro potentes gatos hidráulicos comandados por un ordenador puede reproducir toda clase de seísmos. La instalación, llamada *Tamaris*, se completa con otros cuatro tableros vibrantes de dimensiones más reducidas, un foso de ensayo de doce metros de profundidad y una má-

quina que mide la resistencia de superficies a choques.

El complejo ha sido construido por el Comisariado de la Energía Atómica de Francia con un presupuesto de unos dos mil millones de pesetas y su principal interés se centra, precisamente, en la industria nuclear. *Tamaris* va a ser el banco de pruebas para modelizaciones de piezas y componentes sensibles como los núcleos de reactor o ensamblajes de generadores de vapor; sin embargo, las posibilidades de este laboratorio se extienden a sectores como el espacial, la construcción o el automóvil.

**El simulador sísmico va a ser banco de pruebas para la industria nuclear, modelizaciones de piezas y componentes sensibles**

## Cerebro in vitro



El equipo del doctor Snyder, de Baltimore, ha logrado por primera vez cultivar *in vitro* células del cortex cerebral, lo que constituye un acontecimiento de singular importancia teniendo en cuenta que esto no es sencillo ni en su medio natural. Estas células dejan de reproducirse en la cavidad craneal de los seres humanos después del nacimiento y la posibilidad de producirlas en laboratorio abre expectativas clínicas en el tratamiento de enfermedades cerebrales, como la epilepsia y el mal de Alzheimer, o la sustitución de tejidos dañados irreversiblemente en accidentes.

## Flores insecticidas

Un nuevo insecticida ha sido descubierto y en este caso

aporta el interés añadido de ser absolutamente natural, ya que se encuentra en una variedad de menta que crece en la península de Florida.

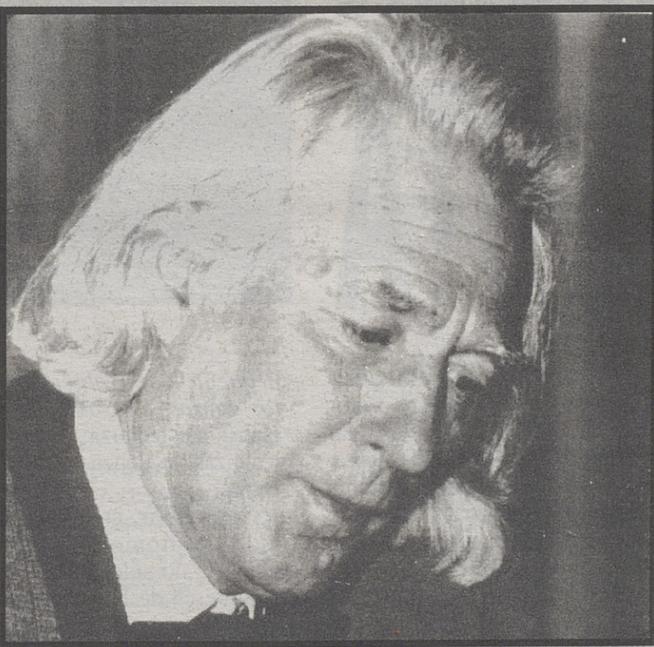
La molécula, que ha sido denominada *trans-pulegol*, está encerrada en unas capsulas herméticas bajo las ho-

jas, que se abren cuando un insecto intenta atacar la planta.

La sustancia, aislada *in vitro*, ha sido probada con éxito rotundo en cucarachas, que murieron inmediatamente.

Al mismo tiempo, se ha

descubierto que existen especies, como la oruga de *Pyrausta nobilealis*, que no sólo son resistentes a esta sustancia sino que se alimentan con ella para regurgitarla cuando se sienten amenazadas por otros insectos. Todo ello abre nuevas e interesantes perspectivas para el desarrollo de pesticidas no químicos.



El pasado 17 de julio falleció el doctor José Gómez Acebo, que ocupaba el cargo de director del Centro de Investigaciones Biológicas, el instituto de

mayor volumen en el CSIC.

Nacido en Guipuzcoa en 1932, se doctoró en medicina y cirugía en la Universidad Complutense, desarrollando su primera actividad profesional en la Fundación Jime-

nez Díaz. En la Universidad de Georgetown y en el Hospital Walter Red de Washington culminó su especialización como endocrinólogo experimental y en 1963 regresó a España para poner en marcha el servicio de microscopía electrónica en la parte biológica, humana y experimental de la diabetes. A su brillante historial científico, jalonado por muchas e importantes publicaciones, añadió tareas de gestión (como presidente de la Asociación de Personal Investigador y miembro de la Comisión Científica del CSIC) y una preocupación pionera en nuestro país respecto a la política científica.

Su sólida formación intelectual, talante liberal e inagotable capacidad de diálogo le convirtieron en un personaje de características singulares en el proceso de reflexión y diseño del actual sistema español de I y D.

## Venenos de vida

Algunas víboras del desierto atacan a sus víctimas inoculándoles un veneno que impide la coagulación de la sangre, lo que en muchos casos produce la muerte por hemorragias internas.

Precisamente esta propiedad fue la que llamó la atención de un equipo científico de Texas y se decidió elaborar una droga experimental basada en esta sustancia, que tendría una utilidad potencial en el tratamiento urgente de pacientes a los que coágulos sanguíneos pueden provocar ataques cerebrales.

El nuevo fármaco está siendo probado en hospitales europeos y americanos y si los ensayos son favorables estará en el mercado dentro de cuatro o cinco años.



La historia de la ciencia está plagada de anécdotas y curiosidades de sus protagonistas, los científicos. Y sin embargo, pocos saben, por ejemplo, que el famoso James Bond, agente secreto 007, toma su nombre de un especialista en ornitología

y pájaros de las Antillas. El periodista Manuel Calvo Hernando ofrece en estas páginas algunos aspectos desconocidos de la personalidad de renombrados investigadores de todos los tiempos, como Kepler, Ramón y Cajal o el matrimonio Curie.

# LA CIENCIA TAMBIEN TIENE SU ANECDOTA

MANUEL CALVO HERNANDO

Los aspectos anecdóticos y humanos de los hombres de ciencia son útiles para el periodista, ya que los progresos científicos interesarán más al público no especializado si el divulgador le cuenta, por ejemplo, que el profesor **Waskman**, descubridor de la estreptomocina, pudo haberse hecho millonario, pero prefirió ceder todos sus derechos a la Universidad de Rutgers (Estados Unidos); o que **Edison**, que ha pasado a la historia como inventor del fonógrafo, creó además cerca de 1.500 patentes diversas y trabajó sin descanso hasta su muerte.

Hablando de fecundidad, **Henri Poincaré**, a quien se ha

llamado "el último de los enciclopedistas", dejó escritas 1.500 memorias sobre los campos más variados: álgebra, geometría, termodinámica, electricidad, mecánica celeste e historia de las ciencias.

Y tenemos también el caso de **Morse**, que debe su notoriedad mundial al telégrafo eléctrico, pero que consagró la mitad de su vida a la pintura y en su tiempo fue conocido, sobre todo, como retratista.

**Steven Weinberg**, premio Nobel de Física, es también un experto en historia medieval. **Julián Huxley**, perteneciente a un linaje de estudiosos, zoólogo, filósofo y autor de numerosos libros, incluye en su obra *Ensayos de un biólogo* un poe-

ma. El Nobel español **Ramón y Cajal** fue premiado por su profesor de Retórica, en el instituto de enseñanza media de Huesca, por haber compuesto un drama histórico en cuatro actos, escrito en endecasílabos y hace 78 años publicó un tratado sobre fotografía en color.

**Marconi**, a quien se debe lo que desde entonces se ha llamado telegrafía sin hilos, montó en el desván de su casa un pequeño laboratorio con empréstitos de la bolsa materna.

**Siemens**, descubridor del principio dinamo-eléctrico, fue hijo de granjeros y el mayor de diez hermanos. **Konrad Lorenz** debió su vocación a que cada noche, de niño, le leían un pasaje de *El viaje maravilloso del*

pequeño **Nils Holgersson con los gansos silvestres**. Entonces quería ser lechuzca, "porque las lechuzas no tienen que irse a la cama".

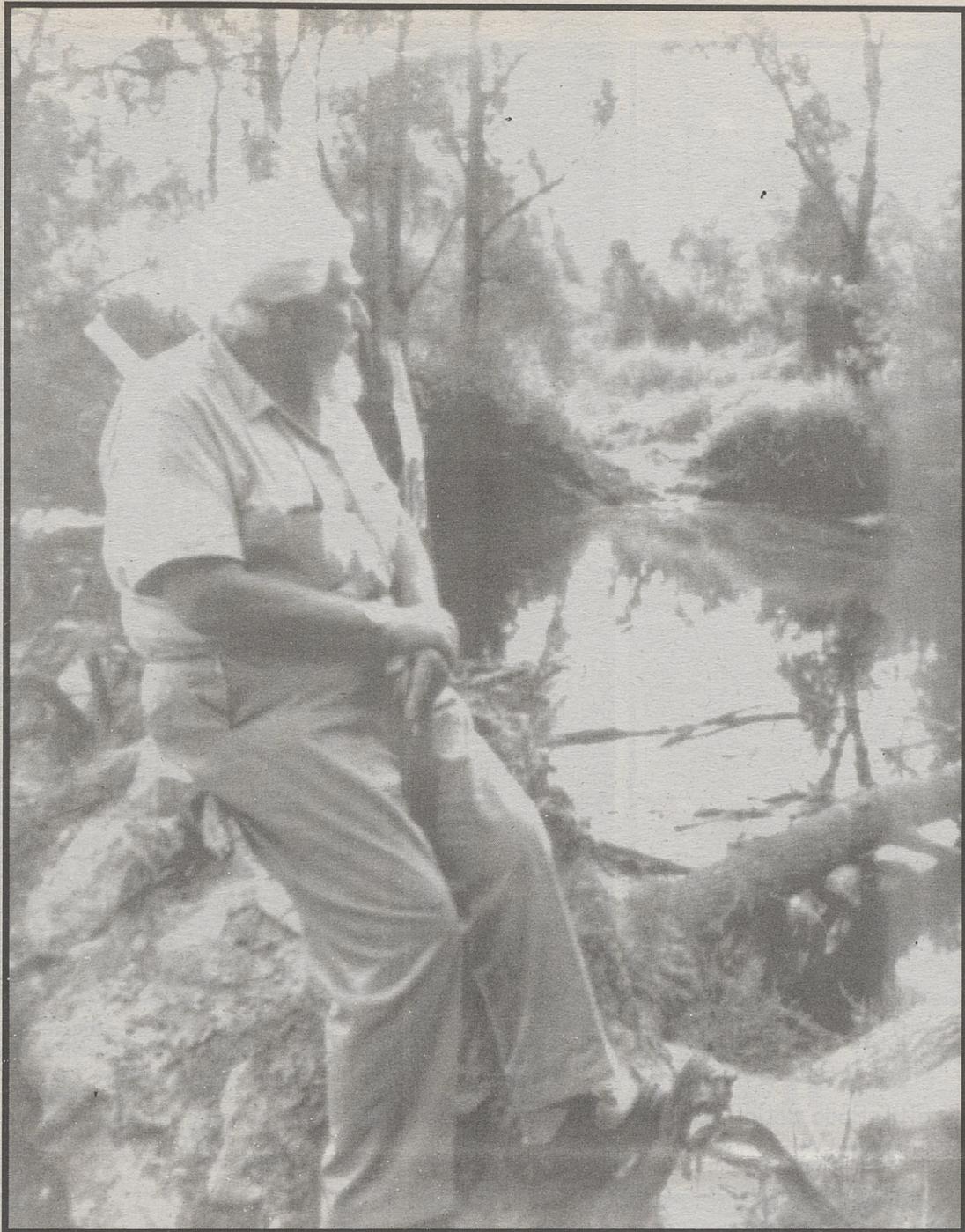
**Niels Bohr**, creador del modelo de átomo que lleva su nombre, no sólo fue una figura gigantesca de la física contemporánea, sino un hombre bueno, en toda la extensión de la palabra, que durante la Segunda Guerra Mundial ayudó a todos los científicos alemanes perseguidos por los nazis.

**Pedro y María Curie** vivieron heroica y apasionadamente entregados a la ciencia. Para mostrar a los escépticos el polonio y el radio y probar la existencia de los dos nuevos elementos, el matrimonio Curie lu-

**Ramón y Cajal, escribió un drama histórico y un tratado sobre fotografía en color. La imagen de James Bond alberga un homenaje a un prestigioso ornitólogo.**

chó durante cuatro años en una casilla de madera en el patio de la Escuela de Física de París. Ambos recibieron el premio Nobel de Física en 1903. Ocho años después, otro Nobel, esta vez de Química, le fue otorgado a **María Curie**, viuda desde 1906.

Su hija **Irene** siguió el camino de sus padres y junto a su esposo, **Jean Frédéric Joliot**, formó otro binomio en beneficio de la ciencia. El matrimonio **Joliot-**



Curie obtuvo el premio Nobel de Química en 1935 por el descubrimiento de la radiación artificial. Ambos murieron víctimas de las radiaciones.

**John Maynard Keynes**, que tuvo acceso a la caja donde **Newton** guardó sus documentos en 1696, escribió en su libro *Newton, the man*: "Nada tan encantador como los relatos de sus invenciones mecánicas cuando era niño".

La vida de **Einstein** ha sido fuente de anécdotas por su curiosidad universal y falta de prejuicios al opinar. El profesor **Frank**, su colega y amigo, subrayó que Einstein tenía a gala estar siempre disponible. Decidieron ir juntos a ver el observatorio astronómico de Postdam. "Habíamos acordado encontrarnos en cierto puente, pero como yo conocía mal Berlín le dije que no podía prometer ser puntual a la cita.

- ¡Oh!- replicó Einstein- es lo mismo, le esperaré en el puente.

- Pero no quiero hacerle perder tiempo- protestó Frank.

- No se preocupe por eso- continuó Einstein-. Mi trabajo se puede hacer en cualquier parte. ¿Qué razón hay para que piense peor en mis problemas sobre el puente de Postdam que en casa?"

Los casos de pobreza, dificultades y problemas en los hombres de ciencia jalonan la historia. **Johannes Kepler** erró por Alemania y Austria en busca de

## Curiosidades, particularidades y facetas personales de los científicos

dinero, tuvo que defender a su madre en procesos de brujería y había de aceptar todo tipo de ocupaciones que completasen sus ingresos. Así inventó, para desgracia de los negociantes de vinos de entonces, el procedimiento para conocer el volumen de líquido teniendo en cuenta la forma de la barrica.

En relación con los enemigos de sus teorías dijo: "Perfectamente puedo esperar un siglo, puesto que Dios tuvo que esperar 6.000 años a un descubridor".

Los paleontólogos quizá han sido, por los menos en nuestro

tiempo, quienes más han tenido que habérselas con tabúes ideológicos y religiosos, y hasta se han visto obligados a derribar por completo edificios cosmológicos y a levantar en su lugar nuevas concepciones del mundo que parecían encontrarse en flagrante contradicción con dogmas y tradiciones.

Más de un investigador en esta disciplina ha tenido que debatirse, a lo largo de toda su vida, no sólo contra sus opositores en el campo de la ciencia, sino también contra filósofos y teólogos. Pero lo más singular de todo esto es que el considerado como fundador de la paleontología tiene en Roma un proceso pendiente, pero no de condena, sino de canonización. Se trata del médico y naturalista danés **Niels Stensen**, que en la historia natural y en la historia de la Iglesia lleva el nombre de Nicolás Stenon.

Este "trotamundos del saber", como se le ha llamado, vivió hace más de 300 años. Fernando II de Medici le hizo ir a Florencia y hasta le regaló una casa. Tenía entonces 28 años y era considerado como un genio de las ciencias. Escribió una máxima muy adecuada hoy para los periodistas científicos:

"Hermoso lo que vemos, hermoso lo que sabemos, pero más hermoso aún es lo que no podemos concebir".

Los hombres de ciencia son seres humanos y, por tanto, su

**Konrad Lorenz de niño quería ser lechuza, "porque las lechuzas no tienen que irse a la cama". El matrimonio Curie, recibió el premio Nobel de Física en 1903, y María Curie el de Química en 1906.**

personalidad es tan compleja y contradictoria como la de mucha gente. Uno de los aspectos más relevantes en muchos protagonistas de la historia de la ciencia son los casos de mal genio, de destemplanza e incluso de perversidad. **Isaac Newton** no era un hombre afable, dice **Stephen Hawking** educadamente, pero la verdad es que debía de ser un enemigo difícil. Pasó sus últimos años entredado en disputas, aprovechando la notoriedad que le había supuesto la publicación de los *Principia Mathematica*.

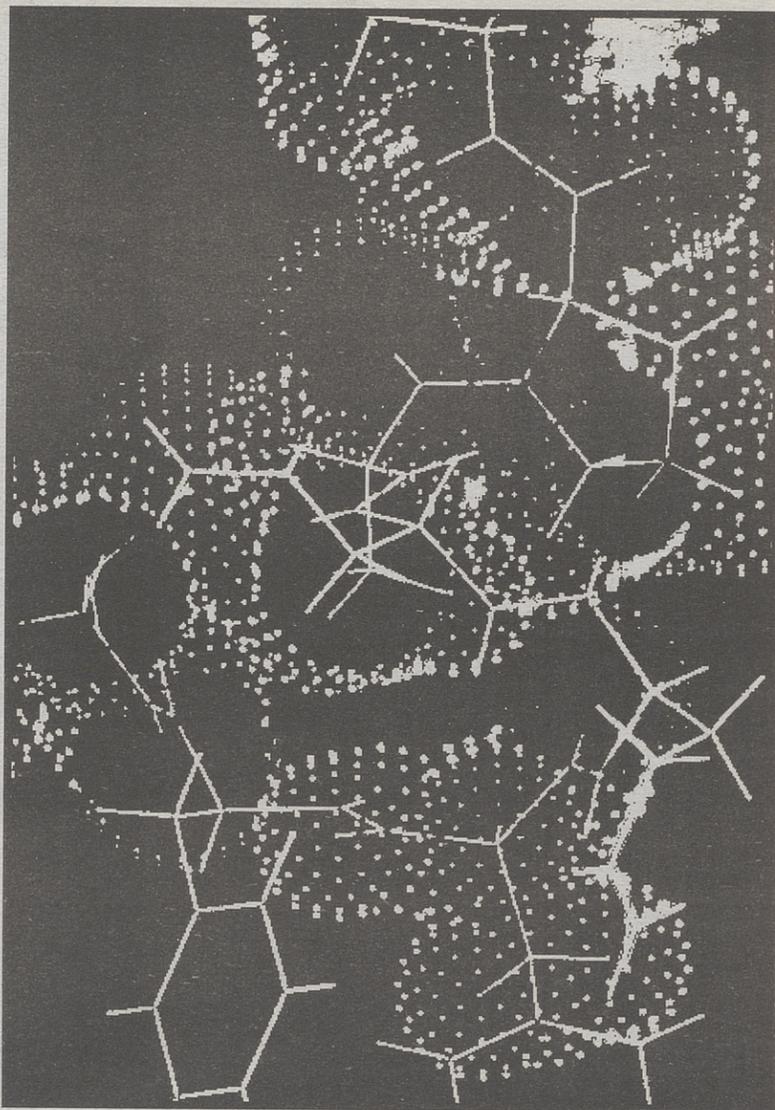
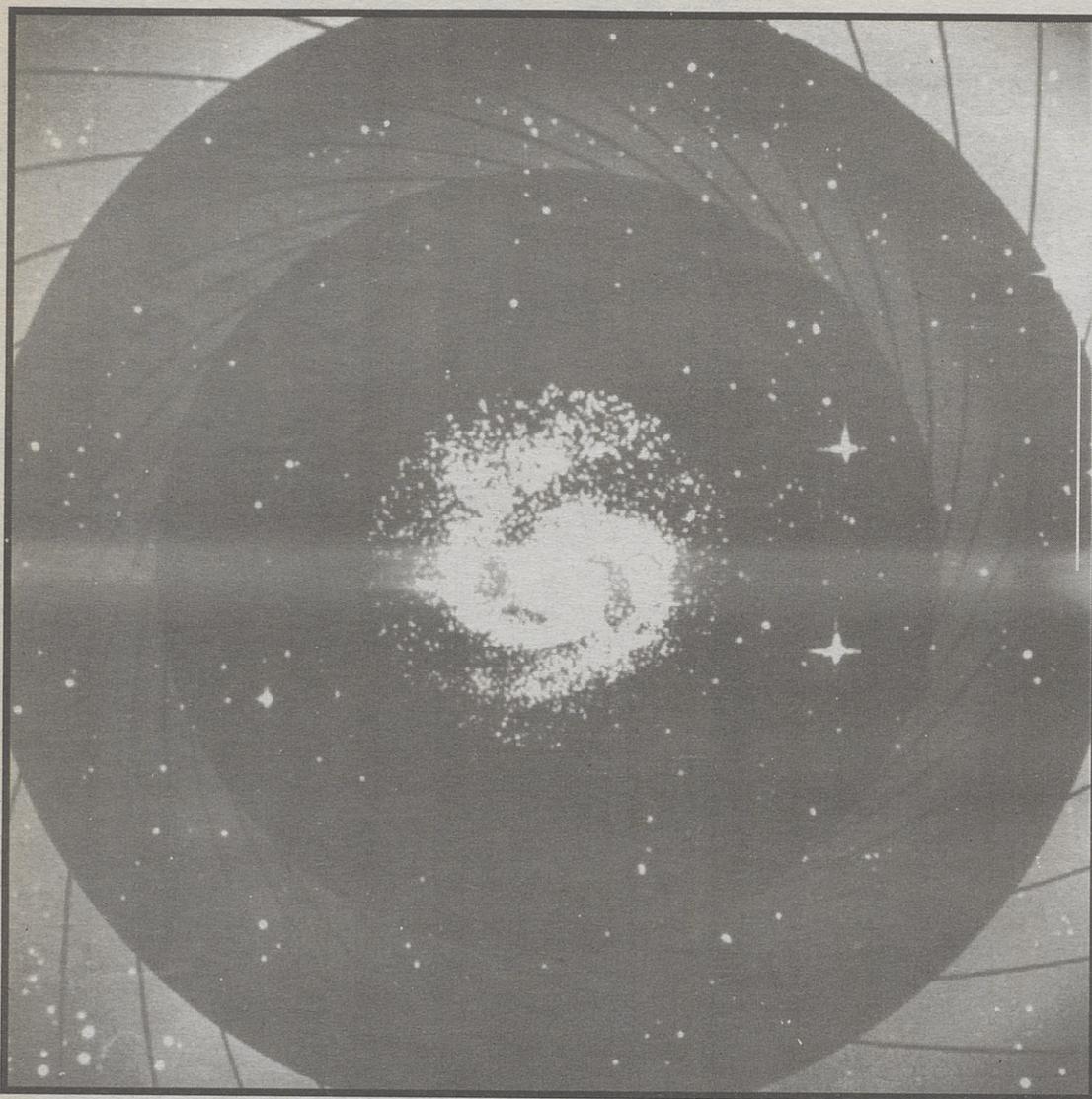
No obstante, también son frecuentes los ejemplos de modestia auténtica que han quedado en relatos, declaraciones, memorias, etc. de los hombres de ciencia. **I. Bernard Cohen**, historiador de la ciencia en Harvard (lo cuenta **James Gleik** en *Caos*), escudriñó durante años los anales y memorias en busca de especialistas que hubieran declarado que su obra era una "revolución". Sólo encontró 16, entre miles y miles. Estaban entre ellos **Einstein**, **Virchow**, **Cantor**, **Alfred Wegener** (deriva de los continentes), **James**

**Watson y Marat**, recordado hoy sólo por su sangrienta contribución a la Revolución Francesa.

De esto no podría deducirse la tesis contraria. También son frecuentes los casos de vanidad. "Nunca he visto a **Francis Crick** comportarse con modestia", escribe en *La doble hélice* **James Watson** de quien compartió con él la gloria de haber desentrañado la estructura del ADN.

La historia de la ciencia está llena de aspectos curiosos. Debemos a un hábil ebanista del siglo XVIII, sin estudios de física, un gran número de aparatos y mecanismos, muchos de los cuales constituyen auténticas piezas de precisión. En 1795 desarrolló casi todos los principios de la hidráulica e hizo de la mecánica de precisión algo cotidiano.

Otro caso insólito fue el del ornitólogo **James Bond**, muerto en 1989 a los 89 años de edad, y cuyo nombre escogió el escritor **Ian Fleming** para su célebre agente 007. Clasificó más de 300 especies de aves y su libro *Pájaros de las Indias Occidentales* se reveló como el primer exponente significativo sobre las aves de las Antillas. Su esposa, la novelista **Mary Wickham Lewis**, escribió un libro para explicar el origen del nombre del agente 007: a Fleming se le ocurrió al leer un libro del ornitólogo.



BANCO DE LA IMAGEN

# PURIFICACION EN EL ESPACIO

FATIMA LOPEZ

Hasta ahora, la producción de proteínas naturales o modificadas con actividad biológica (hormonal, inmunológica o enzimática) utilizables en el sector químico, farmacéutico o alimentario se ha realizado mediante técnicas de ingeniería genética. Pero ninguno de los métodos disponibles permite, por sí solo, alcanzar el grado de pureza deseado. El más alto nivel de resolución se obtiene mediante la electroforesis, pero este sistema está sujeto, bajo el efecto de la gravedad, a fenómenos de convección y sedimentación que dificultan la purificación.

Los problemas para la obtención de sustancias biológicas ultrapuras podrán resolverse gracias a la puesta en marcha del programa *Space Bio Separation* (SBS), inscrito dentro del proyecto EUREKA, consistente en desarrollar nuevos procedimientos de separación. El sistema implica el acoplamiento

de varias operaciones, el funcionamiento en microgravedad y en un medio estéril y la automatización de la cadena de purificación. Participan ocho industrias europeas: tres belgas (Amos, Eurongentec y Ial-Space), dos francesas (Matra-Espace y Roussel-Uclaf) y tres españolas (Ikerlan, Epe y Esclat), junto a la agencia espacial francesa CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales). Las empresas, por su parte, ponen a punto una cadena de purificación, completamente automática y capaz de funcionar en microgravedad.

Se trata de un ultrapurificador de sustancias biológicas basado en la separación de moléculas por electroforesis (aplicación de un campo eléctrico sobre un soporte sólido o líquido que produce el desplazamiento de los elementos con carga eléctrica). La velocidad de este desplazamiento depende del peso de las moléculas, de manera que los elementos más pesados se quedan atrás mientras

Un proyecto europeo en el que participan tres empresas españolas pretende dar un paso más en la tecnología de purificación de sustancias biológicas: realizar la separación en el espacio, en condiciones de microgravedad. El sistema promete espectaculares resultados, no sólo por la calidad del desarrollo tecnológico que es necesario realizar sino también por la obtención de productos ultrapuros de gran valor terapéutico en el futuro.

**En 1992 se estrenará un separador de sustancias biológicas que funciona en condiciones de microgravedad**

que los más ligeros avanzan. La electricidad se aplica mediante finos hilos de platino y las muestras separadas se recogen en un colector consistente en sesenta agujas que inyectan los líquidos en viales esterilizados y adecuados para la conservación de los productos que se obtienen; éstos son analizados en tiempo real mediante un sistema desarrollado por la empresa Esclat.

La purificación de materias biológicas supone un problema de tal importancia que en muchos casos es el factor limitador de la producción a gran escala y la llave de la competición industrial. Por otra parte, la obtención del producto muy puro es la condición para la formación de cristales en la Tierra y en el espacio; a partir de estos cristales es posible evaluar con gran precisión la geometría y el diseño de nuevas moléculas que conducen a medicamentos con acciones terapéuticas más específicas.

Las primeras experiencias de

**Las condiciones espaciales facilitan la purificación de las sustancias. En la fotografía inmediatamente superior, moléculas separadas por electroforesis.**

purificación en el espacio han mostrado el potencial aporte de la microgravedad a la tecnología. El carácter multidisciplinar del proyecto permitirá a las diversas áreas tecnológicas beneficiarse de la experiencia adquirida y engendrará una nueva generación de instrumentos para el laboratorio (sistemas de inyección y recogida, circulación de fluidos, acondicionamiento de muestras tras la purificación, etc). También se esperan innovaciones en el campo de la robótica, la miniaturización y el procesado de datos. Por su parte, el sistema promete importantes avances médicos, tanto en el campo de la nutrición como en el tratamiento de enfermedades infecciosas como hepatitis, herpes, gripe o cólera y tal vez, incluso, para el SIDA.

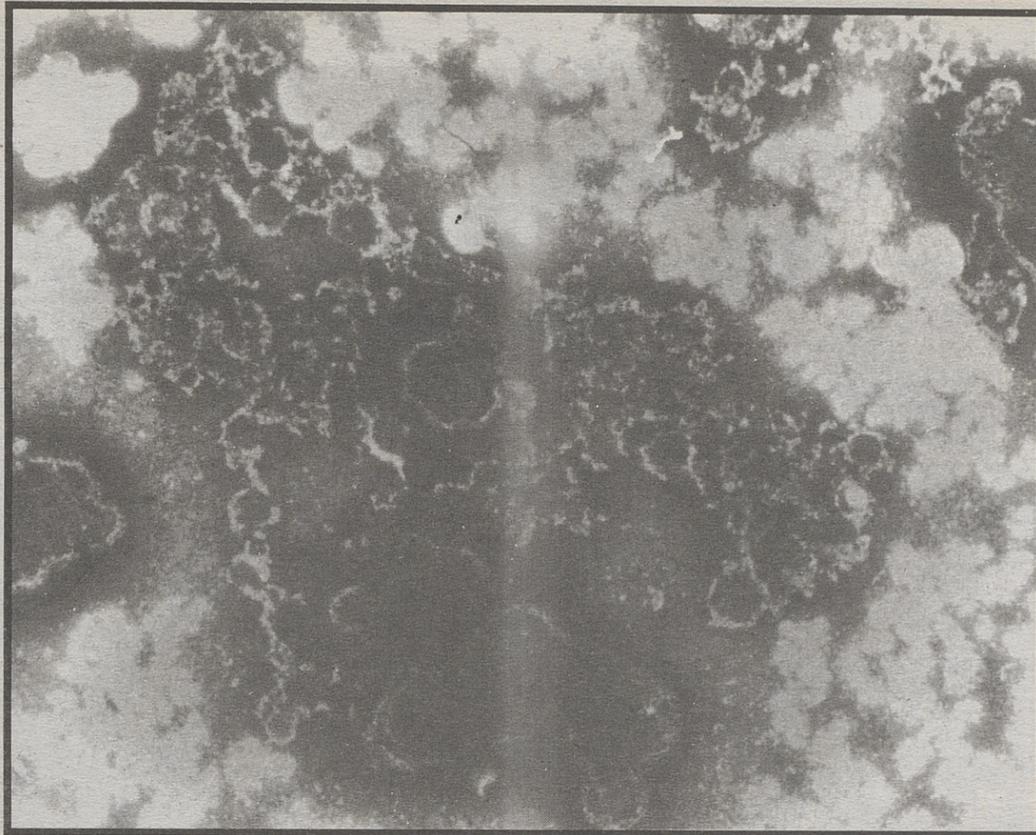
Las empresas participantes se proponen realizar un taller de purificación en microgravedad que se alquilará a la comunidad científica e industrial. El ensamblaje de las partes se realizará en Matra-Espace y a finales de año debe estar listo el modelo de vuelo, un prototipo que funcionará como el que después viaje al espacio. El vuelo espacial tendrá lugar, previsiblemente, en 1992 en colaboración con la NASA.

## Información científica comunitaria

La Comunidad Europea ha puesto en funcionamiento un servicio de información y difusión de los proyectos y programas científico-técnicos comunitarios que permite a los abonados acceder a las bases de datos no confidenciales y a la explotación de resultados, junto a la participación en seminarios, salones o publicaciones. El servicio ha sido bautizado como CORDIS (Community Research and Development Information Service) y se incluye en el programa VALUE, creado con un presupuesto de 38 millones de ECUs, para promover el mejor aprovechamiento de los resultados de la investigación comunitaria.

Puede solicitarse información a

**D. Albert Strub.**  
**VALUE, CEC, DG XIII,**  
**batiment Jean Monnet,**  
**rue Alcide-de-Gasperi,**  
**L-2920, Luxemburgo.**



# Otra alternativa al Parkinson

**El éxito de un trasplante de tejido fetal en el cerebro de un enfermo de Parkinson debe tomarse con reserva y prudencia**

Los resultados esperanzadores de un trasplante de tejido fetal en el cerebro de un enfermo de Parkinson llegan en el momento en que la prohibición de estas prácticas (a cargo de fondos públicos) en Estados Unidos, desde hace un par de años, se pone fuertemente en cuestión por destacados especialistas. El trasplante fue realizado por un equipo de científicos británicos y suecos y permitió restaurar la secreción cerebral de la dopamina, el neurotransmisor que en los tratamientos actuales se suministra externamente, pero que pierde eficacia a medida que progresa la enfermedad.

El éxito de este primer trasplante debe de tomarse, no obstante, con reserva y prudencia ya que sólo se ha realizado en un paciente y por otra parte se desconoce el tiempo durante el que permanecerá activa la función para la que se diseñó. Actualmente se siguen otras vías para tratar de encontrar un remedio eficaz y seguro a esta enfermedad degenerativa; uno de los más originales y relevantes consistiría en el autotrasplante de tejido de la glándula suprarrenal y en este sentido se trata actualmente a cerca de dos centenares de parkinsonianos.

## Rosas azules

La supuesta flexibilidad de la reciente legislación australiana en materia de biotecnologías se pondrá pronto a prueba con la aparición en el mercado de exóticos productos obtenidos mediante técnicas sofisticadas. Concretamente, la firma Calgene Pacific dice tener prácticamente a punto un nuevo tipo de rosa de color azul, conseguida por medio de la transferencia del gen que codifica la pigmentación de las petunias. La rosa azul constituirá, según sus mentores, la primera de una gama de colores de la noche cuyo primer mercado será el japonés.

## El krill en peligro

Desde hace tiempo se viene especulando con la potencialidad alimenticia de las reservas de krill, la minúscula gamba de los mares antárticos, pero las valoraciones sobre su volumen son tan diversas que cualquier acción puede abocar a serios peligros para la fauna de extensas zonas adyacentes. El krill es alimento para los pájaros y para las

ballenas, pasando por una amplísima cantidad de eslabones en la cadena alimenticia. Los investigadores afirman que cada año los océanos producen varios cientos de millones de toneladas del crustáceo, pero las estimaciones son realmente aleatorias; investigadores británicos han demostrado que los krill son capaces de absorber gran parte del sonido de las ondas que lanzan las resonancias acústicas para intentar fijar el volumen de las bandadas.

Sobre lo que no existe duda es de la explotación cada vez más intensiva de la flota pesquera soviética, que está capturando alrededor de 420.000 toneladas por año, lo que representa un 90% de la cosecha mundial, mientras que el resto va prácticamente en su totalidad a Japón.

Los usos a los que se destinan son diversos: se vende enlatado, picado para alimento de pollos, en polvo para acuarios o en forma de aperitivo como sustituto de la gamba.

Diversas asociaciones científicas y grupos conservacionistas han dado la voz de alarma respecto a estos aumentos en las capturas, que podrían ser desastrosos a muy corto plazo para áreas como South Georgia, South Orkneys y la península Artántica, que albergan poblaciones enormes de animales que dependen casi en exclusiva del krill.



**En la Universidad de Ibaraki se ha fabricado un material con el que se ha diseñado un músculo artificial**

## Músculo artificial

Un equipo científico de la Universidad japonesa de Ibaraki ha fabricado un material con el que se ha diseñado un músculo artificial que se dilata y se contrae de manera reversible cuando se le aplica una corriente eléctrica. El nuevo material, que se ha obtenido a partir de un gel polimérico, podría tener otras aplicaciones ya que entre sus capacidades se encuentra la de almacenar líquido en sus minúsculos poros y desprenderse de él cuando se le somete a una corriente de unos 15 voltios; un ar-

tilugio de tal naturaleza podría convertirse, por ejemplo, en un regulador de la insulina en sangre.

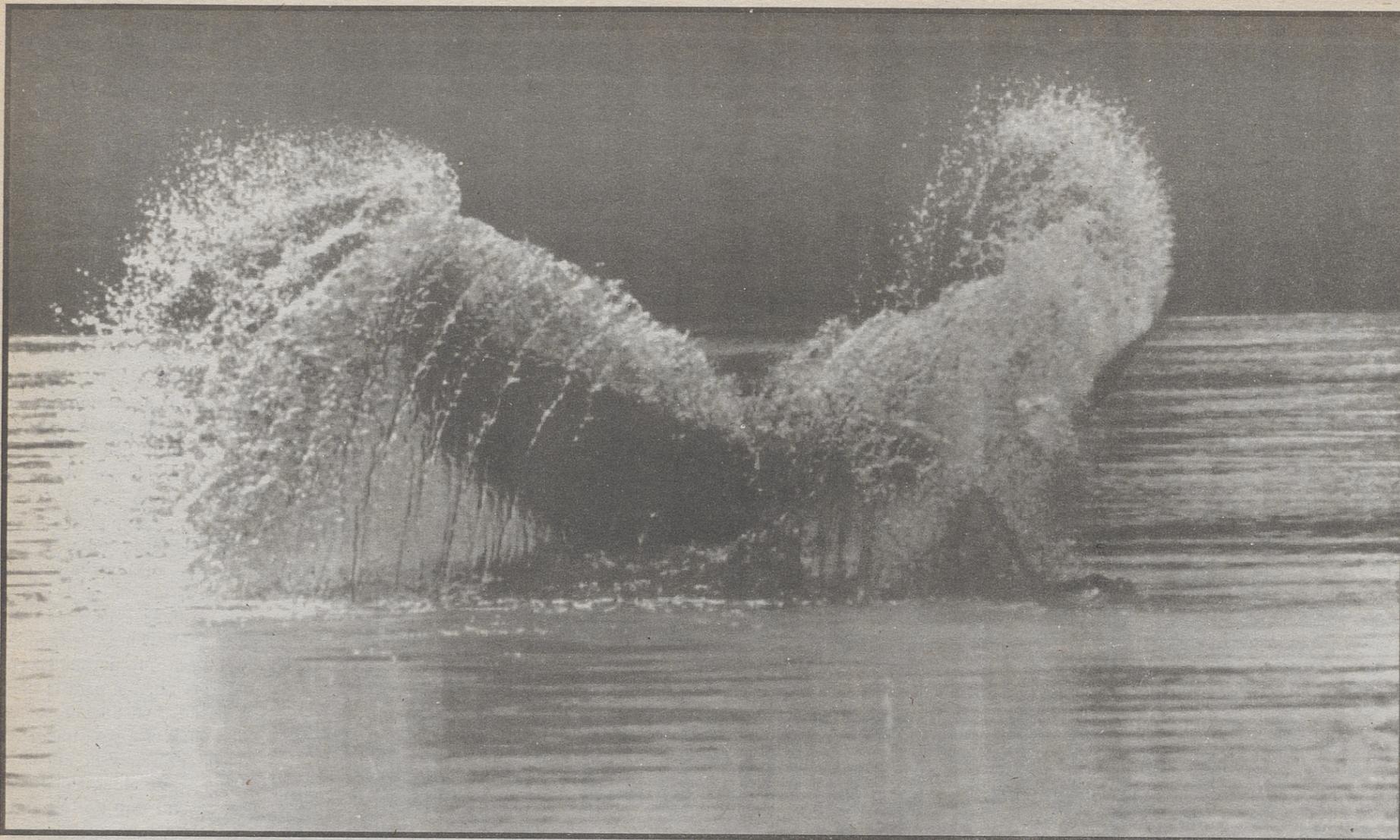
## Test de diagnóstico para malaria

Un equipo del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, que dirige el profesor T. Arends, ha desarrollado un nuevo test que permite diagnosticar la malaria en cinco minutos.

Una simple gota de sangre mezclada con nueve gotas de una solución de ácido acético glacial al 1,5%, coloreado con azul de metileno, es suficiente para realizar el diagnóstico con un sencillo microscopio de luz. La rapidez, economía y simplicidad de esta prueba puede convertirla en una herramienta de enorme utilidad en extensas áreas del tercer mundo.

## Nuevo sistema de transporte marino

Un nuevo ingenio acuático está a punto de revolucionar el transporte de vehículos y pasajeros en el canal de la Mancha. Se trata del *Christopher Columbus*, un catamarán de 74 metros, propulsado por cuatro motores diesel que logran una velocidad punta de 75 km/h, lo que hará posible efectuar el trayecto Cherburgo-Portsmouth en dos horas. El catamarán, que ha sido construido en Australia, cuesta cinco veces menos que un *car-ferry* clásico y puede transportar aproximadamente el mismo número de pasajeros y coches. En mar abierto su comportamiento es excelente ya que consigue navegar con olas de hasta seis metros de altura.



BANCO DE LA IMAGEN

# MORATORIA DE EXTERMINIO

Son los animales más grandes del planeta y, sin embargo, pocos tan desvalidos como ellos. Su cuerpo, como el de los cerdos, se aprovecha por completo y se ha convertido, recientemente, incluso en selecto bocado para los *gourmets* japoneses. Un año más de tregua han conseguido las ballenas después de la reunión de la Comisión Ballenera Internacional. Nadie sabe si será bastante.

ANTONIO CALVO ROY

En la Isla Decepción, en las Shetland del Sur (Antártida) aún se conservan los restos de la factoría ballenera que, fundada en 1888, funcionó durante los cuatro primeros decenios de nuestro siglo. Los depósitos para almacenar el aceite, los mismos que durante la II Guerra Mundial perforaron los aliados para que los alemanes no los usaran como depósito de combustible, y el osario kilométrico que está al lado producen desasosiego. En 1931 los balleneros noruegos cazaron 40.201 ballenas gracias a sus 232 buques balleneros y a los 41 buques fábrica. Más de tres millones y medio de barriles de aceite, unos sesenta millones de litros, el 90% de la producción de aquel año.

En los "buenos viejos tiempos", un vigía se asomaba a la "Ventana del chileno", un collado en el escarpado acantilado de Decepción y agitaba una bandera cuando veía pasar uno de estos animales. Un barco zarpa inmediatamente y volvía con su presa a las pocas horas. El olor, según cuentan los viajeros, como sir Ernest Shackleton,

**Se mantiene la veda para la caza de ballenas durante un año más**

era espantoso en todo el mar interior de la isla. Más de doscientas mil ballenas fueron convertidas en aceite en aquellos años, sólo en la Antártida.

La Comisión Ballenera Internacional (CBI) ha decidido en su reunión de Holarada (3-6 julio 1990) prorrogar por un año más la moratoria para la caza de los cetáceos barbados. En los últimos cinco años, sin embargo, y pese a la moratoria, se han caza-

do más de 13.000 ejemplares. España, cuyo voto fue decisivo para la moratoria de 1985, ha votado otra vez a favor de la prohibición.

Japón, Islandia y Noruega son los países que con más ahínco se oponen a la moratoria. La tradición ballenera de sus pesqueros y los rendimientos económicos del sector hacen que, en ocasiones, se utilicen subterfugios para seguir con el negocio. Caza científica es el nombre de lo que para los ecologistas no es más que un camuflaje burdo de la caza comercial. Con la excusa de la ciencia, aunque luego "el sobrante" se venda en restaurantes japoneses, o violando directamente la moratoria, como hizo la Unión Soviética en los primeros años, 13.650 ballenas, según datos de Greenpeace, han sido arponeadas desde el 1 de enero de 1986, cuando entró en vigor la moratoria.

La caza actual de la ballena avergonzaría al capitán Akab. Moby Dick, hoy, no tendría la menor posibilidad de escapar y Herman Merville no hubiera escrito ninguna epopeya sobre ello. Un buque factoría, rodeado de cinco o seis barcos rápi-

Los cetáceos son mamíferos que viven en el agua. Los que no tienen dientes, sino barbas, se laman *misticetos* mientras que los que tienen dientes son *odontocetos*. Los que llamamos comúnmente ballenas, los misticetos, tienen barbas, o ballenas, implantadas en la mandíbula superior. Son de material córneo, flexible y duro y se utilizaron, por supuesto, para hacer los *corsés de ballenas*, pero también para fabricar gafas. La *Balenoptera musculus*, la ballena azul, es el más grande de todos. Es un animal solitario, de color gris oscuro con manchas blanquecinas y región ventral amarillenta. Se alimenta de plancton y es el mamífero más grande de nuestro planeta.

Las ballenas de aleta o rorcual común, las jorobadas, las enanas o las bobas viven también en aguas frías, aunque en la época de celo prefieren mares algo más cálidos. La ballena de aleta habita en grandes grupos que *pastorean* las masas de krill, el pequeños crustáceo antártico del que se alimentan. La ceremonia del apareamiento comienza con juegos y saltos en la superficie, abrazos y caricias hasta que después bajan a las profundidades, donde tiene lugar la verdadera cópula. Las hembras paren, cada dos años, un ballenato que puede medir cinco metros y, en el caso de la azul, pesar doce toneladas. La hembra amamanta a la cría sujetándola entre

## Cetáceos misticetos

las aletas mientras las mece el oleaje. Las *madrazas* balénicas incluso cantan nanas a sus bebés: una muestra de ello es la música de Paul Winter, quien, con su saxo, acompaña en una grabación a una madre acunando a su bebé.

Los misticetos y odontocetos no se llevan necesariamente bien. Los que tienen dientes son más agresivos y llegar a atacar a las grandes ballenas. El bocado más exquisito para los cachalotes son los pulpos gigantes que viven en las profundidades: se sumergen y luchan con ellos, cortando uno a uno sus tentáculos de diez o quince metros de largo.

La ballena azul, además de defenderse de los hombres, debe evitar la presencia de las orcas, voraces delfínidos de diez metros de largo. Nada satisface más a una orca que la lengua de una ballena y para comérsela se introduce en la boca del rorcual y la muerde firmemente. La ballena, acosada, se sumerge hasta que la orca, debido a la presión del agua, debe ascender. Pero con cruel paciencia espera a que su presa emerja y la vuelve a atacar hasta comerse el preciado manjar.

Las ballenas fueron diezmadadas debido a que su grasa tiene gran utilidad para ser convertida en aceite para lubricar. Además, se hacían corsés con las barbas, cosméticos con el líquido craneal llamado esperma. En algunos casos, como el cachalote, ofrecen ámbar gris, una sustancia que se encuentra en el estómago y que resulta muy codiciada para la fabricación de exquisitos perfumes.



**Según datos de Greenpeace, 13.650 ballenas han sido arponeadas desde el 11 de enero de 1986, año en el que entró en vigor la moratoria para la caza de estos cetáceos.**

dos cazadores, va recogiendo los despojos que, marcados por un banderín, jalonan su recorrido. Este sistema ha conseguido que el número de ballenas que quedan en los mares, según los japoneses, sea de 760.000, aunque la cifra, en opinión de los ecologistas, puede estar abultada maliciosamente.

El hecho de no contar con un censo preciso es uno de los argumentos que ha decidido a prorrogar un año más la moratoria hasta que se sepa con exactitud cuántas ballenas existen. De *rorcual aliblanco*, una de las especies más perseguidas en la actualidad, quedan para los expertos japoneses, más de medio millón de ejemplares, mientras que otros especialistas hablan de ci-

fras inferiores a 200.000.

La ballena azul, la más grande, ha desaparecido casi por completo. Se habla de quinientos ejemplares en todo el globo. En 1946, cuando el mundo empezó a preocuparse, aunque levemente, por la caza de los cetáceos misticetos, se convirtió a este rorcual gigante en el patrón de medida. Cada ballena azul equivalía a dos ballenas *fin*, dos y media *jobodas* o seis ballenas *sei*. Y no se podían cazar más de 16.000 unidades al año. Eso después de que en el año más dramático para estos animales, 1937, se hubieran capturado 46.039 ejemplares.

Entre los intereses comerciales y el respeto a la naturaleza, el futuro de las ballenas se está jugando en las mesas de reunión de la CBI. Para algunos expertos, cinco años no es tiempo suficiente para que se recupere una especie tan ostigada, sobre todo teniendo en cuenta su lento ritmo de reproducción. La superioridad que la inteligencia nos otorga sobre los demás seres vivos debería servir para protegerlos, no para liquidarlos; entre otras cosas porque acabar con ellos significa acabar con nosotros mismos.

A TEORIA de Einstein, la **relatividad general**, aporta un pilar básico para el conocimiento de la gravedad. Otro pilar esencial de la ciencia actual es la **mecánica cuántica**. Ambos son soportes en los que *descansa* el saber humano tanto para describir las inmensas extensiones siderales como para escudriñar en los ínfimos terrenos de las partículas subatómicas. Pero lo cierto y problemático es que, para desconsuelo del propio Einstein y de toda la física actual, ambos pilares resultan incompatibles; es decir, al intentar combinar la mecánica cuántica con la gravedad sólo se obtienen absurdos matemáticos, incomprensibles infinitos que han *calentado los cascos*, infructuosamente por añadidura, a los más sesudos científicos. Cuando se trata de comprender el campo gravitatorio del electrón ocurre que, si a éste se le considera una partícula puntual, que es lo que la mayoría de los físicos han creído siempre, la cosa no funciona.

Pero, de pronto, con la **teoría de las cuerdas** surge la posibilidad de considerar a los electrones o a cualquier partícula elemental no como puntos individuales sino como pequeñas cuerdas vibrantes. Desde esta desconcertante perspectiva, curiosamente, cobra sentido el campo gravitatorio de estas partículas, y precisa-

mente desde la dimensión extra que adquiere en su vibración.

La vieja misión del mundo, que desde la esfera de Parménides hasta ahora se había caracterizado por ser un conjunto de partículas, más grandes o más pequeñas, se torna, súbitamente, en una rara maraña de cuerdecillas que culebrean; pero, ¿dentro de qué medidas se sitúan estas cuerdas? El físico J. Schwartz, gran teórico de este tema y relevante personalidad de la ciencia actual, responde así a esta pre-

gunta: "cuando pensábamos en las cuerdas para describir las partículas nucleares, se creía que tendrían el tamaño típico de un núcleo, que es de  $10^{-13}$  centímetros (menos de la billonésima parte de un centímetro). Cuando las usamos para la gravitación hay una escala natural de longitud sugerida por la estructura de la gravedad, llamada longitud de Plank, y que es increíblemente más pequeña que la escala nuclear, un factor  $10^{20}$  más pequeña (un 1 seguido de veinte ceros). Esto se expresa a veces diciendo que la escala de Plank es al tamaño de un átomo como el tamaño de un átomo es al del Sistema Solar. Estamos hablando de distancias extremadamente pequeñas cuando nos referimos a las cuerdas usadas para unificar la gravedad con las otras fuerzas".

Definitivamente, a mí me produce mayor vértigo la *inmensidad* de lo pequeño que la inmensidad de lo grande. Pero todavía nos reservan más sorpresas estas supercuerdas (¿super o infra?). Si en su día la cuarta dimensión introducida por la relatividad, es decir, el espacio-tiempo de cuatro dimensiones, hizo volar las calenturientas imaginaciones de los autores de ciencia ficción, ahora resulta que estas cuerdas se mueven, según algunos cálculos ecuacionales, en once dimensiones y según otros en veintiseis. En un intento de entender esto debemos pensar que son dimensiones enrolladas en unas curvaturas más allá de toda percepción. Cabe pensar pues que un punto ínfimo es en realidad un amasijo compacto de estas cuerdas. También cabría pensar, pues, que las más elementales de las partículas están de hecho conformadas por estas arrolladas cuerdas. Sin embargo, esto es una visión excesivamente conservadora. El profesor Schwartz puntualiza así al respecto: "Yo lo expresaría de un modo diferente. Cuando se tiene una cuerda, ésta puede oscilar y vibrar de distintos modos - rotar, etc. - y podemos pensar que cada uno de estos modos de oscilación y vibración define un tipo determinado de partículas".

¿Sólo un tipo de cuerda, pero moviéndose de modo diferente: un universo definido entonces por distintos patrones de dirección?... En este sentido resulta igualmente bella, sobrecogedora, y en cualquier caso concisa, la explicación que ofrece E. Witten, profesor del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton: "Un tipo de cuerda puede ejecutar muchas clases diferentes de movimientos. La cuerda de un violín puede vibrar a muchas frecuencias distintas, llamadas armónicos, cuando se la toca... Los distintos instrumentos producen distintos armónicos en diferentes proporciones... En el caso de una supercuerda, los diferentes armónicos corresponden a diferentes partículas elementales: el electrón, el gravitón, el neutrino y todas las demás son armónicos distintos de una cuerda fundamental justo como los distintos armónicos de una cuerda de violín...".

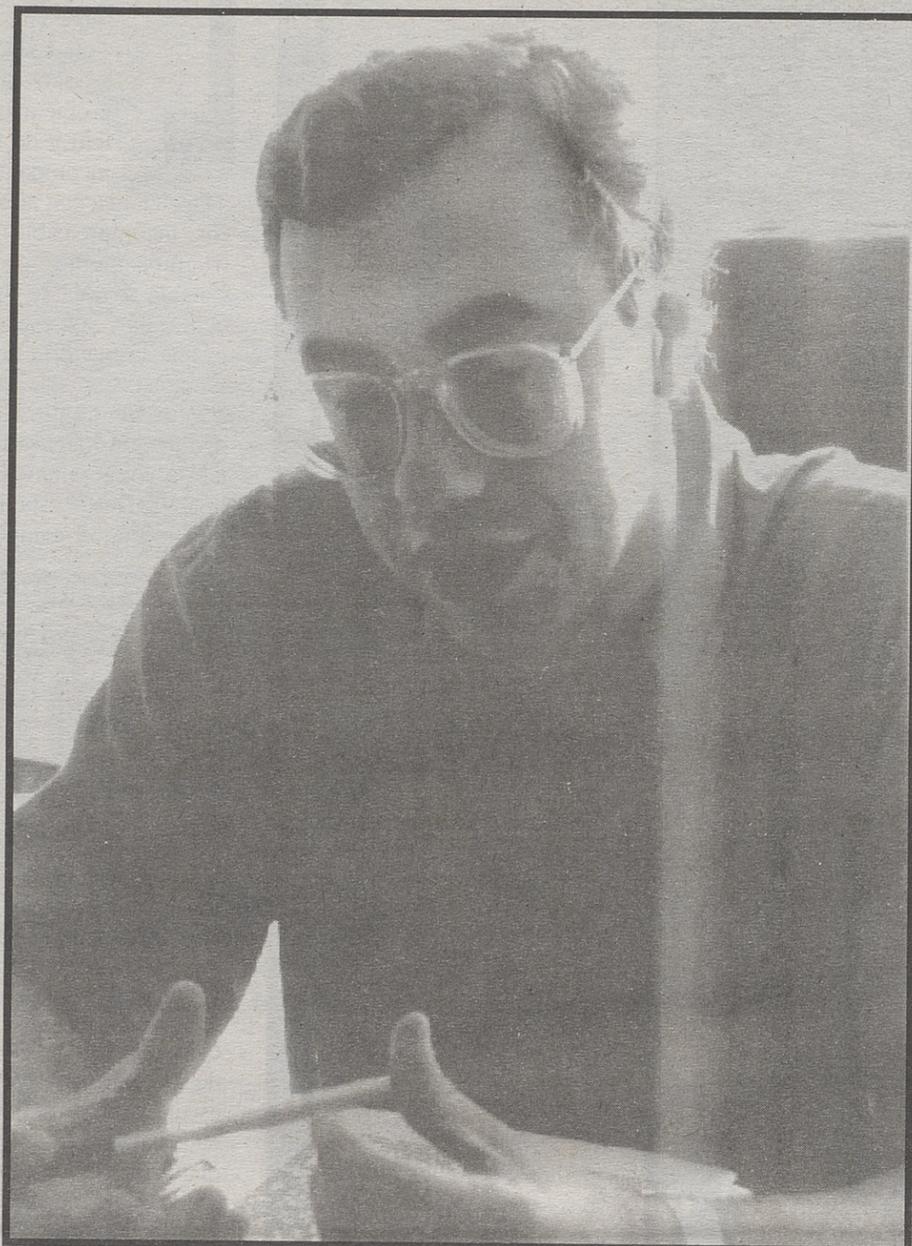
¡Hay que ver! Tras milenios de confrontación entre idealistas y materialistas, resulta que nos acabamos encontrando un Universo musical, que se autocontiene en su propia resonancia orquestal. Enseguida, muchos se preguntarán quién toca ese violín. A mí me resulta más apasionante comprobar que somos nosotros, los hombres, quienes escuchamos este concierto de supercuerda.

ELOY DE LA IGLESIA

PREGUNTAS SIN RESPUESTA

## CONCIERTO DE SUPERCUERDA

La Fundación Banco Exterior, que desarrolla desde hace tiempo una importante tarea editorial, de la que hasta el momento han sido máximos exponentes las series *Memorias de la música española* y *Biblioteca regeneracionista*, ha puesto en marcha una importante colección, *Biblioteca de la ciencia española*, que viene a llenar un significativo vacío en la siempre controvertida historia de la ciencia en España.



José Manuel Sánchez Ron, director de la colección "Biblioteca de la Ciencia Española", dedicada a los más destacados investigadores españoles de los siglos XIX y XX.

# La vieja polémica de la ciencia española

Uno de los aspectos más descuidados de nuestra historiografía científica es, sin duda, el análisis de la obra y de la dimensión de científicos concretos.

Cada volumen de esta nueva colección está dedicado a un destacado investigador español de los siglos XIX y XX y se divide en dos partes claramente diferenciadas; en la primera se analiza el personaje en cuestión, su obra y su vida; y en la segunda se ofrece la reproducción facsímil de alguno de sus trabajos más representativos.

El director de la colección es el físico e historiador científico José Manuel Sánchez Ron, quien afirma que en esta serie se va a dar cabida "tanto a todas las ciencias, como a científicos de distintos talentos y aportaciones".

La aparición de estos volúmenes vuelve a evocar la tradicional polémica sobre la ciencia española que se inició en el siglo XVIII con la publicación del artículo de Massón de Morviliers.

Venía a decir el enciclopedista francés que los españoles, dotados para la literatura y las bellas artes, carecían de disposición para el pensamiento abstracto y el empirismo científico, lo que explicaría la poca tradición investigadora y el menguado número de aportaciones de relieve en este campo.

Precisamente, en su discurso de entrada en la Academia, en 1866, Echegaray vuelve a incidir en este punto al decir: "No hay en la matemática nombres que labios españoles puedan pronunciar sin esfuerzo".

Según Sánchez Ron, "lo mismo puede afirmarse respecto a la física, la química y otras ciencias experimentales".

Durante la segunda mitad del siglo

XIX la ciencia en España fue muy poco brillante, con la excepción de algunas figuras como Cajal.

La situación mejoró en el primer tercio del siglo XX e incluso hubo momentos prometedores con las figuras de Cabrera, Moles o Rey Pastor; sin embargo, aún reconociendo esa evidente carencia de tradición investigadora, en la actualidad no se sostiene un postulado de incapacidad de los españoles para la ciencia y buena prueba de ello es la destacada posición internacional que ocupan investigadores españoles en campos como la bioquímica molecular o la física".

Los primeros títulos corresponden al histólogo Pío del Río Hortega y al matemático José Echegaray. Los próximos dos volúmenes saldrán en el primer trimestre de 1991 y estarán dedicados al químico-farmacéutico José Rodríguez Carracedo y al matemático, físico e ingeniero Esteban Terradas.

Sucesivamente, irán viendo la luz editorial títulos correspondientes a otros significativos investigadores, como el ingeniero Torres Quevedo, el físico Miguel Catalán, el matemático Eduardo Torroja y el fisiólogo Pi i Sunyer.



## José Echegaray

Edición: José Manuel Sánchez Ron

Es muy poco conocido en España el perfil netamente científico de un personaje tan polifacético como José Echegaray. Dramaturgo, premio Nobel de literatura, político, ministro de Fomento y de Hacienda, fundador del Banco de España, senador vitalicio, Echegaray también fue ingeniero de caminos, matemático, físico-matemático, divulgador científico y profesor de Cálculo y Mecánica.

En la edición, a cargo del director de la serie, José Manuel Sánchez Ron, se ha seleccionado la vertiente matemático-física; entre los trabajos más originales destaca su artículo *Sobre la imposibilidad de la cuadratura del círculo* y la conferencia en la que abordó la vieja polémica sobre la ciencia española.



## Pío del Río Hortega

Edición: José María López Piñero

El volumen que inaugura esta colección está dedicado a uno de los más calificados representantes de la llamada "Escuela Histológica Española", cuya importancia científica rompe con la imagen tópica orteguiana de un Cajal "surgido por generación espontánea". En la magnífica edición de José María López Piñero se pone de manifiesto, entre otras cosas, la importancia de alguna de las aportaciones de Don Pío que, como el método de tinción del carbonato argéntico (que hizo posible el descubrimiento de una nueva variedad celular de los centros nerviosos, la *microglía*) convirtieron al científico español en figura de talla internacional. El estudio, con estilo claro y ameno, explica la famosa polémica con Cajal, que en algún momento alcanzó cotas de extrema virulencia y que provocó el traslado de Río Hortega a un laboratorio del emblemático cuarto pabellón de la Residencia de Estudiantes. Después llegaría la guerra y con ella el exilio, la muerte en Argentina y el olvido injusto de una obra que este libro intenta paliar.



Damero histórico-científico



JOSÉ MARIA LOPEZ PIÑERO

1	H	2	P		3	A	4	A	5	S	6	A	7	X	8	K		9	K	10	G	11	M	12	D	13	L	14	N	15	C		
16	P				17	H			18	O	19	I	20	F	21	N	22	L	23	Q	24	I	25	O		26	F	27	G		28	S	
29	M	30	F	31	E	32	S	33	H	34	D	35	X	36	J	37	O	38	T	39	R		40	E	41	K	42	E	43	D	44	B	
45	F				46	E	47	O	48	U	49	I	50	B	51	V		52	J	53	X	54	O	55	M	56	R	57	R	58	M	59	H
60	J	61	N			62	G	63	R	64	M			65	C	66	E	67	U	68	P	69	R	70	N	71	L	72	E	73	Q	74	V
75	B	76	R	77	F	78	P			79	U	80	P	81	B		82	A	83	V	84	L	85	P	86	L	87	T	88	F	89	O	
90	P	91	K			92	Q	93	C	94	M	95	O			96	T	97	N	98	D		99	U	100	R	101	B	102	U			
103	V	104	G			105	P	106	N			107	M	108	G	109	F	110	A	111	B	112	N			113	N	114	C	115	H	116	P
117	N	118	D			119	R	120	L			121	K	122	T	123	S	124	I	125	U			126	Q	127	A			128	M	129	T
130	T	131	A	132	X	133	G																										

- A. Perspicacia o viveza de ingenio 3 6 110 82 127 4 131
- B. Que tiene mucho tiempo 60 111 44 101 75 81
- C. Figuradamente, persona huraña 65 114 15 93
- D. Indigesto, demasiado lleno 98 12 34 43 118
- E. Clase de animales vertebrados 42 66 40 31 72 46
- F. Figuras o notas musicales que valen dos compases mayores 30 109 26 20 77 45

- G. Incapaciten, desautoricen 133 27 108 62 10 104
- H. Estés privado de algún gusto o deleite 115 17 29 59 1 64
- I. Componer en verso 88 19 49 124 24
- J. Movimiento convulsivo producido por la contracción involuntaria de uno o varios músculos 60 36 52
- K. Hinchazón ocasionada por la serosidad infiltrada en el tejido celular 8 9 91 121 41
- L. Gratos, gustosos y apacibles 22 86 120 71 13 84

- M. Aumente rápidamente 58 11 107 55 94 128
- N. Dada por libre 33 21 113 61 97 14 70 106 117 112
- O. Municipio de la provincia de Valladolid 95 47 54 89 18 25
- P. Que no tienen arteificio ni composición 90 68 116 85 80 105 2 16 78
- Q. Silicato múltiple de colores diversos, plural 37 23 92 73 126
- R. Que padecen alteración del cuerpo, plural 100 56 69 119 76 57 63 39
- S. Hice fuerza y violencia con la respiración 123 5 28 32
- T. Hagan objeto de trato deshonesto a una personal débil o inexperta 38 87 96 130 122 129
- U. Mineral chileno de cobre de color verde azulado 125 79 102 67 99 48
- V. Lugar muy ameno y delicioso 83 74 103 51
- X. Pronombre posesivo 35 7 182 53

Solución

El azogue deshecho y dividido en sutilísimas partes llaman comúnmente los beneficiadonlis; descubrese como una ceja en la puruña cuando el metal se ensaya. A. A. Barba: *Arte de los metales*.

El andaluz Alvaro Alonso Barba (ca. 1569-1662) fue la figura en la que culminó la minometalurgia española en América. Su tratado *Arte de los metales* (1640) es un gran título clásico que ha tenido 16 ediciones en castellano, seis en inglés, cinco en alemán y tres en francés.

# La dimensión internacional de los vertidos

Se propone la creación de un convenio mundial para proteger el medio marino de la contaminación terrestre

Un reciente informe de la Comunidad Europea ha puesto de manifiesto que la mayoría de las playas y aguas costeras españolas presenta altos índices de productos tóxicos. Es evidente que en España, como en casi todo el planeta, los mares y océanos no tienen capacidad de asimilar todos los vertidos que en ellos se realizan, por lo que la búsqueda de soluciones alternativas se hace cada vez más urgente y necesaria.

A. MESEGUER Y A. NAVARRO

Cada año se vierten al medio marino trescientos millones de toneladas de residuos industriales, de los que más de un 20% son sedimentos con un alto índice de contaminación. Según revela un estudio realizado por la Organización Marítima Internacional (OMI), anualmente el mar recibe diez millones de toneladas de petróleo, pesticidas y otras sustancias tóxicas, entre las que destacan los materiales de dragado, los residuos ácidos y alcalinos, los desechos de chatarra y los cienos de aguas cloacales.

Los efectos medioambientales producidos por esta masiva eliminación son difíciles de controlar, pero algunos de estos vertidos se acumulan en zonas costeras produciendo graves riesgos para la salud humana, como ocurrió en Japón durante los años cincuenta, cuando miles de personas sufrieron un envenenamiento por mercurio. En otras ocasiones, los desechos afectan a los organismos marinos y provocan desequilibrios notables en el ecosistema.

Es importante señalar, por otra parte, que en un 10% de los casos se trata de sustancias radiactivas procedentes de actividades relacionadas con la producción de energía nuclear y con los usos industriales, médicos y científicos de los radioisótopos. En conjunto, este tipo de vertidos es semejante al que generan los sectores no nucleares de una economía industrial, aunque al estar contaminados con materias radiactivas requieren un tratamiento y una eliminación especial.



BANCO DE LA IMAGEN

La normativa europea todavía no obliga a analizar los productos tóxicos procedentes de las industrias y los tratados internacionales resultan poco eficaces en la práctica. En tales circunstancias se hace cada vez más necesaria una reglamentación que regule y proteja los océanos de los vertidos originados por fuentes terrestres. Como primer paso, en 1972 se convocó en Londres una conferencia de la que derivó un Convenio sobre prevención de contaminación en el mar por vertido de desechos y otras materias peligrosas. Aunque hasta 1988 sesenta y tres gobiernos se habían adherido a esta normativa, lo cierto es que el convenio no es aplicable objetivamente ya que no contempla el daño ecológico sino únicamente el humano.

**Un convenio mundial protegerá el medio marino frente a los vertidos**

La próxima Conferencia Internacional que se celebrará en Basilea en 1992, promovida por la Organización de las Naciones Unidas, puede ser el marco idóneo para crear una nueva reglamentación que proteja el medio marino frente a la contaminación terrestre. Este deseo quedó expresado en un seminario celebrado el pasado mes de julio en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Valencia bajo el título *Desechos industriales tóxicos y peligrosos: problemas internacionales*.

Durante el citado curso se expusieron y analizaron los di-

ferentes métodos que están planteados en la actualidad para eliminar los desechos tóxicos y contaminantes. La creación de las denominadas *islas artificiales* para acumulación de productos no contaminantes, como vertidos de cenizas, lodos y gases, es una opción posible, aunque el método puede provocar el deterioro e incluso la destrucción del hábitat natural. Reino Unido, Irlanda y España son los únicos países que utilizan este sistema.

Manfred Nauke, jefe de la oficina para el Convenio de Londres sobre vertidos, apuntó como solución la que se deriva de la investigación que se lleva a cabo en Alemania Federal sobre el uso de *tecnologías limpias* mediante el reciclaje de sustancias químicas como el bióxido de titanio o el tratamiento del cadmio para su posterior utilización en el sector de la construcción; pero este método, por el momento, resulta excesivamente costoso. Por el contrario, la incineración de materias tóxicas y desperdicios químicos es una opción económicamente accesible que hasta ahora no ha revelado efectos nocivos. España y Reino Unido incineran por este sistema cien mil toneladas de desperdicios químicos cada año, aunque el método dejará de aplicarse en 1991 para buscar alternativas en tierra.

La necesidad de afrontar este problema con el fin de salvaguardar el ecosistema terrestre ha sido puesta de manifiesto por el director del Instituto de Medio Ambiente de Estados Unidos, Jackson Davis: "No descarto que haya que construir cementerios gigantes para los desperdicios; esa solución me parece mejor que la de arrojarlos al mar o dejar que contaminen la biosfera. Si queremos que el medio terrestre sobreviva no hay más remedio que hacer frente al problema de los desechos industriales".

Por su parte, José Juste, del departamento de Derecho Internacional de la Universidad de Valencia, ha señalado la necesidad de establecer mecanismos de responsabilidad que garanticen la indemnización y reparación de los perjuicios sufridos por el daño ecológico. Para ello resulta, por supuesto, imprescindible una labor de educación ambiental y una progresiva toma de conciencia de los ciudadanos sobre su implicación y protagonismo en la protección y mejora del planeta y sus recursos.

# ciencia abierta

COORDINACION GENERAL  
M. CALVO HERNANDO  
Y M. TOHARIA

EDITA  
IMAGEN PQ

COLABORA  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC)

SECRETARIA TECNICA  
PILAR ARRIETA  
TEL. 91 564 24 64