

Han pasado 165 años desde que en 1825 Sthepenson pusiera en marcha su máquina locomotora para recorrer los trece kilómetros que separan las ciudades de Stockton y Darlington. El ferrocarril revolucionó los transportes de la época y fue un factor decisivo en el desarrollo industrial del siglo XIX. Hoy, después de un periodo de abandono propiciado por la primacía de los transportes por carretera y aéreos, el tren vuelve a adquirir el protagonismo perdido y a ser objeto de atención. Los 515'3 kilómetros por hora conseguidos por el TGV francés en el trayecto Paris-Le Mans, el pasado mes de julio, convierten al tren en el protagonista del siglo XXI.

**Las nuevas tecnologías convierten
al tren en el medio de transporte
del futuro**

Paso

a la alta velocidad

La empresa inglesa Addison ha sido la encargada de diseñar la parte delantera del tren español

NURIA MARTINEZ

Cuando Sthepenson puso en marcha en 1825 la primera máquina locomotora, a la que llamó La Fusée, seguramente no era consciente de la contribución que estaba haciendo a la Historia. El transporte ferroviario supuso, en el siglo XIX, la palanca impulsora de la Revolución Industrial. El ferrocarril se convirtió en el aparato medidor de crecimiento de un país puesto que el tren posibilitaba la creación de nuevas industrias, la incorporación al mercado de nuevos productos y la apertura de rutas comerciales. El tren se convirtió en el transporte por excelencia hasta que el automóvil y el avión, ya en el siglo XX, le arrebataron el papel protagonista.

Pese a esta situación de inferioridad, el ferrocarril ha continuado desarrollándose, favorecido por la aplicación de las nuevas tecnologías.

La industria ferroviaria se enfrenta hoy a un reto sólo comparable al de Sthepenson en 1825. El tren de alta velocidad se perfila como el medio de comunicación del futuro, libre de atascos, ajeno a las congestiones aéreas, movido por energías poco contaminantes y dispuesto a acortar distancias con las velocidades que puede desarrollar.

El primer país que utilizó el tren de alta velocidad fue Japón en 1974, con la puesta en marcha de la línea Tokio-Osaka. En 1981 Francia inauguró su primera línea de alta velocidad Paris-Lyon. Desde entonces, 109 millones de viajeros han utilizado los TGV franceses. Estados Unidos, por su parte, está instalando trenes de alta velocidad conectados con aeropuertos, como es el caso del Airtrains de Dallas o el Boeing de la Universidad de Morgantown.

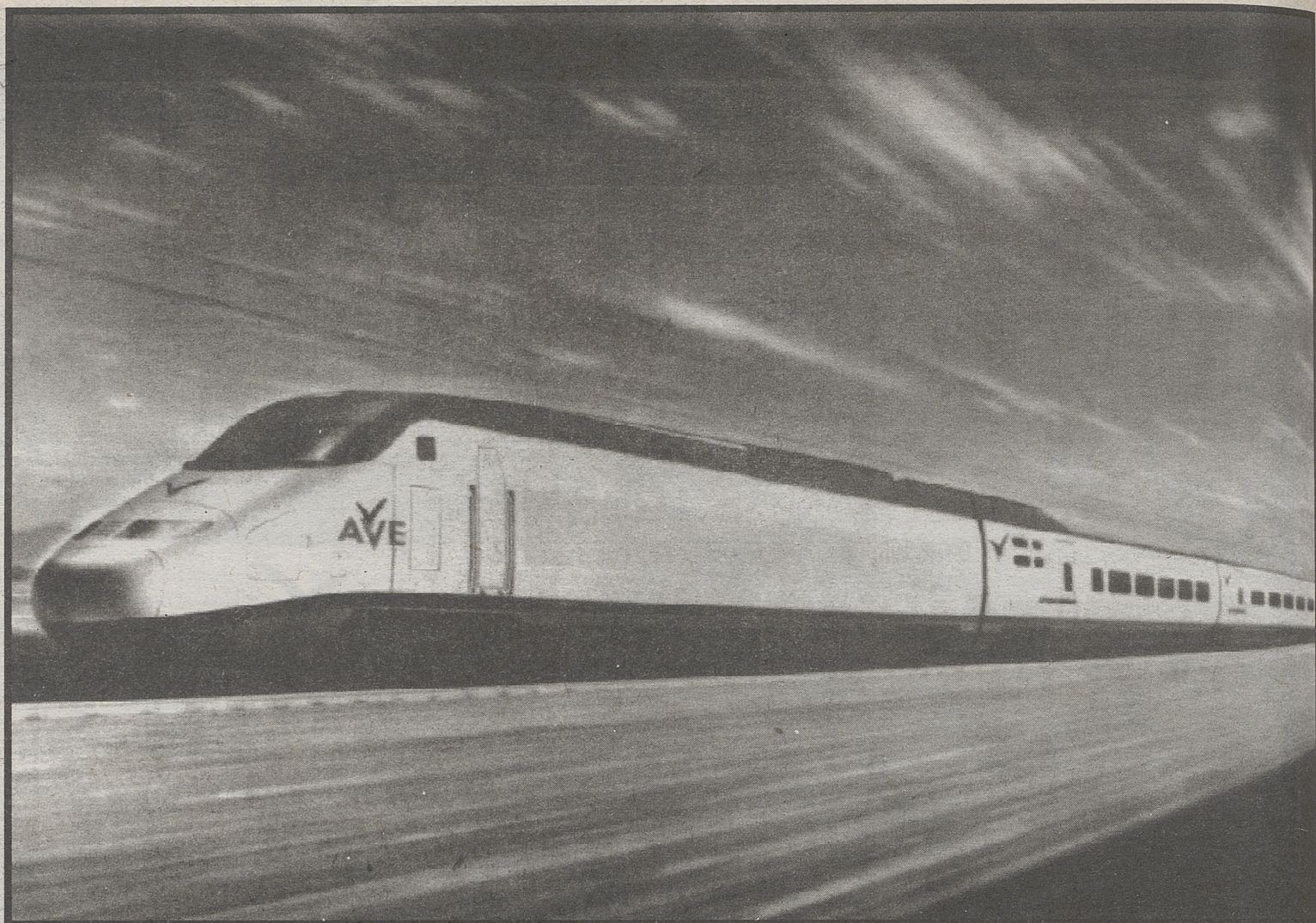
La apertura de la Europa del Este ha obligado a los gobiernos a intensificar los transportes ferroviarios. Según cálculos realizados por el ministerio federal alemán, el tráfico de mercancías pasará de los 22 millones de toneladas en 1985 a 244 millones en el año 2010. La URSS, con una red de 143.600 kilómetros, de los cuales 46.800 están electrificados, está elaborando un proyecto que unirá Leningrado-Moscú-Crimea, algo más de 2.900 kilómetros que se prolongarán hasta Siberia cuando se lleve a cabo una segunda fase.

Este interés en los distintos países ha hecho que se desarrollen varios proyectos de tren de alta velocidad en cada uno de ellos. En Alemania pronto entrará en funcionamiento una línea Colonia-Frankfurt sobre una nueva vía. La empresa alemana Thyssen-Henschel ha desa-

rollado un sistema magnético Transrapid-06, por el que se alcanzan velocidades de hasta 400 kilómetros por hora flotando a 10 milímetros del suelo. En Italia se ha desarrollado un sistema pendular: el Pendolino puede inclinarse en las curvas fuertes de la red transalpina rodando sobre vías concebidas para alta velocidad. Hay, sin embargo, un proyecto que ha sobrepasado los límites nacionales y en el que están trabajando varios países, algunos incluso desde los años 60: el Maglev. Este tren de levitación magnética no reposa sobre la vía sino que se apoya sobre un campo magnético creado entre la vía y los órganos de reacción de la máquina. Los defensores del Maglev aseguran que se pueden alcanzar velocidades de hasta 500 kilómetros por hora, una relativa independencia de desarrollo y una dismi-

Sigue en página 2

PASO AL TREN DE ALTA VELOCIDAD



El AVE español entrará en funcionamiento en abril de 1992

Un nuevo concepto de viajar

**Madrid-Sevilla
en menos
de tres horas**

La congestión que sufren los transportes aéreos y terrestres ha obligado a pensar en el tren como una alternativa. El tren de alta velocidad es el resultado de la aplicación de las nuevas tecnologías al mundo de la ingeniería ferroviaria. Ahora, las investigaciones se dirigen hacia el perfeccionamiento de las máquinas locomotoras. La vieja máquina de vapor se verá sucedida por una generación de trenes magnéticos que se desplazan diez milímetros por encima de la vía.

VIENE DE PRIMERA PAGINA

nución de los perjuicios fónicos.

El prototipo inicial apareció en 1971, pero hubo que esperar hasta 1979 para contemplar el primer proyecto de sustentación magnética con viajeros en la Exposición de Transportes de Hamburgo. En ese mismo año Japón experimentó el tren magnético y alcanzó los 517 kilómetros por hora sobre una línea de ensayo de siete kilómetros de Miyazaki.

En la actualidad, la URSS está trabajando en nuevos Maglev. En 1986 se inició la construcción de una fase experi-

mental de 3'2 kilómetros sobre la línea Erevan-Abovian y existe un proyecto de unir los aeropuertos de Moscú mediante una línea de alta velocidad. En Japón, el Railway Technical Research Institute ha puesto en marcha un tipo de Maglev que deberá estar concluido en el año 2000 y al que se le han introducido materiales superconductores. Con esta perspectiva el sistema magnético podrá comercializarse a principios del siglo XXI.

A estos avances se une el uso de la corriente alternativa que permite eliminar los hilos suspendidos encima de las vías y enviar una corriente industrial de 25.000 vatios. Esta circuns-

tancia permite el uso de motores síncronos que requieren un mantenimiento muy inferior; simplifica la infraestructura ferroviaria ya que las subestaciones no tienen que corregir la corriente, la transforman. Además, el uso de la alta tensión reduce el consumo de energía. A este respecto se han estudiado procesos por recuperación o el motor de motrices que, a la vez que sirve de freno, se convierte en generador de corriente.

El 20 de abril de 1992 entrará en funcionamiento la primera línea española de alta velocidad AVE, que unirá Madrid y Sevilla. En los 471 kilómetros de trazado se han invertido

cuatro años de trabajo y 250.000 millones de pesetas. Sobre un proyecto inicial de construir un trazado de alta velocidad Brazaortas-Córdoba que se desdoblara en Despeñaperros, se han realizado sucesivas modificaciones hasta llegar a una línea con ancho europeo y que unirá Madrid con Sevilla. Para ello se ha removido algo más de 73 millones de metros cúbicos de tierras; se han construido 17 túneles con una longitud total de 15.819 metros; se han levantado 31 viaductos que supondrán algo más de nueve kilómetros de trayecto; se han trazado variantes como la de Ciudad Real y se han soterrado tramos como en el caso de Córdoba.

El AVE utilizará corriente alterna, lo que permite el uso de motores síncronos. Cada máquina contará con un sistema de comunicaciones complejo que le permitirá conocer en todo momento el estado de la vía y las señalizaciones existentes. Se alcanzará una velocidad máxima de hasta 300 kilómetros por hora y podrá transportar a 329 viajeros que se repartirán en las clases club, preferente y turista. Se han previsto entre diez y catorce circulaciones diarias en ambos sentidos que realizarán su trayecto en menos de tres horas. En cuanto a los precios, Emilio Arsuaga, director comercial de AVE asegura que "serán asequibles tal y como corresponde a un medio de transporte de masas. El hecho

La Comunidad Europea aprobó el pasado 14 de noviembre un proyecto de construcción de una línea de alta velocidad que unirá Madrid, París, Londres y Bruselas. Con esta decisión, se materializa un viejo proyecto comunitario, que necesitará una inversión de sesenta millones de ECUS (unos 154.400 millones de pesetas) que se repartirán entre este año y 1991. Gran Bretaña y Holanda se negaron a dar el visto bueno considerando que su costo es demasiado alto.

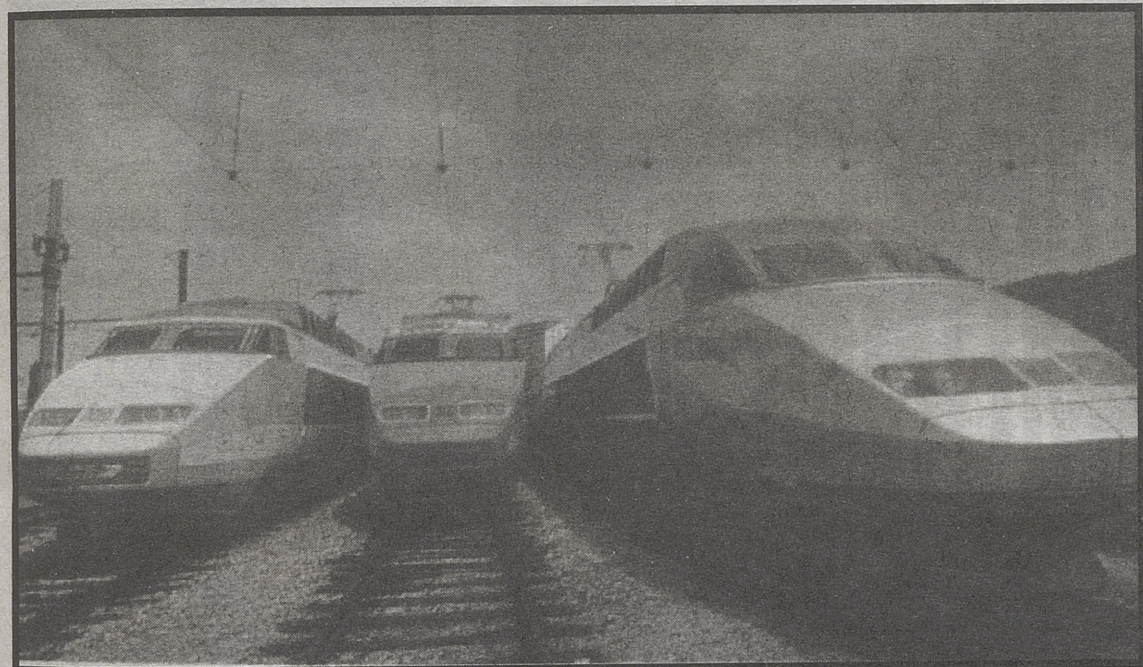
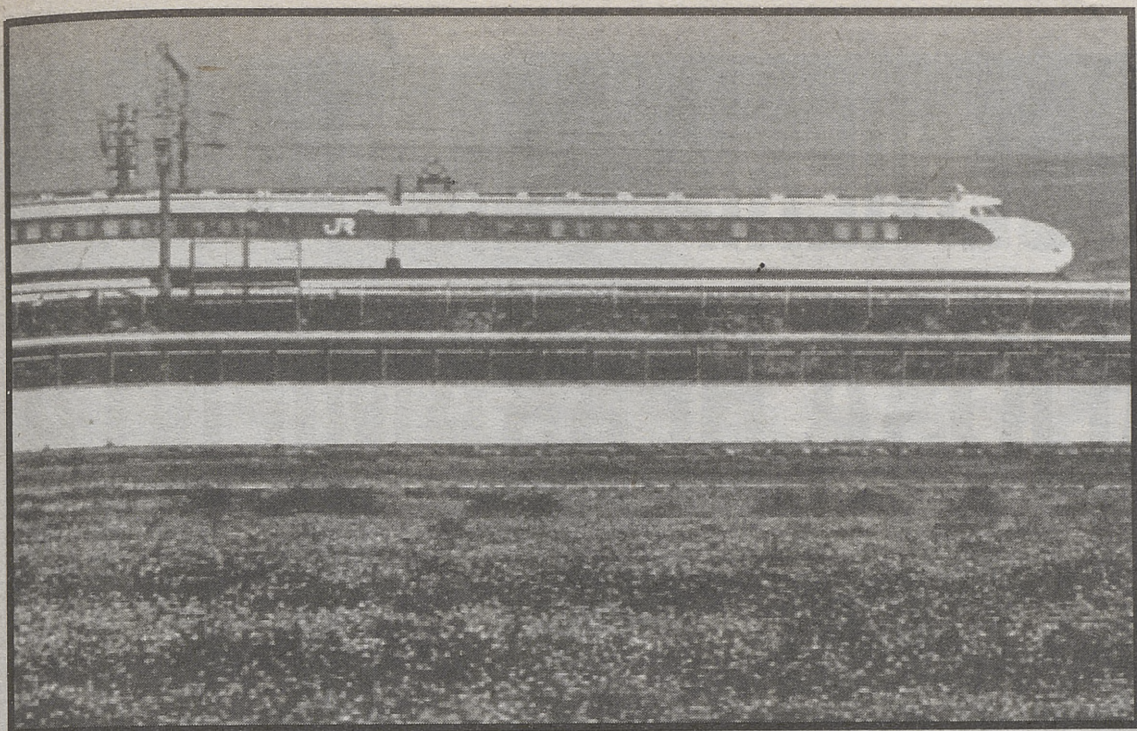
La unión por tren de Europa conlleva no pocas dificultades. El primer proyecto del tren de alta velocidad norte o "de las tres capitales", que unirá París, Bruselas y Londres, ilustra los problemas de normalización a los que han de enfrentarse las empresas ferroviarias de los tres países. Los motores deberán estar provisto de pantógrafos que respondan a

HACIA UN TREN EUROPEO

los diferentes tipos de voltaje: 3.000 voltios continuos en Bélgica, 25.000 voltios para el resto de la red en el continente y 750 voltios continuos en Gran Bretaña donde, además, el

tren tendrá que limitar su velocidad a 160 kilómetros por hora.

Para Emilio Arsuaga, director comercial de AVE, "una línea ferroviaria europea no puede competir con el avión puesto que un trayecto como Madrid-París siempre empleará un mínimo de seis horas. Sin embargo, la alta velocidad en Europa sí puede contribuir a consolidar la Europa de las regiones". El tren permitirá unir, no ya las megalópolis europeas sino a ciudades para las que ahora se precisa el uso de uno o varios medios de transporte. "Lo importante - a juicio de Emilio Arsuaga - es llegar en tres horas de Burgos a Bayona o de Zaragoza a Toulouse".



Japón fue el primer país en utilizar en 1974 la alta velocidad con el Shinka, en la imagen superior, nsen que unió Tokio y Osaka. En la foto inferior máquinas de alta velocidad que constituyen el principal objetivo de la ingeniería ferroviaria.

de que en Francia hayan sido dieciocho millones de personas las que han utilizado el TGV Paris-Lyon, no quiere decir que en el país vecino haya dieciocho millones de ricos. Sería desafortunado poner un precio inasequible para un medio masivo. De hecho, y según nuestros cálculos, pensamos partir de dos millones de viajeros por año hasta alcanzar los veinte millones.

Respecto al polémico impacto medioambiental, RENFE y el Ministerio de Transportes, organismos gestores del proyecto AVE de alta velocidad, han invertido cinco mil millones de pesetas para estudiar los posibles daños ocasionados al entorno natural de la línea. Emilio Arsuaga es rotundo al manifestar que "podríamos no haberlo hecho, ya que la Ley que establece el estudio del impacto medioambiental es posterior al inicio de las obras. La manipulación de la naturaleza es tan vieja como la historia del hombre; no obstante, hay que

establecer un equilibrio suficiente como para que los avances tecnológicos, en este caso el tren de alta velocidad, no se hagan a costa de la naturaleza".

La entrada en funcionamiento supondrá, a juicio de Emilio Arsuaga, la generación de "un tráfico inducido", tal y como ha sucedido en Francia. La existencia de un tren de alta velocidad dará lugar a "la formación de nuevas empresas, nuevos servicios, en definitiva, nuevos viajes entre Madrid y Sevilla que antes no se hacían. Con Ciudad Real a 55 minutos, habrá gente que incluso decida irse a vivir a esta ciudad. Las distancias y los tiempos se acortan".

La enorme inversión realizada por el Estado para construir esta línea de alta velocidad obliga a pensar en su rentabilidad. Para el director comercial de AVE "no es lo mismo hablar de rentabilidad sin incluimos la amortización del material o de la infraestructura. Los transportes aéreos no son responsables del mantenimiento de los aeropuertos y lo mismo sucede con los transportes terrestres y las carreteras. RENFE, por el contrario, ha de cuidar las vías y las estaciones. Teniendo en cuenta esta especial situación, la rentabilidad varía. No obstante, nos atrevemos a decir que, si no incluimos el mantenimiento de las vías ni la amortización de las infraestructuras, llegaremos a los números negros en 1993. Incluyendo el

Unir Europa por tren es un viejo proyecto comunitario que ahora podrá hacerse realidad

mantenimiento de la vía, la rentabilidad se alcanzará en 1995. Si además, contamos con la amortización de la infraestructura, depende del plazo a la que lo pongamos, pero 1999 sería una fecha idónea".

El AVE ya está en marcha y ya se está pensando en nuevos trayectos de alta velocidad que se prolonguen hasta Cádiz, Huelva y Málaga y que unan Madrid con Barcelona, Irún, Valencia y el corredor mediterráneo. Los proyectos ya han sido leaborados; sin embargo, la decisión de llevarlos a cabo corresponde al Gobierno, por la inversión que hay que realizar y por la dimensión social de la alta velocidad. El tren se convierte en el transporte del futuro y ofrece la posibilidad de acortar las distancias en España y en Europa.

EL FASCINANTE mundo de la informática nos sorprende constantemente con realizaciones técnicas cada vez más potentes -y cada vez más baratas, todo hay que decirlo-, que acaban generando conceptos sorprendentes, teñidos en muchos casos de un extraño, casi cibernético, sentido del humor; quizá porque uno se imagina que así serán, como mucho, las cosas graciosas que pueda ser capaz de imaginar un robot.

El SIMO, cuya trigésima edición fue clausurada en Madrid a finales de noviembre, amén de mostrar mil y una maravillas de la técnica, nos dio la oportunidad de analizar más de cerca algunos de estos nuevos conceptos. Dos de ellos retuvieron especialmente mi atención: los entornos amigables y la lógica borrosa o difusa.

Un entorno amigable es algo que todos comprendemos sin dificultad. Cada persona conoce bien cuál es el tipo de ambiente en el que se encuentra a gusto, amigablemente; desde la más rockera de las discotecas, para algunos y algunas, hasta el plácido rincón frente a una chimenea encendida en una casita de campo, para otros algunos y algunas -quizá de más edad, es de suponer-. Pero, aplicado a la informática, el concepto resulta casi paradójico -¿qué puede haber de amigable en el trabajo con un ordenador?- y, sin embargo, tiene sentido. Porque cuando nos sentamos ante la pantalla y pulsamos las teclas, es obvio que se establece una relación personal con la máquina. La relación con el ordenador suele ser

una relación de necesidad-odio; le necesitamos, sí, pero le odiamos por su frialdad, su exactitud, su poderío memorístico, su incompresión a la hora de plantearle nuestros particulares problemas...

Pues he aquí que los grandes magnates del negocio informático se han dado cuenta de que estos sentimientos, no debían ser buenos para las ventas de nuevas máquinas, y se sacaron de la manga eso del entorno amigable. Que consiste, ni más ni me-

nos, en suavizar las asperezas que el trato con el ordenador provoca. Por ejemplo, simplificando al máximo el acceso a los programas, proporcionando programas ya cargados que facilitan la satisfacción de cualquier necesidad, realizando dibujitos y esquemas graciosos con el fin de entretener las esperas, mostrando en la pantalla de forma sucinta, pero gráficamente atractiva, todas las posibilidades que se le abren al usuario, permitiendo la conexión sencilla de múltiples aparatos diferentes en una misma empresa... Haciendo, en suma, que el inevitable contacto entre el humano y la máquina no levante ampollas, sino que se parezca, lo más posible, a un juego sencillo, a algo divertido de utilizar. Conseguir eso, un entorno amigable. Una amistad peligrosa para el bolsillo, porque acabaremos gastándonos aún más dinero en esos juguetes, que cada vez lo son menos. En cuanto a la lógica borrosa o difusa, se trata de un concepto más propio del soft que del hard. Perdón por el lenguaje, inadmisibles, lo reconozco. Quería decir que es un concepto que utilizan sobre todo los que se dedican a realizar programas - software-, lo que nada tiene que ver en cambio con los aparatos y las máquinas en sí, que los ingleses denominan hardware.

Los ordenadores son tontos. Calculan, eso sí, a velocidades de vértigo, y son capaces de memorizar ingentes cantidades de datos de todo tipo. Pero, como entes pensantes, son básicamente simples: sólo saben hacer aquello para lo que se les programa. Es más, cuando se les proporciona una información no suficientemente adaptada a sus facultades, la rechazan con cierta soberbia mediante las consabidas frases de "error", "archivo no encontrado" y otras del mismo calibre, o simplemente bloqueándose y negándose por pasiva a seguir trabajando; hasta que uno, con furor perfectamente humano, acaba por desenchufarlo para que se entere de quién es el que manda. Una de las cosas más difíciles de comunicarle al ordenador es la ambigüedad, la aproximación. Por ejemplo, para nosotros tiene sentido decir que una persona es bastante alta; para un ordenador, no. Es más, si los ordenadores pensaran, seguro que calificarían esta forma de comunicarnos de extremadamente caprichosa e imprecisa.

Los expertos han desarrollado, una nueva forma de presentar datos a los ordenadores de tal modo que incluya esta faceta tan propiamente humana de hablar o escribir. Y la denominan lógica borrosa, o difusa, porque intenta encontrar un camino lógico para abordar una forma no lógica de expresarse. Siguiendo con nuestro ejemplo, una persona en España -quizá eso no valga para Japón o para Suecia, por razones obvias- es bastante cuando mide, por ejemplo, más de 1,70 y menos de 1,80.

En realidad, se trata de aclararle al ordenador -que es tonto, insistentemente- lo que entendemos por muy, bastante, aproximadamente, del orden de, poco, casi nada... Son soluciones gramaticales que nos resultan familiares, aunque ciertamente favorezcan la imprecisión y, por ende, los malentendidos, tan humanos ellos. En el fondo, es como si intentásemos traducir la literatura, a matemáticas, con su más pulcra y fría precisión.



MANUEL TOHARIA

TUBO DE ENSAYO

LOGICAS BORROSAS Y ENTORNOS AMIGABLES

C.C. Tan, a sus 81 años, es un científico incansable. Miembro de la Academia de Ciencias de China desde 1980, ha ejercido labores de asesoramiento del presidente de su país y ha recibido numerosos galardones internacionales en reconocimiento a su fructífera labor en el estudio y desarrollo de la genética. Considerado pionero en esta disciplina científica por sus trabajos de investigación y la aplicación de técnicas de ingeniería genética, ha visitado recientemente España, donde ha dejado un mensaje de esperanza sobre las posibilidades que estas tecnologías ofrecen a los problemas del mundo actual.

LA INGENIERIA GENÉTICA ES UNA VALIOSA HERRAMIENTA PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS DEL TERCER MUNDO"

C. C. Tan,
director del
Instituto de
Genética de
la Universidad
Fundan
de Shangai

CAROLINA S. DE MOVELLAN

Pregunta- ¿Qué opinión le merece el recelo social que suscita la aplicación de las técnicas de ingeniería genética?

Respuesta- Para contestar a esta pregunta me gustaría recordar que, desde hace medio siglo, la biología ha evolucionado de manera espectacular, hasta dar paso a la genética molecular desarrollada por el profesor Theodosius Dobzhansky durante los años 50. El descubrimiento de la estructura del ADN supuso un gran salto en el campo de la genética. A partir de 1960 empezaron a romperse las barreras que impedían cruzar genes de diferentes especies. La técnica de re-



"Gracias a las técnicas genéticas se pueden salvar numerosas cosechas"

combinación del ADN significó un claro triunfo para luchar y dominar las plagas y enfermedades que afectan a nuestras cosechas y cultivos. Con sólo introducir genes resistentes a la enfermedad, podemos salvar cientos de cosechas que se pierden año tras año.

Por todo ello, a mi juicio es imposible entender el recelo que siente la opinión pública frente a los avances de la genética, ya que gracias a ella es posible que podamos acabar con las barreras que han existido hasta ahora en la lucha frente a distintos problemas, enfermedades y plagas que





asolan nuestro planeta.

P- Usted ha vivido muy de cerca los comienzos de la genética moderna. ¿Cómo recuerda los inicios de esta disciplina?

R- Todos sabemos que Henry Morgan es el fundador de la genética moderna. Pero, gracias a mis estudios a lo largo de los años, he podido constatar que la primera persona que perfiló la genética, tal y como la entendemos hoy en día, fue Mendel con su hipótesis sobre la existencia de factores genéticos. Tuvieron que pasar sesenta largos años hasta que los trabajos de este gran científico fueron reconocidos por la moderna escuela de Morgan. El *redescubrimiento* de Mendel, por tanto, marcó un hito en la historia de esta disciplina.

En 1953 se halló el compuesto químico de los genes, gracias a la labor efectuada por el profesor Delbruck, padre de la genética molecular. Este hallazgo de nuevo supuso un paso más hacia la investigación en el fascinante campo de la genética. En Estados Unidos se empezó a experimentar con genes de diferentes especies, consiguiendo logros en dos áreas importantes: agricultura y medicina.

Es un privilegio para mí haber conocido la evolución de la biología hasta nuestros tiempos y confío en que en el futuro se desarrollará de manera correcta y adecuada para poder solventar todos los problemas que sufren los países del tercer mundo, incluido China.

P- ¿Cuáles han sido los elementos más valiosos que han permitido el desarrollo de la genética?

R- Sin lugar a dudas, la mosca *Drosophila*, conocida popularmente bajo el nombre de mosca



de la fruta o del vinagre; este minúsculo insecto ha sido el verdadero protagonista del inicio de la genética actual. Morgan empezó a utilizarlo para sus diferentes



"La población china ha de cambiar sustancialmente su alimentación"

experimentos en el campo de la genética. Yo he trabajado mucho con este pequeño animal y ha sido crucial para el desarrollo de mis investigaciones. Hoy por hoy, la ingeniería genética tan

sólo se puede aplicar con organismos de una sola célula. Aunque mi esperanza es que en un futuro próximo esta técnica se aplique a organismos pluricelulares. Hay una pregunta en el aire que todavía nadie puede contestar: ¿cómo las células de un mismo gen funcionan de manera diferente, dependiendo de si están situadas, por ejemplo, en el estómago o en la piel? Aún no hay respuesta, pero el tiempo dirá.

P- ¿En qué líneas de investigación ha trabajado hasta el momento y cuáles han sido sus contribuciones más relevantes?

R- Empecé mi carrera como teórico de la genética. Durante los años 30 se me brindó la oportunidad de viajar a Estados Unidos y poder contactar con los biólogos de primera fila. En la

actualidad, llevo 60 años investigando en el campo de la genética e interesándome por los trabajos que se realizan en occidente.

La Segunda Guerra Mundial y la posterior invasión japonesa de mi país interrumpieron mis labores durante un largo periodo. La política de mi gobierno, en gran parte debido a la influencia ejercida por la URSS, no me dejó ejercer la docencia porque parecía que iba en contra de sus principios o dogmas establecidos. Se llegó incluso a rechazar la teoría del cromosoma de la herencia. Gracias a la reforma, China empezó a abrir sus puertas al exterior y yo reanudé mis contactos con mis colegas para ponerme al día en la materia.

En los últimos diez años me he ocupado exclusivamente de investigar las múltiples aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura. Constantemente enviamos a jóvenes científicos al extranjero para mejorar sus conocimientos con el fin de poder situar a China al nivel de los países industrializados. Desde que fui nombrado director del Instituto de Genética de la Universidad Fundan de Shangai, mis labores se reducen a asesorar a los estudiantes y dar a conocer el desarrollo de la ingeniería genética en el mundo.

P- ¿La ingeniería genética aplicada a las plantas podría resultar decisiva para resolver los problemas de nutrición en China?

R- El principal objetivo del gobierno en estos momentos es paliar la escasez de alimentos en la República Popular China. Necesitamos un cambio estructural para mejorar la calidad e incrementar la cantidad de los cultivos. Es necesario que los chinos modifiquen su dieta, ya que tan



"La biología ha evolucionado de manera espectacular en los últimos 50 años"

sólo toman arroz y harina. Gracias a las técnicas actuales, es posible aprovechar mejor las tierras y así poder abastecer a la población de otros alimentos, tales como las verduras.

Las nuevas técnicas van llegando a China, aunque con cierto retraso frente a los países desarrollados. Por lo tanto, esperamos que las tierras se exploten de acuerdo con la inmensa población que habita en nuestro país.

P- ¿Es esperanzador el futuro de China en este campo?

R- La población en China es tres veces mayor que la de Estados Unidos, pero nuestros recursos económicos son escasos y tenemos una evidente falta de variedad de alimentos; son tres de los obstáculos que impiden que nuestro país prospere de manera normal.

Tras la búsqueda incesante de soluciones para mejorar la agricultura y la medicina, las empresas de biotecnología crecen a un ritmo bastante rápido. Tanto el cáncer como el SIDA son problemas que preocupan mucho a las autoridades. El panorama, por tanto, se presenta poco alentador, aunque el gobierno se está empezando a concienciar y se están tomando serias medidas para paliar la falta de recursos alimenticios y las enfermedades que acechan a nuestro país.

Con el caos llegó la revolución

Una sola partícula que se mueve en un plano puede ser un sistema más complejo que una población en epidemia. Fenómenos sencillos explican comportamientos complejos de la naturaleza. Y ya no toda predicción es posible. Los sistemas constantes y periódicos, cuyo estudio inauguró Newton, empiezan a ser excepciones ahora que lo irregular se considera más normal. Son algunos de los aspectos que recogen las consecuencias de la teoría del caos, lo que algunos especialistas afirman que es una ciencia nueva, otra revolución científica.

Una nueva teoría científica convierte en imposible cualquier predicción

MARIA JESUS SANTESMASES

Esta vez caos no significa desorden ni descontrol. Sólo imposibilidad para predecir.

Cuando los ordenadores empezaron a formar parte del conjunto de instrumentos de que disponían los científicos para estudiar la biología, la dinámica de fluidos, la demografía o las funciones matemáticas, descubrieron que, en algunos casos, las expresiones matemáticas que usaban para describir los fenómenos se disparaban de repente, alcanzaban valores que no podían haber sido imaginados y mucho menos predichos. Las representaciones gráficas de esas funciones se salían de su forma habitual.

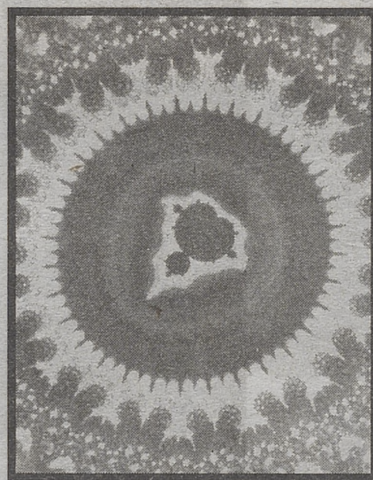
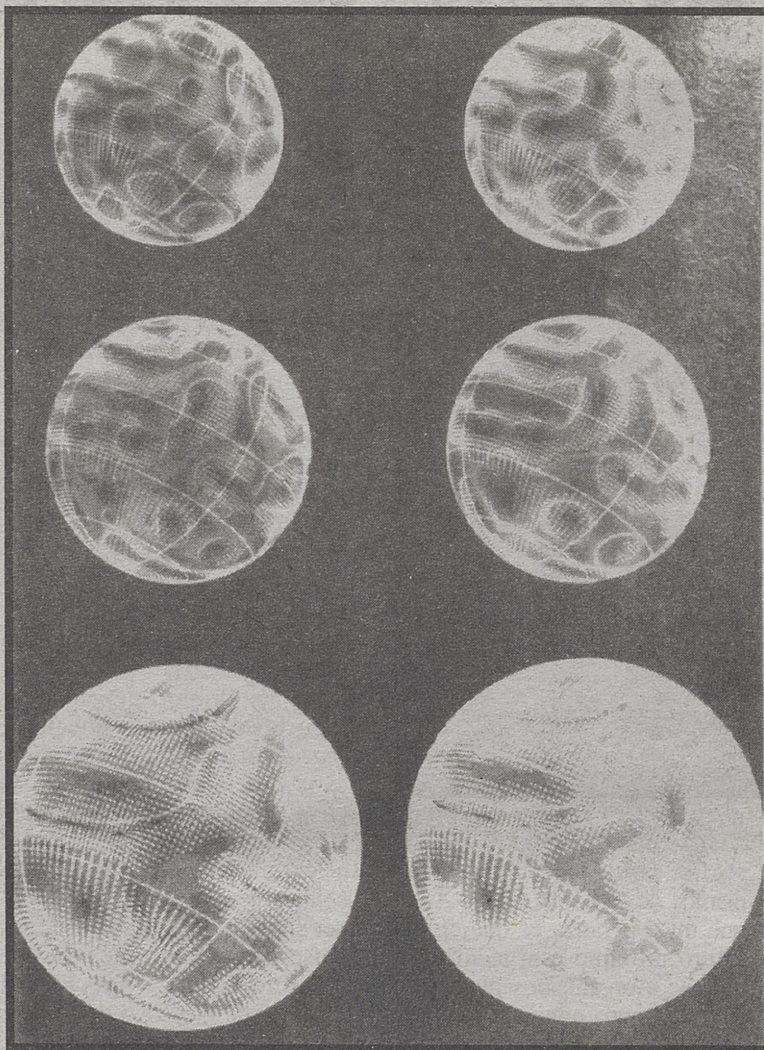
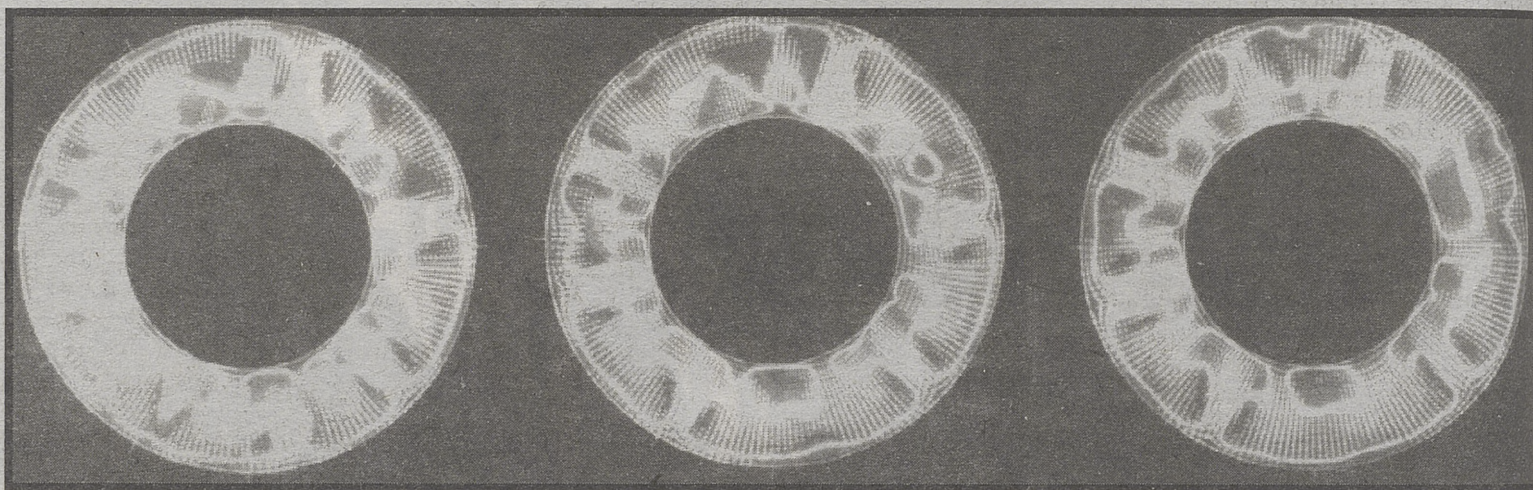
Se descubrió entonces que cualquier modelo matemático que pretendiera describir la evolución de un sistema con el tiempo tenía un comportamiento caótico. Aunque se conozcan todos los factores que influyen sobre cualquier sistema, no es posible decir qué va a pasar en él a partir de un cierto momento. Pequeños errores se propagan de tal forma que anulan la predicción.

Hasta ese momento, la ciencia se había empeñado, y lo sigue haciendo, en establecer leyes que describan la naturaleza de tal forma que pueda decirse qué pasa a continuación mientras intenta explicar por qué. El azar era otra cosa.

La diferencia que la teoría del caos marca respecto a la ciencia determinista es tal que algunos hablan ya de una revolución científica, en el más estricto sentido en el que Thomas Kuhn las describió en *La estructura de las revoluciones científicas*: modifica los conceptos fundamentales que sustentan el desarrollo de la ciencia.

En la comunidad científica internacional hay detractores del carácter revolucionario de esta teoría mientras afirman que simplemente está de moda. Pero lo cierto es que científicos de áreas muy distintas han descubierto una semejanza interdisciplinar en la evolución de los sistemas que describen con el tiempo.

La teoría del caos no es una rama más de la ciencia: es una forma nueva de concebir sus resultados y asumir la impredeción. Por ella se sabe hoy que, por muchos estudios que se hagan y por muchos satélites que



En las fotos superiores, diferentes variedades de fractales, los cuales aparecen al estudiar las propiedades dinámicas de los sistemas caóticos.

examinen nuestro planeta, el tiempo meteorológico no puede describirse para un periodo superior a unos días.

Esta teoría científica se popularizó en Estados Unidos gracias a un libro de divulgación escrito por un redactor del *New York Times*, James Gleick, cuya obra se convirtió pronto en un éxito de ventas; en 1988 fue traducida al castellano (de manera desafortunada y con errores importantes en lo que a conceptos científicos se refiere, aunque ello no impide hacerse una idea

de lo que significa caos). Para entonces, algunos científicos españoles habían estudiado ciertos aspectos de esta nueva teoría científica. Uno de ellos, Manuel

García Velarde, catedrático de la Universidad de Educación a Distancia (UNED), invitó a Benoit Mandelbrot a un congreso que se celebró en la Universidad Autónoma de Madrid en 1978. Mandelbrot es un especialista en geometría fractal. Los fractales, esas estructuras de formas complejas que ilustran ya los calendarios, aparecen al estudiar las propiedades dinámicas de los sistemas caóticos. Aunque hay un debate abierto sobre si realmente los fractales fueron descubiertos por Mandelbrot o no, él se considera descubridor y muchos científicos están de acuerdo.

Los fractales son formas geométricas o autosemejantes. Cuando se amplía una parte, ésta se parece al diagrama entero. Mandelbrot afirmó que muchas estructuras naturales que aparentan ser complejas son, en realidad, geoméricamente regulares. Las nubes, las líneas de las costas o los copos de nieve pueden ser descritos y explicados por medio de la geometría fractal. En el último artículo que Mandelbrot ha publicado en la revista británica *Nature*, este matemático de origen polaco explica el mecanismo de creci-

miento de cristales en una disolución a través de los fractales.

Esta teoría no concluye que la naturaleza sea más compleja de lo que se creía. Sólo es distinta, y en algunos casos más simple de lo que pensaban los especialistas. Robert May, profesor de Zoología de la Universidad de Oxford, ha estudiado poblaciones de insectos llegando a la conclusión de que la complejidad de la naturaleza se debe a fenómenos sencillos. Los científicos del caos descubrieron relaciones entre el aleteo de una mariposa en Pekín y la lluvia en Nueva York tiempo después.

Los sistemas regulares, constantes y periódicos que estudiaba Newton en el siglo XVII quedan casi como excepciones de un mundo natural en el que las irregularidades y la falta de periodicidad empiezan a ser consideradas normales, gracias a los resultados de los experimentos de simulación por ordenador. Se modifican así los conceptos de sencillez y complejidad y se establece la impredecibilidad para periodos largos de tiempo desde que los científicos dieron con esos resultados extraños que en principio creían disparatados. Lo complejo puede ser descrito de forma sencilla y viceversa.

Manuel Velarde, desde su trabajo de investigación en la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid, Manuel Guzmán desde la Universidad Complutense y Carles Simó desde el departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Barcelona son algunos de los investigadores que estudian distintos aspectos de la teoría del caos en España. Dinámica de fluidos y turbulencias, fractales y teoría de los sistemas dinámicos son las áreas de sus investigaciones.

Hombrecillos de indias

La contaminación constituye un problema en la mayoría de las grandes aglomeraciones urbanas y desde hace tiempo se investiga en los efectos nocivos de determinados gases que respira la indefensa ciudadanía. La novedad en este tipo de estudios la está aportando una universidad de Carolina del Norte, en Estados Unidos, al utilizar para sus experiencias voluntarios humanos. Estos, en su mayoría ecologistas militantes, se prestan a inhalar cantidades de monóxido de carbono y ozono.

Los investigadores que trabajan en el proyecto sospechan respecto a la relación entre el crecimiento del número de afectados de asma y la inhalación de ozono. Hasta ahora se sabe que si una persona en perfecto estado de salud respira durante dos horas aire que contenga 0,15 partes por millón de ozono padecerá, inevitablemente, problemas respiratorios.

Vitamina anticancerígena

Años atrás, Linus Pauling, doble premio Nobel de Física y de la Paz, empeñó sus ahorros y su prestigio profesional en emprender una cruzada en favor de la vitamina C.

Actualmente resulta aún difícil valorar la certidumbre de

sus convicciones, especialmente porque en casi ningún laboratorio ha sido posible realizar estudios de tan largo alcance y duración como el prestigioso científico pretendía, pero sus apriorismos apuntaban a posibilidades en el tratamiento de un amplísimo abanico de males, entre los que se encontraba el cáncer.

Ahora, un grupo científico de la Universidad de Texas apunta hacia dos pasos atrás en el alfabeto sanitario. Según el cancerólogo Ki Hong, responsable del proyecto, un derivado

sintético de la vitamina A, el ácido retinoico, habitualmente prescrito para el tratamiento del acné, puede resultar altamente eficaz en casos de cáncer de boca, laringe y garganta.

A pesar de que tan optimistas perspectivas no han podido ser refutadas científicamente y de que en los tratamientos iniciales se han observado efectos secundarios, como la escamación de la piel, el profesor Hi Kong se muestra muy optimista respecto al futuro de los fármacos derivados de esta vitamina.

Fumar o amar

Los amantes del cigarrillo lo van teniendo cada vez más difícil. Ahora parece que el consumo habitual de tabaco no sólo contribuye a la aparición o desarrollo de ciertos tipos de cáncer, sino que provoca impotencia o disminución de la virilidad.

Algunos especialistas franceses hace tiempo que se extrañaban de la alta proporción de fumadores que acudían a sus consultas con problemas de erección. Tras la oportuna consulta con sus colegas ingleses y de otros países han constatado que el

fenómeno parece resultar común en todas partes.

La nicotina tiene un efecto nocivo evidente sobre los vasos sanguíneos y, teniendo en cuenta que éstos constituyen la casi esencia de la anatomía del órgano sexual masculino, la tentación de suponer una relación causa-efecto entre el consumo de tabaco y la merma de potencia sexual es demasiado fuerte como para que los investigadores no den sus avisos de alarma. La disyuntiva ya está sobre el tapete: fumar o amar.

El abuso de nicotina provoca impotencia o disminución de la virilidad



MARIANO FRANCO

Diestro y siniestro

Desde hace años, los investigadores se preguntan sobre qué mueve a los niños a usar una de las dos manos. Hasta ahora se pensaba que todo se debía a algo ocurrido al principio de la infancia, pero un equipo científico irlandés ha puesto de manifiesto que en las primeras fases fetales

existe ya una tendencia a manejar, con inequívoca preferencia, la mano derecha. En un estudio pormenorizado sobre 224 fetos en desarrollo, mediante técnicas ecográficas, este equipo consiguió demostrar que tan sólo un 5,4% de los fetos succionaban su dedo pulgar de la mano izquierda. Esto sugiere que la lateralización derecha más común tiene su origen en un temprano y vigoroso desarrollo muscular del lado derecho del cuerpo y que ello puede conducir a una mayor estimulación en la etapa fetal del hemisferio correspondiente en el cerebro.

ORIGEN DE LOS NEUTRINOS



Existen en la actualidad varias técnicas para detectar la presencia de los neutrinos, partículas subatómicas, mediante sistemas de agua pesada y cloro. Su existencia se conoce, pero hasta el momento no había sido posible determinar claramente su origen ni la dirección en que se mueven.

Un equipo científico japonés ha desarrollado un sistema altamente especializado, el Kamiokande-2, para concluir que los neutrinos tienen un origen solar como resultado de reacciones nucleares en el interior de la estrella de nuestro sistema planetario.

Después de 1.040 días de experiencias los científicos que trabajan en el proyecto han logrado determinar, para sorpresa de muchos astrofísicos, que los neutrinos son el producto de potentísimas reacciones energéticas que tienen lugar en el Sol, especialmente cuando se descompone el boro-14.

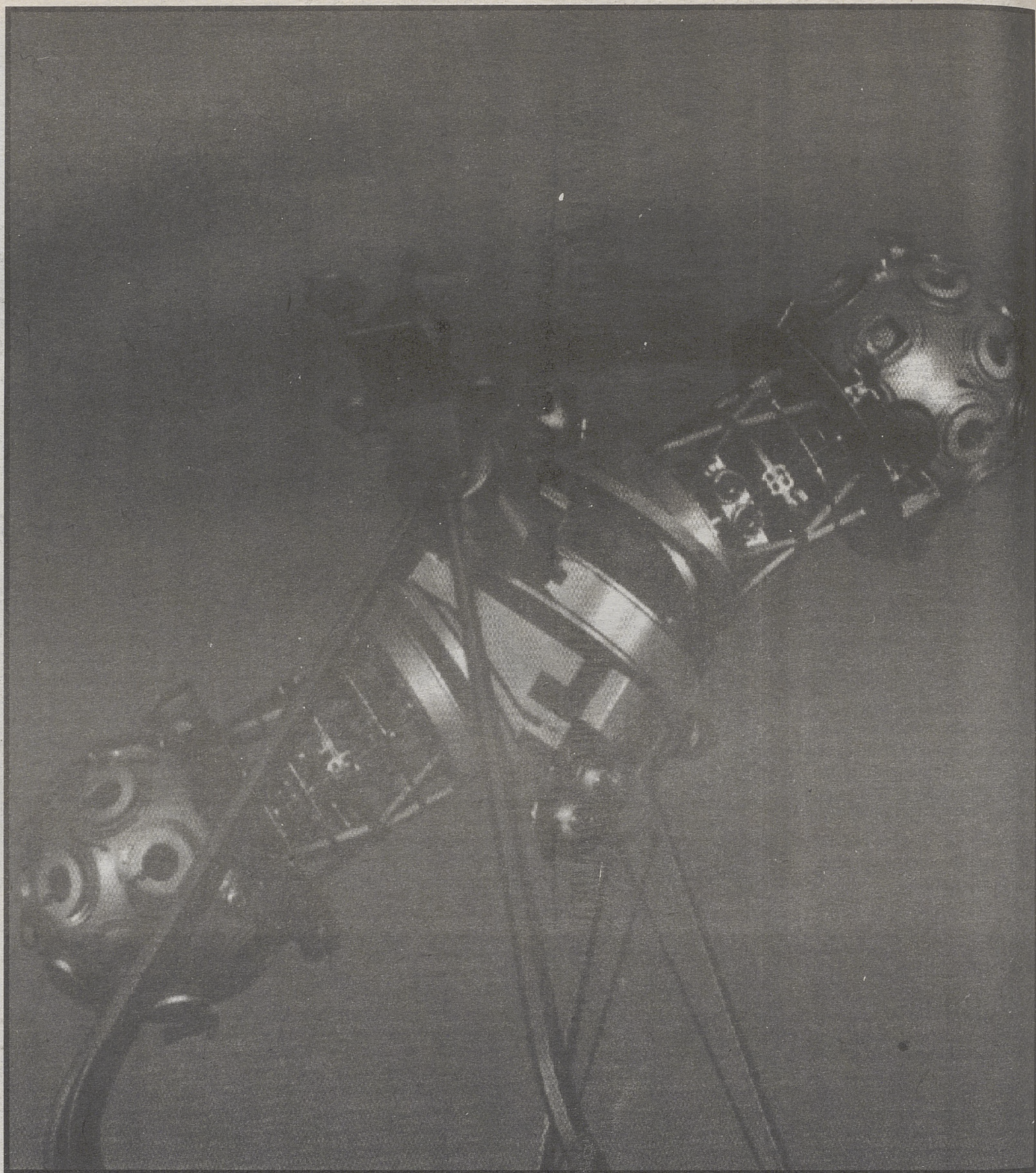
La astronomía, la ciencia organizada más antigua, que fue mito y astrología en épocas pretéritas y que hoy es prácticamente astrofísica, ha logrado en lo que va de siglo una nueva visión del Universo y está en estos momentos en plena efervescencia descubridora. En las últimas décadas se ha producido un avance espectacular en el conocimiento del cosmos y los descubrimientos serán aún más relevantes en el futuro inmediato. Entre ellos, los agujeros negros siguen acaparando la atención de los especialistas.

MANUEL CALVO HERNADO

El hombre vive en un pequeño planeta, la Tierra, que es arrasado a velocidades fabulosas por su estrella, el Sol, a través del espacio interestelar. Hace poco que sabemos, además, que se trata de un astro muy corriente, de los que hay no menos de diez mil millones en su propia isla estelar, la Vía Láctea. Pero es que su familia, el *grupo local*, tiene una treintena más de galaxias, del *supercúmulo local*, que es un enjambre de galaxias más bien pobre. En el Universo sabemos que hay bastantes de estos supercúmulos y algunos de ellos con más cúmulos que galaxias en el nuestro.

Esta síntesis se debe a un hombre de ciencia, Francisco Sánchez, director del Instituto de Astrofísica de Canarias. Eso que llamamos energía, añade, está en el fundamento de todo lo que observamos en la Tierra y también en los confines más remotos del cosmos. Aparece concentrada en forma de materia, con marcada tendencia al agrupamiento: quarks, partículas elementales, átomos, moléculas, estrellas, galaxias, cúmulos y supercúmulos.

En todos los casos, los cuerpos celestes, siempre en evolución, no son más que agrupamientos de partículas elementales ligadas; las mismas que se van descubriendo en los laboratorios físicos terrestres, las mismas que constituyen nuestro cuerpo. Con ellas y con tan sólo



VERTIGO EN EL COSMOS

cuatro interacciones (fuerzas) podemos dar una explicación global razonable de todo lo que nos rodea.

Decir que el hombre, compuesto de la inimaginable cifra de 10 elevado a 29 partículas elementales, es polvo de estrellas, es ya algo más que una frase poética. Nuestro Sistema Solar no nació en la primera generación de estrellas de la Vía Láctea, sino posteriormente, en el seno de una nube de polvo y gas, residuo de estrellas anteriores. Los componentes básicos de la vida, producto de la evolución estelar, se forman en el interior de las estrellas, las piedras filosofales que buscaban los alquimistas. De entre todos los misterios que encierra el Uni-

verso, los agujeros negros acaparan la atención no sólo de los astrónomos, sino de otros especialistas, ya que el problema está relacionado con nuestras concepciones físicas y filosóficas sobre la estructura del Universo.

Un agujero negro se ha definido como una estrella de tamaño descomunal y cuya fuerza de gravedad no dejaría escapar ni siquiera la luz. Es posible que ya existan y que absorban continuamente la materia hasta que todo haya desaparecido. Hasta ahora se creía que nadie había observado uno de estos inquietantes fenómenos del Universo, pero astrónomos de la Universidad del Estado de Ohio afirmaron haber visto cómo un agujero negro *engullía* una estrella.

En las últimas décadas se ha producido un avance espectacular en el conocimiento del cosmos

¿Cuándo nos tragará un agujero negro?, se pregunta Isaac Asimov. ¿Estamos en órbita de colisión con uno de ellos? Podría ser que, en respuesta a la expansión general del Universo, se produjeran contracciones locales ocasionadas por violentos acontecimientos en la historia de las estrellas gigantes y en sus constelaciones y que pudieran forzar a la materia a condensar-

se hasta formar agujeros negros o sumideros de luz de los que nada puede emerger.

La existencia de agujeros negros en el Universo fue deducida de la teoría de la relatividad de Einstein. Su interés práctico se basa en el hecho de que al aproximarse una nave espacial incrementa su velocidad hasta llegar a la de la luz y, al entrar en la esfera del agujero negro, cae en una trampa gravitacional. Los motores de la astronave, por muy potentes que sean, no podrían vencer la gigantesca fuerza de atracción y sus señales de socorro jamás serían captadas.

Sin embargo, científicos como el académico soviético Anatoli Logunov, rector de la Uni-



En la imagen,
aspecto de una
galaxia espiral

versidad de Moscú, niegan la existencia de agujeros negros ya que -dicen- una estrella no puede comprimirse y convertirse en un punto. Siempre tendrá dimensiones infinitas, según ponen de relieve las ecuaciones de Logunov. Su teoría no admite una contracción catastrófica: ni la desaparición de la materia. El objeto que se comprime tiene una estructura interna y jamás desaparecerá del espacio, como plantea la hipótesis de los agujeros negros.

Éxitos de público como el del libro de Stephen W. Hawking *Historia del tiempo* y otros igualmente apasionantes como *Construcción del Universo*, de David Layzer, *En busca del big bang*, de John Gribbin, *Las dimensiones gemelas*, de Géza Szamosi, y otros constituyen, a nuestro juicio, indicadores de que tales cuestiones empiezan a apasionar, o por lo menos a interesar, a la gente.

La cosmología está en plena evolución, a partir de Einstein, que publicó en 1916 su teoría de la relatividad general, con su conocida propuesta de que el tiempo y el espacio están relacionados de modo indisoluble. Un soviético, Alexandre Friedmann, retomó en 1922 las ecuaciones de Einstein y las aplicó al Universo. La teoría afirma que el cosmos está en movimiento y que un día se contraerá o que se dilatará para siempre. Esta última hipótesis es confirmada, siete años después, por la experiencia de Edwin Hubble, quien ha-

Científicos norteamericanos afirman haber detectado un agujero negro

bía afirmado que la Vía Láctea, nuestra galaxia, no era un objeto único y que miles de millones de hermanas suyas se diseminaban en el cosmos.

Conclusión: el Universo se expande. Deducción lógica: si hoy se dilata, es que un día era un pequeño paquete ultradenso, ultracálido y de poderosísima radiación. Nace la idea del big bang.

La cosmología moderna es un hervidero de pasiones. Un ejemplo son las teorías del soviético Moisei Markov. Según demuestran los cálculos -dice- las estrellas de gran masa no se transforman en algo estático tras sufrir un colapso gravitacional (agotadas las fuentes de energía y extinguidas las reacciones), sino

que pasan a un espacio distinto del nuestro y empiezan a crecer. Ese otro espacio representa una especie de futuro absoluto respecto del espacio en que nos toca vivir y, por tanto, es inobservable. A su vez, objetos procedentes de otros mundos pueden aparecer en el nuestro.

Para la cosmología actual, lo infinitamente pequeño -partículas elementales- y lo infinitamente grande -el Universo- forman un todo orgánico e indivisible.

Los cosmólogos son como los arqueólogos, que excavan cada vez más hondo en los estratos para descubrir los fragmentos de una civilización hasta el momento mismo de su origen.

La belleza del Universo en expansión de Hubble permanece, pero ahora su esplendor está penetrado de energías titánicas. Al mismo tiempo, en una nueva asociación muy fructífera con los físicos que estudian las partículas, los cosmólogos están retirando las barreras que antaño obstruían nuestra comprensión del nacimiento del Universo en una explosión primordial de hace unos 15.000 millones de años.

Nuevas percepciones de las formas en que se relacionan entre sí las fuerzas básicas de la naturaleza están permitiendo a los teóricos imaginar lo que pudo haber pasado en la billonésima de la billonésima parte del segundo que siguió a la génesis. Los enigmas que acosaron a los cosmólogos durante decenios se

desvelan. Los teóricos más osados están incluso empezando a aventurar la pregunta de por qué llegó a haber algo en el Universo en lugar de nada. Es posible que las cuatro dimensiones de espacio y tiempo en que vivimos se inflasen a partir de un grano infinitamente pequeño compuesto de diez dimensiones. Estas son las preocupaciones de los nuevos cosmólogos.

El cosmos, que en otros tiempos se consideraba blandamente homogéneo en escalas muy grandes, está también empezando a mostrar una textura maravillosa. Las galaxias parecen estar colocadas como si se apoyasen en la superficie de enormes burbujas-nido que se extienden, cada una, a lo largo de varios cientos de millones de años-luz (cada año-luz equivale a 9,468 billones de kilómetros). Toda esta espuma podría ser muy bien una reliquia que nos proporcionara indicios sobre el alba de la creación.

En los últimos años, algunos teóricos se están atreviendo a forcejear con una cuestión antes impensable: reflexionar sobre qué estaba ocurriendo en el instante cero del Universo. Pero sus meditaciones no son vagas especulaciones que se discuten mientras se toma café en la sala del departamento de física, sino

tratados matemáticos rigurosos que se adhieren a las leyes de la física de partículas, a la mecánica cuántica y a las teorías de Einstein de la relatividad.

La ciencia no consiste sólo en predicciones, cálculos y experimentos; es el juego constante de comprender el mundo, un diálogo con el Universo en que se formulan preguntas y nacen intuiciones. La principal tarea del científico es buscar modos de continuar el diálogo con la naturaleza.

En su libro *A través del maravilloso espejo del Universo*, sus autores -un físico y un escritor científico- describen la nueva revolución en la física, la matemática, la química, la biología y la neurofisiología que conducen a la naciente ciencia de la totalidad, es decir, la posibilidad de concebir un universo sin límites, pero en continuo despliegue. Durante miles de años, la totalidad estuvo muda. Ahora puede hablar, y no sabemos lo que dirá.

La ciencia y su hermana la tecnología nos deparan tantas sorpresas que ya cuesta sorprenderse: agujeros negros, ingeniería genética, chips de computación del tamaño de una partícula de polvo. Estamos preparados para cualquier cosa. Todos nos hemos convertido en habitantes de la ciudad de la ciencia. Las nuevas teorías e hipótesis podrían llevarnos a un mundo tan alejado de nuestra actual ciencia moderna como nuestra ciencia lo está de las certidumbres ocultistas de la Edad Media.

Enciclopedia informática de plantas

El siglo de las luces, el XVIII, alumbró muchos dominios del conocimiento científico, pero quizá uno de los más conocidos sea el de la Botánica. El sueco Linneo, que se carteaba con nuestro valenciano Cavanilles, realizó la primera clasificación coherente de especies en su *Species Plantarum*, logrando censar hasta 8.000 plantas diferentes.

Dos siglos después, en estos días se han reunido en el Kew Garden londinense 45 sociedades botánicas de todo el mundo para tratar de establecer un catálogo informático, posiblemente en formato de disco láser, de las 250.000 especies, con cerca de un millón de nombres, conocidas hasta el presente.

Cada año se descubren cientos, e incluso miles, de nuevas plantas, pero la información sobre ellas es difícilmente accesible entre los distintos países; de ahí que el proyecto de informatización global haya sido acogido con entusiasmo por los estudiosos del vegetal.

Nuevo récord superconductor

La superconductividad, resistencia eléctrica nula y diamagnetismo perfecto, ha pasado a ser uno de los grandes paradigmas de nuestro tiempo, pero, posiblemente, aún queda bastante camino por recorrer hasta

que se alcancen las adecuadas cotas de rentabilidad comercial.

Entre tanto, los grupos investigadores no cesan de competir en la carrera por alcanzar las más altas - y por tanto razonables - temperaturas posibles.

El último listón lo ha saltado un equipo de ingenieros de la compañía Hitachi obteniendo un superconductor compuesto por un óxido de vanadio que funciona a -151°C (ocho grados más arriba que el anterior récord, logrado en 1986) mediante la aplicación de una mezcla de talio, bario y calcio.

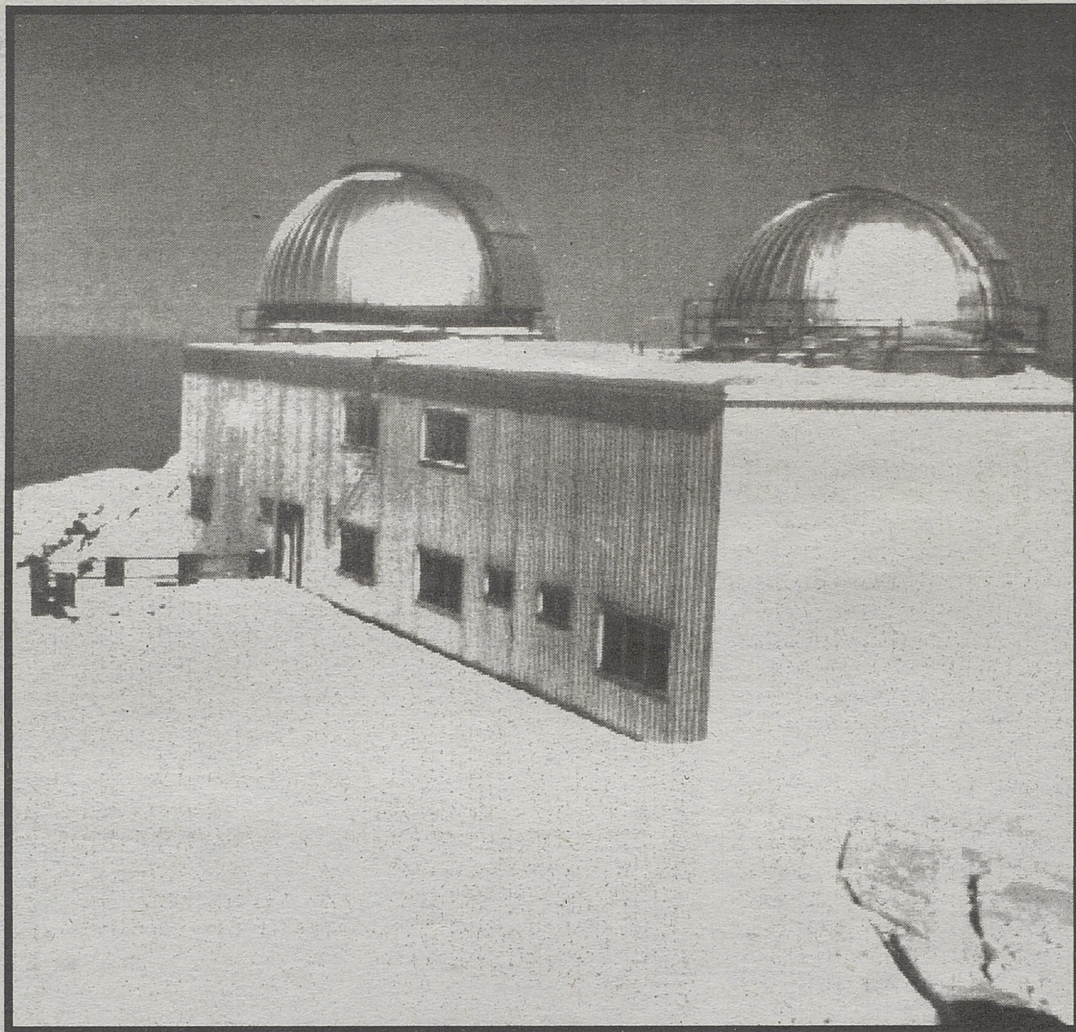
Informática hacia el Este

El derrumbamiento del sistema de socialismo real en los países del ex-bloque socialista ha animado a los inversores occidentales a traspasar

los otrora simbólicos telones de acero. En estos días, IBM ha lanzado un programa que, bajo el nombre de Iniciativa académica, pretende introducir un vasto sistema de consorcios en todos los organismos públicos de investigación relacionados con las Academias de Ciencias. El planteamiento supone la creación de una red

que incluiría a 250 centros a los que se les facilitarían, gratuitamente, material informático avanzado, para establecer un ambicioso circuito comercial.

Ellos pondrán la materia gris y la multinacional norteamericana el aparato. ¿Es justo el trato? Quizá lo sea; habrá que esperar a los resultados.



MARIANO FRANCO

Astrofísica fría

Las bajas temperaturas antárticas proporcionan un cielo extraordinariamente transparente

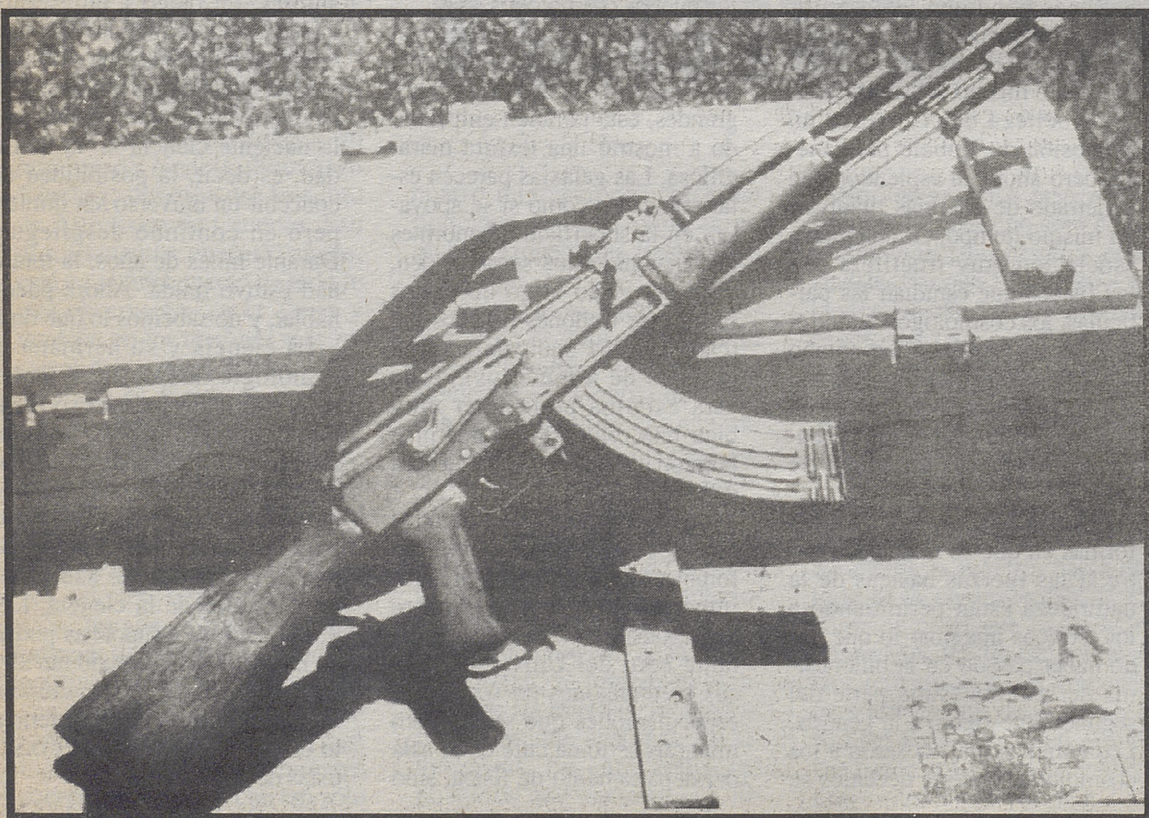
Contaminación bélica

En los últimos meses una buena parte de la humanidad ha respirado con mayor tranquilidad al observar cómo el desarme entre las grandes potencias, USA-URRS, se ponía en marcha. Sin embargo, el elevado costo del desmantelamiento y retirada de tropas de zonas que han pasado a ser gélidas en cuanto a su hipotética peligrosidad pone un punto de morosidad en el cambio.

El problema no se reduce a costos, sino al origen de los mismos. Un reciente estudio de impacto medioambiental en las bases norteamericanas en Europa ha puesto de manifies-

to que las agresiones al medio son tan graves como las derivadas de la presencia de petróleo en la capa freática. Gran parte de la contaminación procede de los derrames de combustibles, producidos durante decenios, en ríos y sembrados, especialmente en la base de Rhein Main, cerca de Frankfurt.

El todopoderoso Pentágono parece que tiene la intención de realizar una escrupulosa evaluación de los daños medioambientales que sus tropas destacadas en Europa han producido, antes de proceder al desmantelamiento de las bases.



BANCO DE LA IMAGEN

CONTRA EL TERRORISMO AEREO



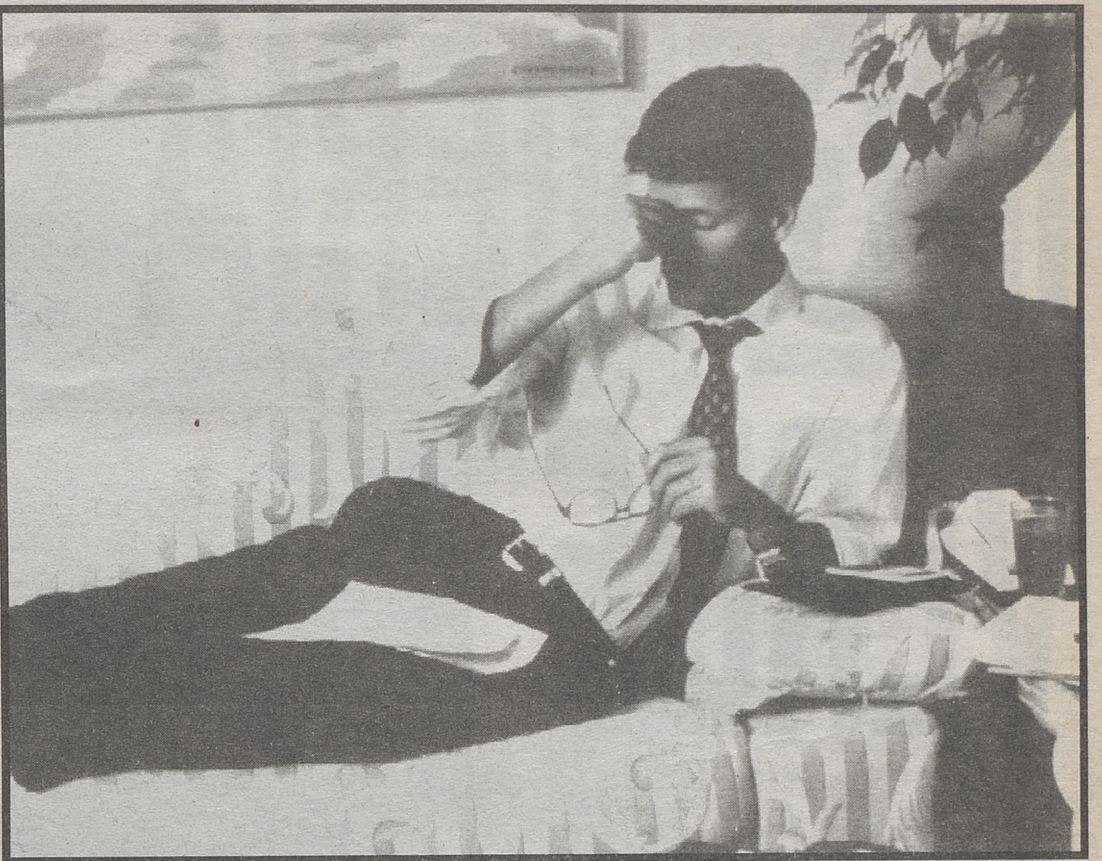
BANCO DE LA IMAGEN

Una compañía norteamericana acaba de poner en el mercado un detector electrónico portátil capaz de delatar la presencia de explosivos plásticos en las ropas o maletas de los pasajeros de un avión en tan sólo treinta segundos.

El aparato analiza los gases de una muestra de aire en las ropas de los usuarios y en sus efectos personales y los analiza al instan-

te. Si el resultado es positivo, suena una alarma y se pone en marcha un dispositivo que comprueba, mediante un cromatógrafo acoplado a un ordenador, el tipo y cantidad de gas.

El ingenio ha sido diseñado especialmente para evitar atentados terroristas y es muy probable que, en breve, la mayoría de los aeropuertos dispongan de tan avanzado in-



BANCO DE LA IMAGEN

Fatiga para una década

Comenzó a manifestarse como un conjunto de síntomas aparentemente irrelevantes: fatiga, trastornos de sueño, ansiedad. En general se trataba de casos aislados cuyos protagonistas solían ser altos ejecutivos sobrecargados de trabajo; no se le dio demasiada importancia clínica y alguien llegó a calificar el padecimiento como la *gripe del yuppie*, una nueva hipocondría por saturación de actividad.

Actualmente, numerosos epidemiólogos coinciden en estimar que, sólo en Estados Unidos, entre dos y cinco millones de personas padecen el *síndrome de fatiga crónica* (SFC), una rara enfermedad cuyo origen se esconde entre las brumas del misterio.

Probablemente el SFC no es una enfermedad nueva, pero en los últimos años ha empezado a conocerse su pavorosa dimensión y algunas de las claves de esta *enfermedad de los años 90*. Los primeros casos comenzaron a datarse a mediados de la pasada década; los síntomas comunes son fiebre, desórdenes del sueño, diarrea, dolores y debilidad muscular, sudores nocturnos, cambios de humor, ataques de pánico, problemas de visión, pérdida de memoria e incluso demencia.

Durante el último quinquenio la enfermedad se ha ido identificando en diferentes países y en cada uno de ellos, especialmente en los más desarrollados, ha recibido denominaciones diversas. Los japoneses la llamaron *síndrome de células naturales asesinas* -o algo parecido desde su traducción del inglés-; británicos y canadienses la bautizaron como *encefalomielitis miálgica*

**Aparece
una nueva
enfermedad
de características
similares
al SIDA**

ca y los norteamericanos la recibieron inicialmente bajo el apelativo de *síndrome de fatiga por disfunción inmunitaria*.

Tras múltiples investigaciones la única conclusión clara es que el SFC supone una alteración del sistema inmunitario humano, que pierde su eficacia en la lucha contra las infecciones virales más comunes. En paralelo, los neurólogos han descubierto que los pacientes presentan deficiencias y anomalías fisiológicas en el cerebro.

De una manera u otra, el agente desconocido ataca a los linfocitos T. Estos, según algunas tesis, al sentirse agredidos producen unas sustancias químicas, las citokinas, algunas de las cuales, como la interleukina-2, que se aplica en los tratamientos de cáncer, producen síntomas muy similares a los que caracterizan al SFC. Hace dos años, los doctores Cheney y Bell realizaron un estudio en 104 afectados que puso de ma-

nifiesto que su nivel medio de interleukina-2 era cuarenta veces mayor que en los sujetos sanos. Otras investigaciones han evidenciado que los linfocitos T se habían tornado inactivos en los pacientes de SFC.

Este debilitamiento del sistema inmunitario produce trastornos neurológicos evidentes. Utilizando distintas técnicas, científicos norteamericanos han determinado con precisión que en los afectados se registra un flujo de sangre anormalmente bajo en los lóbulos temporales y el hipocampo cerebral, las zonas donde precisamente se forma la memoria.

Situado en estos parámetros, el síndrome de fatiga crónica evidencia múltiples semejanzas con el SIDA, aunque de él le separan dos diferencias fundamentales: no ocasiona la muerte y no se transmite por contagio. Por lo demás les une la circunstancia de que la vida de los pacientes se convierte en un verdadero infierno.

Aunque se ha avanzado de forma notable en el conocimiento del misterioso mal, aún queda por esclarecer la cuestión fundamental respecto a su origen. Por el momento los resultados de la experimentación apuntan a un hipotético retrovirus hasta ahora desconocido que, como en el caso del VIH de SIDA, el HTLV-1 y 2 (los tres únicos que se ha descubierto afectan a los seres humanos) ataca a los linfocitos que constituyen la base del sistema de autodefensa inmunitaria.

La comunidad científica tiene ante sí múltiples interrogantes y lo único cierto es que ya son millones los ciudadanos que en diversos lugares del mundo esperan angustiados la respuesta.

Algodones asesinos

Ultimamente se han desarrollado técnicas que intentan proteger de las plagas a los vegetales, sin utilizar los insecticidas o pesticidas químicos, que producen efectos secundarios indeseables. Primero fueron las feromonas, sustancias que imitan los aromas del celo entomológico para atrapar a machos o hembras en trampas. Ahora, en la Universidad de Texas se ha creado un sistema mediante el cual las plantas pueden autoprotgerse. Los investigadores han insertado en el patrimonio genético del algodón la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que segrega una proteína que envenena fundamentalmente a los anélidos.

Acelerador industrial

Ingenieros franceses han desarrollado el primer acelerador de partículas europeo para uso industrial. Funciona bajo el mismo principio de los grandes aceleradores clásicos, de forma que un campo eléctrico alternativo acelera los electrones mientras que grandes imanes provocan inflexiones en su trayectoria. La novedad consiste en que los electrones son reinyectados hasta cinco veces en la cavidad, con lo que van adquiriendo una velocidad cada vez mayor. La recirculación abarata extraordinariamente el proceso y la máquina podrá comercializarse en un precio aproximado de unos 125 millones de pesetas.

INGENIERIA VERDE

Las obras de ingeniería civil, algunas de las cuales constituyen proyectos imprescindibles para la sociedad actual, son elementos que siempre dan lugar a la transformación del medio ambiente y, a veces, a su destrucción. Administraciones públicas y organismos privados han puesto en marcha sistemas de defensa que pretenden paliar, en alguna medida, el impacto ambiental de las construcciones.

**Se incrementan
las medidas
para frenar
el impacto
ambiental de
las obras públicas**



PILAR RAMÍREZ

El deterioro constante que sufre nuestro entorno ha originado un creciente clima de preocupación en la opinión pública. La urbanización de Doñana o la construcción del embalse de Riaño son sólo algunos de los más recientes ejemplos que han suscitado una inmediata respuesta popular basada en los temores que cualquier gran obra de ingeniería suscita entre los ciudadanos.

Las alteraciones que la construcción y explotación de una obra pública producen en el medio ambiente son muy diversas y varían desde la destrucción de zonas de interés arqueológico y geológico o la contaminación de las aguas hasta el aumento de la erosión e, incluso, la modificación del clima. También pueden verse afectadas, por ejemplo, especies animales y vegetales por una alteración de su hábitat o una redistribución espacial de sus poblaciones.

En general, estos cambios están generados por la construcción, la explotación y el abandono posterior de las obras, tres tipos diferentes de impacto ambiental que, según el reglamento comunitario de

1988, deben mencionarse en los proyectos de determinadas obras. Las construcciones sometidas a la evaluación de impacto ambiental son, entre otras, las refinerías de petróleo, las plantas siderúrgicas, las autopistas y vías de ferrocarril que supongan un nuevo trazado, las grandes presas y los puertos comerciales.

Con el fin de paliar las consecuencias negativas de la ingeniería civil, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), organismo autónomo del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), ha puesto en marcha diversas técnicas de ingeniería ambiental. La creación de redes de vigilancia radiológica, la mejora de procesos de análisis o la publicación de guías esclarecedoras son sólo algunos de los elementos que conforman los planes de vigilancia y gestión llevados a cabo por la Administración pública. En este sentido, José Trigueros, jefe del Programa de Estudios Ambientales del CEDEX, defiende la polémica publicación de la reciente guía metodológica por parte de la Dirección General del Medio Ambiente: "Es uno de los métodos más fiables para proyec-

tar una obra. Es cierto que no se dice cómo llevarlo a cabo, pero se indica qué es lo que hay que hacer antes de construir una carretera o una presa. Todo el mundo tiene derecho a saber que el procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental conlleva la posibilidad de la participación pública. Ello se consigue con el establecimiento de consultas a personas, instituciones y administraciones. Las contestaciones a estas consultas son trasladadas al titular del proyecto, que las tendrá en cuenta en la posterior redacción del estudio de impacto ambiental".

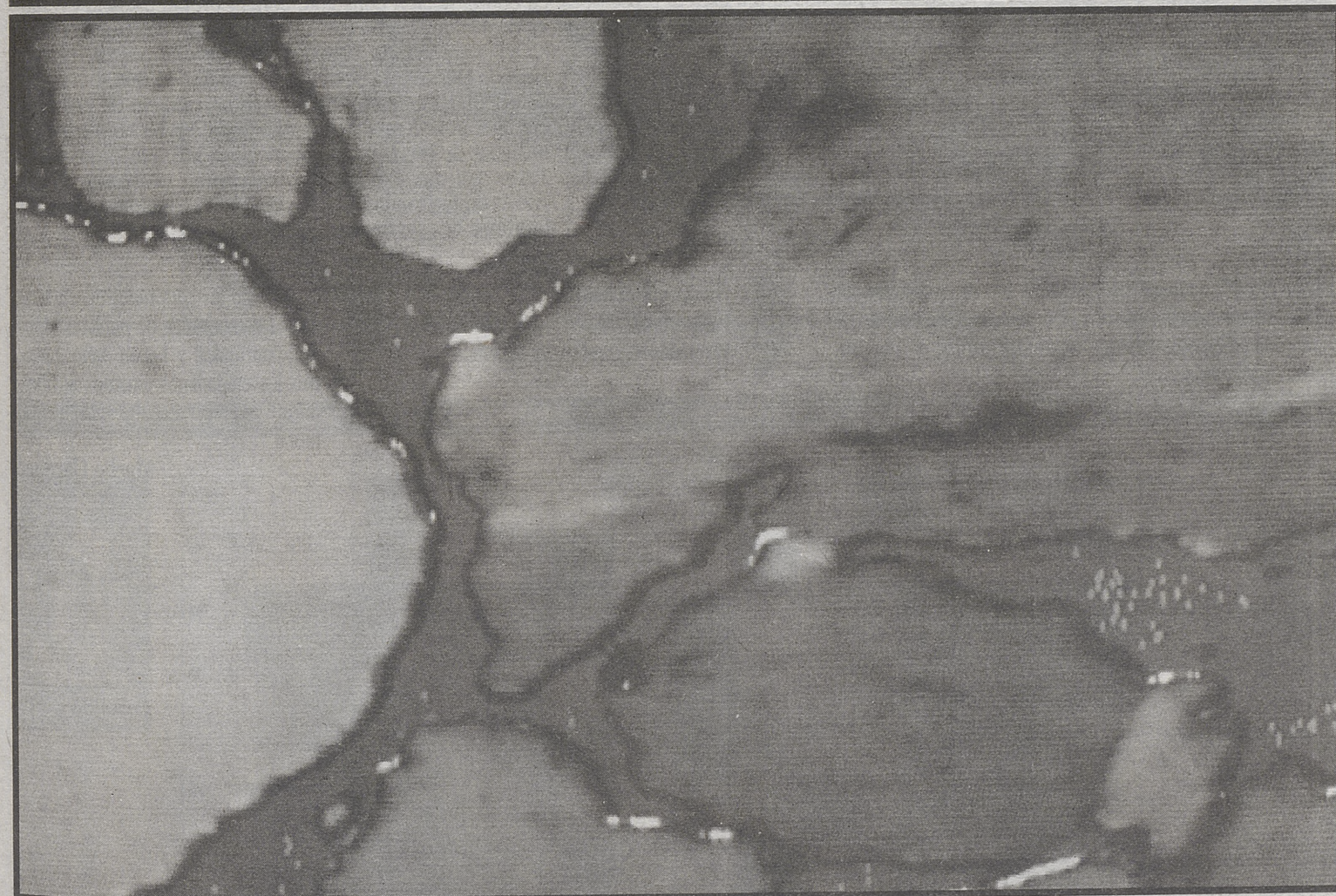
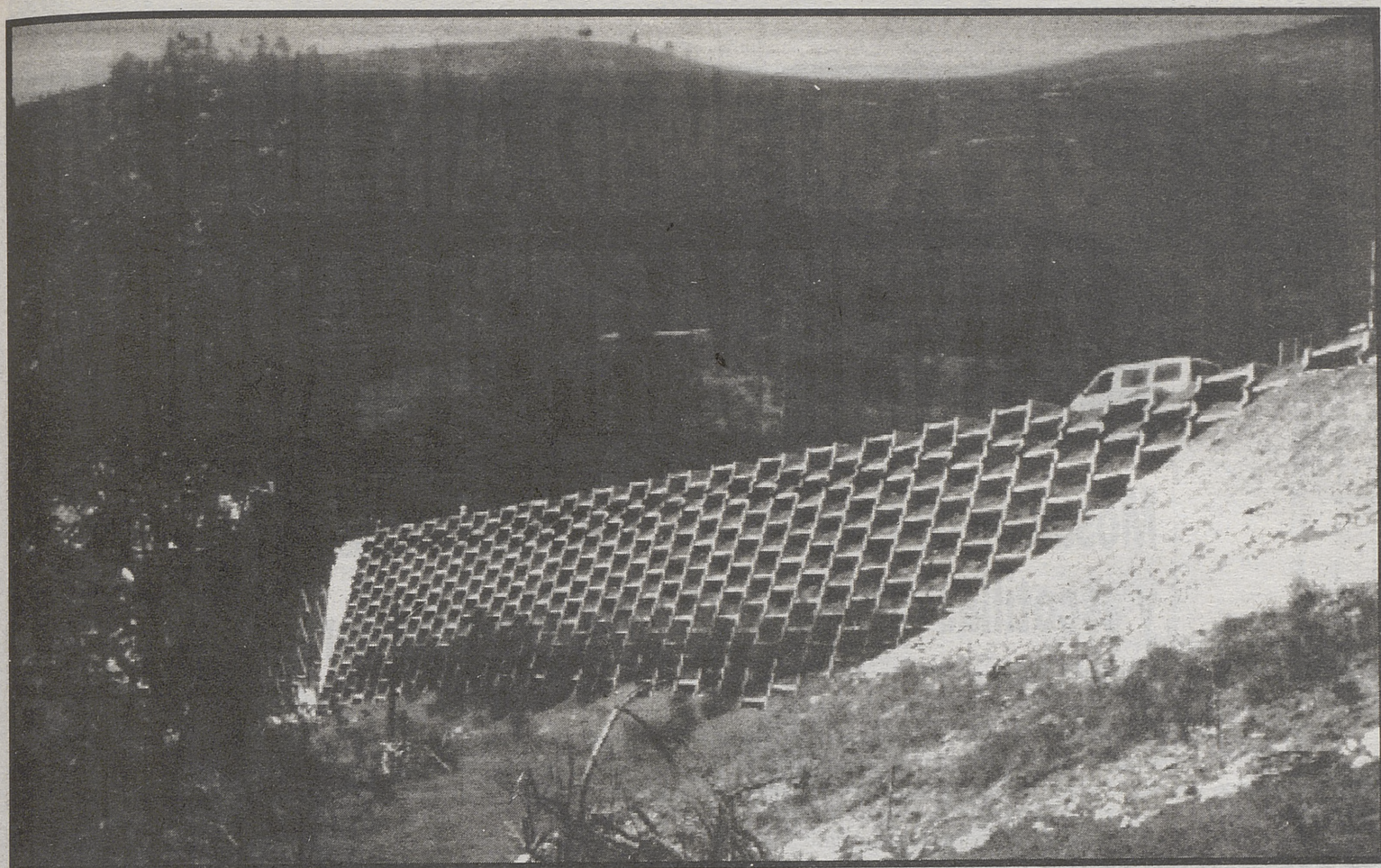
La iniciativa privada en este campo ha optado por la creación de empresas consultoras, encargadas de la gestión y asistencia técnica de estudios ambientales. La actividad se centra en la aplicación directa de los resultados obtenidos en investigaciones realizadas sobre las obras de las empresas que contratan sus servicios. Las consultoras cuentan con equipos de trabajo multidisciplinarios que reúnen a especialistas en arqueología, química, sociología, economía e ingeniería en las diversas especialidades (montes, industria, ca-

Las obras públicas conllevan un daño medioambiental que, a veces, puede ser reparado con repoblaciones vegetales y animales

minos y agronomía). Rafael Ceballos, un ingeniero de montes que constituyó una empresa consultora en 1987, centra las actividades de la compañía en la elaboración de estudios, informes y proyectos relacionados con la identificación de impactos ambientales, así como en la investigación de alternativas y medidas correctoras. Rafael Ceballos es consciente de la importancia que tiene el incremento de la sensibilidad social sobre esta cuestión "porque el problema de la contaminación es algo continuo que generamos todos; por tanto, lo mejor es localizar los elementos contaminantes, encerrarlos y destruirlos. También hay que convencer a la gente de que una obra pública no tiene por qué dañar el entorno, pero para ello es necesaria la educación ambiental, y eso sólo puede ser realizado por la Administración. Es esencial enseñar y divulgar el paisaje en toda su di-

mensión, porque éste consiste en algo más que flora y fauna".

El primer reglamento referente al impacto ambiental de las obras surgió en la Comunidad Europea en 1986, pero fue en 1988 cuando se aprobó el actual decreto legislativo. En él se prevé la inclusión de una evaluación de impacto ambiental en determinados proyectos de obras públicas. Esta legislación y la evaluación presentada son imprescindibles en el desarrollo del trabajo de todo organismo relacionado con la ingeniería civil. Se comienza por establecer un conocimiento del entorno donde va a ser realizada la obra y por la elaboración de un estudio de anteproyecto, que incluye diversas alternativas del trazado, con especial atención a los costes económicos y a la afectación del hábitat. Se hace un análisis del medio físico y de su interacción con el proyecto en lo que respecta a la flora, fauna, suelo y paisaje. También es preciso un análisis económico, en el que se estudian los detalles de la población, la socioeconomía, la cultura y los ruidos que pudieran derivarse. Es importante el seguimiento de la ley de impacto ambiental en su ámbito nacional y autonómico por las



A la izquierda e, muro verde, que supone una nueva relación entre la naturaleza y las obras públicas. En la parte inferior aplicación del análisis digital de imagen al estudio de cementos y hormigones

trolar, porque la construcción es muy dispersa. Al constituir además una de las más importantes fuentes de ingresos del país, cuenta con una protección que no tienen otro tipo de agresiones al medio. Otra tendencia, que posee el respaldo de las Cámaras Europeas de Comercio, se está imponiendo entre los industriales. Se trata de avalar la autenticidad de los productos con un *sello ecológico*. Esta identificación de carácter oficial y que respondería a severos criterios de control, garantizaría la calidad de determinados productos. Es una forma más de incrementar las ganancias, apoyándose en la idea de que la conservación de la naturaleza proporciona buena imagen pública. El patrocinio ecológico constituye un negocio en expansión que, según Walter Polk, consejero delegado del Centro Ecológico Nacional, se acercará a los 10.000 millones de pesetas hasta 1993. El apoyo oficial, nacional y comunitario a toda iniciativa ecológica está empezando a fructificar. El Plan Medioambiental del Ministerio de Industria destinará hasta 1994 una inversión de 38.000 millones para incentivar la adopción de tecnologías *limpias* en las fábricas españolas. También la Comunidad Europea desplegará programas de investigación y desarrollo para la protección del entorno. Destaca en este sentido el STEP, un proyecto que se llevará a cabo hasta 1992 para ofrecer apoyo científico y técnico a las políticas ambientales.

Por su parte, también la opinión pública puede participar de manera activa en esta preocupación. En el caso de las obras públicas, y con el fin de dar a conocer las consecuencias derivadas de la realización de una obra de ingeniería civil, se publica un documento de síntesis, realizado después de la valoración del proyecto en cuestión, que recoge toda la información que puede ser útil al ciudadano para hacer una alegación. En el escrito se incluyen las alternativas viables al proyecto y la justificación de la solución que ha sido adoptada al respecto. Se describen las interacciones ambientales claves que darán lugar a posteriores modificaciones del entorno y se valoran los impactos que pueden producirse. Se incluyen medidas correctoras que quizá sea necesario aplicar y se explican los problemas de vigilancia que serán llevados a cabo para asegurar el cumplimiento de todo lo expuesto. De esta manera, el ciudadano tiene opción a participar en una obra que afectará de forma directa o indirecta a su propio entorno.

España acaba de aportar una tecnología punta al mercado con el desarrollo de un nuevo producto ambiental. Se trata de un muro para la contención de tierras que absorbe el ruido y las vibraciones generadas en las vías de circulación. Es la primera iniciativa de este tipo a escala comunitaria y supone una pantalla efectiva contra el impacto ambiental que hasta el momento suponían las obras acompañadas de movimientos y contención de tierras y, especialmente, las infraestructuras viarias. La idea se basa en el aprovechamiento de la gran capacidad de absorción de sonido que tienen la tierra y la vegetación, y en la unión permanente del terreno con las armaduras del muro gracias al esfuerzo de rozamiento. Es una solución efectiva a los problemas de contención de tierras que sustituye el clásico muro por un jardín en pendiente. Ello le ha valido a PRETASA, la empresa constructora, el reconocimiento de

EL MURO ECOLOGICO

la Comunidad Europea por las propiedades ecológicas, estéticas y acústicas del invento. La idea se enmarca dentro de las exigencias de la normativa comunitaria y española, que imponen la dismi-

nución del impacto ambiental en las obras de infraestructura.

El proyecto se desarrolló entre 1989 y 1990 y ha tenido un costo de cuatro millones de pesetas. A pesar de que la comercialización comenzó el pasado mes de junio, ya se han vendido miles de metros a diferentes compañías consultoras y se prevé en los próximos tres años una demanda de 25.000 metros cuadrados. La empresa, aparte de continuar la investigación de las diversas aplicaciones del muro ecológico en aeropuertos, viviendas unifamiliares o líneas de ferrocarril, pretende la creación de una red de comercialización a escala europea. Ello consolidaría la oferta del producto en la Europa del mercado único de 1992.

peculiaridades que cada comunidad encierra.

En nuestro país la preocupación por esos problemas ha ido en aumento durante los últimos años. Los organismos han mostrado creciente interés por el conocimiento de los recursos y la captación de fondos comunitarios, que son distribuidos por la Secretaría General de Medio Ambiente y la agencias medioambientales de cada comunidad autónoma. Las empresas se interesan por obtener la cartografía de los diferentes recursos naturales y la respuesta popular a la amenaza del entorno natural en ocasiones es positiva. Sin embargo, no es suficiente. La cantidad de vertidos incontrolados cada vez es mayor y la edificación hotelera continúa. Este es el problema más difícil de con-



CSIC 1990. Avances para un programa

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Tras un largo y profundo proceso de análisis, balance y discusión interna, el CSIC, el mayor organismo científico pluridisciplinar español, ha editado un volumen a modo de *libro blanco* que quiere marcar las grandes líneas que su investigación debe seguir en el futuro. La reflexión se extiende a cada una de las ocho áreas científicas en las que se estructura el Organismo e incluye una nueva referencia a los trabajos relacionados con el medio ambiente. Desde su prólogo se invita al lector a analizar sus contenidos y a realizar críticas con el fin de "ir dotando con los mejores armazones a un edificio de ciencia y desarrollo tecnológico que, en su voluntad de servicio, ha de ser albergue común para el progreso".

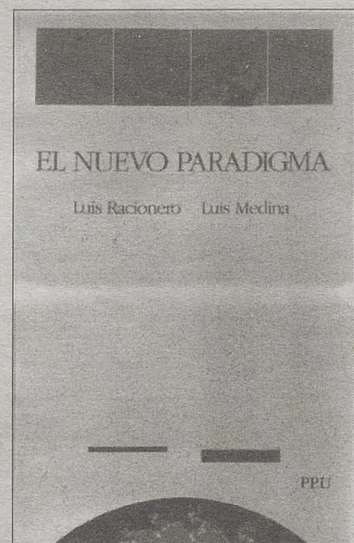


Mosaicos de Penrose y escotillas cifradas

Martin Gardner. Editorial Labor

Un vez más, Gardner ofrece al público su peculiar visión, desde el entretenimiento, la fascinación y la belleza, de la matemática contemporánea; una vez más también, su libro es una compilación de artículos aparecidos periódicamente en alguna revista, en este caso *Scientific American*, oportunamente revisados y puestos al día para la presente edición. Respecto a estas nuevas aportaciones cabe destacar que muchas de ellas provienen de lectores con los que Gardner ha mantenido intensa y fructífera correspondencia durante años.

Por los 19 capítulos del libro pasean matemáticos excepcionales que ya han alcanzado categorías míticas, como Mandelbrot, Penrose y Conway, junto al escultor español Miguel Berrocal cuyas esculturas en *múltiples* fascinan al autor.



El nuevo paradigma

Luis Racionero y Luis Medina. Promociones y Publicaciones Universitarias

Los autores de este ensayo, ambos periodistas y reputados divulgadores, afirman desde la primera página que "la razón ha llegado al final de su viaje. El presente se ha enjaulado en un tiempo peripatético, abstruso, incoherente y en contradicción constante con su propia esencia evolutiva de destino. Se ha creado un laberinto de conceptos que ha transformado el conocimiento en una nueva Torre de Babel". Desde esta posición, encuadran lo que se ha venido popularizando como el *nuevo paradigma* de una ciencia que, aún dentro de su ortodoxia, se ha atomizado en miríadas de fragmentos que recorren infinitas direcciones. Texto ágil que expone con buen ritmo las teorías que se sitúan en la frontera de las creaciones cinematográficas y literarias de este tiempo.

entre líneas

"Si preguntamos si la posición del electrón se mantiene invariable, debemos contestar que no; si preguntamos si la posición del electrón cambia con el tiempo, debemos decir que no; si preguntamos si el electrón está en reposo, debemos responder que no; si preguntamos si está en movimiento, debemos afirmar que no"

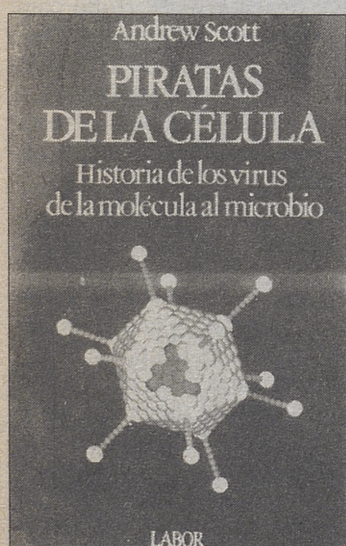
C. Oppenheimer

"El día que el hombre se de cuenta de sus profundas equivocaciones, habrá terminado el progreso de la ciencia"

M. Curie

"Así como las editoriales tienen la libertad democrática de publicar libros que confunden y hacen daño, nosotros los ciudadanos tenemos la libertad de expresar nuestra indignación moral"

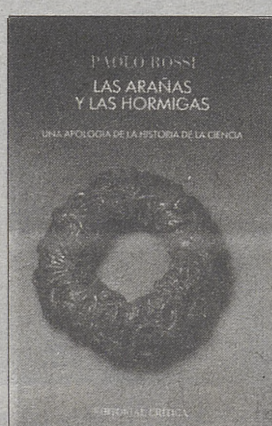
Martin Gardner



Piratas de la célula

Andrew Scott. Editorial Labor

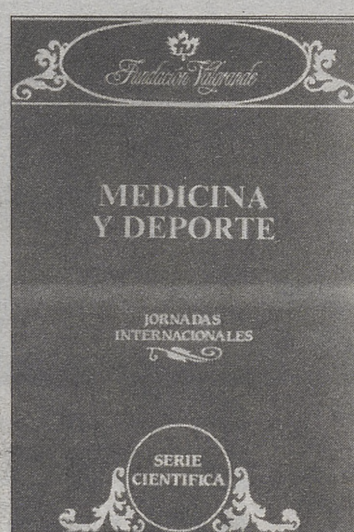
Este libro, de acertado título y no menos adecuado estilo divulgador, quiere ser una apasionada introducción al mundo de los virus, unos minúsculos microorganismos cuya vida se reduce a aprovecharse de las células para lograr un incesante y frenético ritmo de reproducción. Destinado a estudiantes, biólogos y también a profanos, el volumen analiza las cuestiones más interesantes de la virología: qué son los virus, cómo se estructuran, qué daño producen y cómo se defiende el organismo invadido ante su agresión. Incluye un último capítulo dedicado al virus del SIDA, el *último invasor* conocido cuyos mecanismos de acción demuestran, mejor que ningún otro, los enigmas que aún quedan por resolver sobre el funcionamiento de estos *piratas de la célula*.



Las arañas y las hormigas

Paolo Rossi. Editorial Crítica

La metáfora utilizada por Francis Bacon para diferenciar a los filósofos racionalistas de los empiristas de su época sirve a Paolo Rossi, profesor de Historia de la Filosofía de la Universidad de Florencia, para dar título a su libro. El autor hace un análisis y establece diferencias entre los filósofos e historiadores de la ciencia, reconociendo la labor de los epistemólogos o *arañas*, ocupados en crear modelos cognitivos atemporales y de los maniacos de la erudicción u *hormigas*, amantes de las listas bibliográficas y cerrados a la especulación teórica. Rossi finalmente propone un enfoque histórico de la ciencia que logre unir el trabajo de ambos tipos de especialistas, que considere el peso de las comunidades científicas y las diferencias culturales, la importancia del contexto y la pragmática en los descubrimientos de la ciencia.



Medicina y deporte

Fundación Valgrande. Serie científica

Este libro es el resumen de las jornadas internacionales organizadas por la Fundación Valgrande dedicadas a la medicina y el deporte. Incluye las ponencias de distintos especialistas de diversas nacionalidades sobre la relación existente entre la salud y la práctica deportiva, con especial atención a minusválidos, ancianos, mujeres y niños. El espíritu de los escritos queda reflejado en algunas de las frases que sirven de introducción al volumen: "Gracias a la medicina en general, y a la medicina deportiva en particular, los individuos son más sanos y más fuertes, están más armónica y equilibradamente desarrollados". Los estudiosos y profesionales del tema pueden solicitarlo a la Fundación Valgrande. Núñez de Balboa, 77. 28006 Madrid.

El humor
de
Mendi



Damero histórico-científico



JOSÉ MARIA
LOPEZ PIÑERO

1	L	2	E	3	N		4	B	5	G	6	E	7	F	8	J	9	I	10	E		11	A
12	A	13	L	14	Q		15	P	16	H		17	C	18	A		19	J	20	N	21	G	
22	B		23	A	24	C	25	I		26	H	27	M		28	F	29	O	30	D	31	K	
32	M	33	I		34	N	35	B		36	G	37	E		38	F	39	N	40	D	41	K	
42	J	43	P	44	F	45	B	46	D	47	K		48	N		49	I	50	B	51	Q	52	P
53	C		54	K	55	L	56	I	57	G	58	A	59	B	60	P	61	K		62	B	63	O
64	A		65	M	66	Q	67	C	68	P		69	F	70	N		71	K	72	O			
73	A	74	H	75	N	76	L	77	M	78	I		79	G		80	M	81	F		82	M	
83	P	84	B	85	L	86	B	87	P	88	J		89	E		90	G	91	A	92	O		
93	Q	94	H	95	K	96	L		97	C	98	J	99	O	100	K	101	D	102	F			

- H. (Arquit.) Manzana de casas 74 26 94 16
- I. Respira con dificultad 9 33 44 25 56 78
- J. Notación matemática de incremento 19 98 42 8 88
- K. Estimúlele 81 47 54 100 95 41 71 61
- L. (Min.) Lave por segunda vez los minerales 55 85 1 96 76 13
- M. Saberes humanísticos 80 27 82 77 32 65
- N. Hágase perder electrones a unión o elemento 48 39 20 34 70 3 75
- O. Chanza 99 68 29 92 72
- P. Atendiera tus ruegos 52 15 88 87 48 60 68
- Q. Recopilación de una ciencia 14 66 51 93

- A. Trozos de composición tipográfica en que entran unas mil letras 11 91 23 12 64 73 58 18
- B. Engrandece, adorna 35 59 84 45 62 50 22 4 86
- C. Uso de los signos de la inflamación 53 24 67 17 97
- D. Número 101 30 40 46
- E. Hierba vivaz de la familia de las compuestas (plural) 6 2 89 37 10
- F. Canción triste 38 102 69 7 44 28 81
- G. Tumor con aspecto de madera 21 57 36 5 90 79

SOLUCION

"Las cometas, pues, ya os diré que se hacían de la exhalación o humor caliente que sube de la tierra a la tercera y más alta región".
PERO MEXIA, Diálogos
de Sevilla, fueron las obras de divulgación científica más difundidas en la Europa del siglo XVI. Antes de acabar la centuria alcanzaron
cerca de un centenar de ediciones en castellano, italiano, francés, alemán e inglés.

LA SALUD ESTA SERVIDA

NURIA MARTINEZ

Las propiedades benéficas de muchos alimentos, como la acción sobre determinadas enfermedades o el aporte vitamínico, son conocidas desde hace tiempo: la vitamina C y su efecto anticatarral y antifatigante, la zanahoria y la vitamina A, el ajo como hipotensor, etc. Pero no siempre se ha pensado en una nutrición completa y en la necesidad de que ésta incluya toda una serie de sustancias necesarias para el buen funcionamiento del organismo.

En la configuración de una dieta intervienen factores geográficos, ambientales y culturales. Por esta razón, dentro de un mismo país, hay regiones donde la población se alimenta de un modo más equilibrado que en otras. No obstante, en ocasiones sucede que en poblaciones determinadas, aún practicando hábitos alimenticios no deseables, tienen una longevidad elevada. Por ejemplo, una parte importante de sorianos y segovianos ingiere una cantidad considerable de grasas saturadas y, sin embargo, la esperanza de vida está próxima a los 81 años. La explicación reside en que estos ciudadanos caminan durante varias horas al día y acostumbra a cenar temprano y no mucha cantidad.

Pero no sólo hay que tener en cuenta lo que se ingiere, sino la forma en la que se prepara. El calor incide directamente en la composición de los alimentos hasta el punto de que puede destruir las sustancias nutritivas. A este respecto, el profesor Francisco Tortuero, director del Instituto de Alimentación Animal del CSIC, menciona como ejemplo el sistema de preparación de una carne: "no se puede decir que un filete a la plancha sea mejor que frito en términos de nutrición; cuando se cocina a la plancha, si el tiempo de permanencia de la carne se prolonga, una gran parte de las proteínas presentes en la carne se inutiliza, mientras que cuando se fríe el propio aceite de oliva actúa como protector frente al colesterol". Por otra parte, una forma de preparación tan popular como la barbacoa provoca la formación de sustancias cancerígenas en los alimentos. Las autoridades sanitarias norteamericanas han lanzado campañas informativas alertando sobre el abuso de los alimentos a la brasa.

La relación entre lo que se come y el estado de salud es cada vez más clara, según lo demuestran las investigaciones de los especialistas en nutrición. Baste citar como ejemplo el espectacular descenso en Estados Unidos de muerte por infarto debido a una disminución del consumo de productos con altos índices de colesterol, de azúcares y de grasas. Estos cambios han bastado para frenar una enfermedad que había alcanzado cifras alarmantes. En el caso del cáncer, además del componente genético, existe una relación directa entre la alimentación y determinados tipos de tumores. Según el epidemiólogo británico

Dime lo que comes y te diré quien eres. Esta versión libre de la sabiduría popular resume la importancia de la alimentación en el desarrollo y buen estado del organismo humano. En un mundo sometido por las prisas y el culto al cuerpo, la alimentación se ve maltratada por las comidas rápidas, diezmada por los regímenes de adelgazamiento y criticada por todos los que propugnan nuevos métodos de nutrición. Mientras que una dieta equilibrada puede proteger de ciertas enfermedades, una nutrición pobre en calidad, que no en cantidad, puede generar incluso procesos cancerígenos irreversibles.



BANCO DE LA IMAGEN

La forma de preparación de los alimentos puede determinar su acción en el organismo

Richard Peto "entre un 10% y un 70% de los cánceres bien podrían haber tenido su origen en la alimentación; se trataría de aquellos que afectan al aparato digestivo, uro-genital, colon-rectal, páncreas, ovarios, mama y próstata". Los investigadores apuntan a las grasas como principal agente causante, ya que aumentan el número de ácidos biliares, si bien se ha demostrado que otras sustancias inciden decisivamente en la formación de estos procesos carcinogénicos.

El cáncer de estómago, según se ha podido comprobar retrocediendo en la historia, provocaba un número elevado de muertes en países como Portugal, Japón, Alemania y Estados Unidos. Asimismo se observó que existía una relación directa entre la aparición de cáncer gástrico y los accidentes cerebro-vasculares. Después de muchos años de investigación y de verificar cómo esas cifras disminuían en aquellos países donde se introducía el frío como método de conservación de los alimentos (en Estados Unidos se inicia el descenso en 1929 y en Japón en 1960), se llegó a la conclusión de que el factor determinante de aparición del cáncer de estómago era la sal, que afectaba a la mucosa gástrica y al sistema cardiovascular y que se encontra-

**Especialistas en
nutrición confirman
la relación existente
entre la dieta
y la salud**

ba en grandes cantidades en los productos conservados por salazón.

La disposición de un organismo a permitir la formación de tumores está muy ligada a la flora intestinal que posee. Esta flora es el resultado de la dieta. Según Francisco Tortuero, "una persona que sólo come carne es un claro opositor a un cáncer de colon". Por el contrario, aquella persona que "incluye en su dieta la leche o el yogurt, está aportando a su organismo lactobacilos que le protegen frente a un posible proceso tumoral; y lo mismo sucede con las verduras, la fibra, el licopeno del tomate, las vitaminas A, C, D y E y los aceites de pescado, en un tiempo rechazados y hoy elevados a la categoría de eliminadores del colesterol".

La vitamina A es una de las vitaminas de la esperanza. Se ha relacionado su presencia en el organismo con una menor incidencia de cáncer buco-faríngeo y de pulmón. Se ha demostrado que aquellos fumadores que ingieren cantidades apreciables de vitamina A son menos propensos al cáncer de pulmón. Sin embargo, no se puede afirmar que esta vitamina sea la solución para estos tumores ya que se aportan datos experimentales que en ningún momento han de considerarse definitivos.

La fibra contenida en los cereales y las verduras añade carotenoides, que actúan como pantalla protectora. Pero no todos los investigadores se ponen de acuerdo a la hora de clasificarlas. Los nuevos trabajos realizados al respecto aseguran que las fibras insolubles de los cereales -formadas por celulosa- aportan una protección que las fibras solubles -compuestas de goma o pectinas- presentes en las frutas y las legumbres no ofrecen. Se atribuye este mismo efecto a la vitamina C. La clínica norteamericana Mayo realizó un experimento que consistió en administrar a enfermos terminales de cáncer diez gramos diarios de vitamina C. El resultado es que se prolongó sensiblemente la vida de los pacientes, pero no se impidió el desarrollo de la enfermedad. Lo mismo ocurre con la vitamina D, tal y como lo demuestran unas investigaciones realizadas en el National Cancer Institute de la Universidad de San Diego en California. Tras ocho años de trabajos se comprobó que el riesgo de padecer cáncer de colon colorrectal disminuyó en un 80%. No obstante, los propios investigadores han reparado en los efectos perniciosos que la administración de vitamina D pueden conllevar al paciente.

En el caso del papel protector de los aceites de pescado, se ha demostrado el carácter preventivo del pescado azul sobre el exceso de colesterol. Los ácidos grasos presentes en el pescado actúan como antioxidantes, si bien algunos estudios apuntan al selenio contenido en algunos pescados como el agente protector.

Sin embargo, pese a las propiedades benéficas de algunos alimentos demostrados en las pruebas experimentales, Francisco Tortuero se muestra cauto a la hora de recomendar la ingestión de uno u otro producto: "no hay alimento bueno ni malo. En cualquier caso se debe seguir una dieta variada, amplia y apetitosa que incluya en todos los casos leche, carne, huevos, pescado, frutas y verduras". Una alimentación fácil en teoría y difícil de llevar a cabo en la actualidad por la proliferación de los alimentos preparados y las comidas rápidas. Lo más importante, a juicio del profesor Tortuero, es crear una conciencia en la población de que su salud depende de su nutrición por lo que no conviene ignorar tan vital cuestión por más tiempo.

ciencia

COMITE ASESOR

Julio Abramczyk, Armando Albert, Michel André, James Cornell, Miguel Delibes, Pierre Fayard, Francisco García Cabrerizo, José María López Piñero, José María Maravall, Luis Oro, Regina Revilla, María Luisa Rodríguez Sala, Eugenio Triana, Hendrik Van der Loos

COMITE DE REDACCION

Manuel Calvo Hernando, Miguel Angel Quintanilla, Manuel Toharia

DIRECTOR EDITORIAL

Miguel Angel Almodovar

COORDINACION

Fátima Rojas

DIRECTOR DE ARTE

Luis Felipe Santamaría

SECRETARIA REDACCION

Pilar Arrieta

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Serrano, 113
28006 Madrid
Tel: 2 61 50 02
Fax: 564 55 60

Con la colaboración de la
Dirección General de Política Tecnológica
Ministerio de Industria y Energía

EDITA

Imagen PQ
Pasaje Las Delicias Tetuán, 15
Tels: 95/576 33 71 - 421 07 90
41004 Sevilla
ADMINISTRACION
Maritina Martín