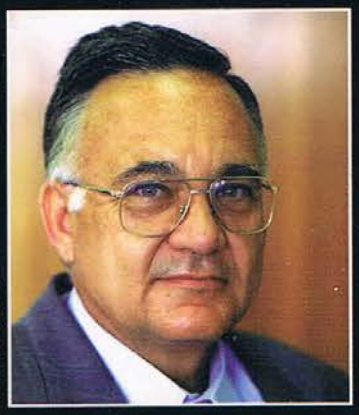
LA CIENCIA QUE VIENE

JOSÉ A. LOZANO TERUEL



MARTINEZ BUESO

José Antonio Lozano Teruel

Nació en Moratalla (Murcia) en 1939. Licenciado en la Facultad de Químicas de la Universidad de Murcia (Premio Extraordinario de 1962), donde también se doctoró. Fue iniciador, junto con el profesor Francisco Sabater, de las investigaciones bioquímicas en esa Universidad. Becado por la Fundación Juan March durante un curso en The School of Molecular Sciences de la Universidad de Warwick, Gran Bretaña, obtuvo en 1970, por unanimidad, la plaza de profesor agregado de Bioquímica de la Universidad de La Laguna. Desde 1971 es catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Medicina de Murcia. Ha desempeñado los cargos de Vicedecano y Decano de la Facultad, así como los de Vicerrector y Rector de la Universidad.

Fue creador y director durante 15 años del Instituto de Bioquímica Clínica (Prevención de la Subnormalidad). Su labor investigadora abarca varios aspectos como director de un grupo investigador de proyección internacional, que está realizando aportaciones muy valiosas respecto a la bioquímica, fisiología y fisiopatología de la melanización normal y patológica (melanomas), habiendo descubierto nuevos mecanismos, intermedios y enzimas participantes, que están plasmados en unos 150 trabajos de investigación publicados en destacadas revistas científicas internacionales.

Es miembro activo de diversas sociedades y entidades, sociales y científicas de prestigio.

José Antonio Lozano Teruel

La ciencia que viene

José Antonio Lozano Teruel

La ciencia que viene

LA CIENCIA QUE VIENE

JOSÉ A. LOZANO TERUEL

José Antonio Lozano Teruel

La ciencia que viene

La ciencia que viene

José Antonio Lozano Teruel

EDITA:

Alternativa de Comunicación S.L.

© AUTOR:

José Antonio Lozano Teruel

DISEÑO PORTADA E ILUSTRACIONES:

Paco Hernández

DISEÑO, MAQUETACIÓN Y PREIMPRESIÓN:

C.P.D. Contraste, S.L.

IMPRIME:

Jiménez Godoy, S.A. Industrias Gráficas

I.S.B.N.:

84-930313-2-1

D. LEGAL:

MU-2322-2000

ÍNDICE

HIPERVÍNCULOS: Cliquear sobre el título correspondiente para ir al artículo

01	Cajal: el genio aislado	02/01/98
02	Un 1998 muy celestial	09/01/98
03	La píldora de la calvicie	16/01/98
04	¿Se aproxima el fin del mundo?	23/01/98
05	Xenotrasplantes: esperanzas	30/01/98
06	Xenotrasplantes: ¿la caja de pandora? San	06/02/98
07	San Valentín: los olores del amor	13/02/98
08	Antimateria, ¿dónde está?	20/02/98
09	Vida celestial	27/02/98
10	Titanic	06/03/98
11	La misteriosa fuerza repulsiva	13/03/98
12	Desaparece Pathfinder; aparece 1997-xf11	20/03/98
13	¿Produce erjuicios cardiovasculares la sal?	27/03/98
14	¡Vaya niños!	03/04/98
15	El Sahara, ¿la cuna de la astronomía?)	10/04/98
16	Ciencia picante	17/04/98
17	Ulises y los nervios	24/04/98
18	La sagrada soja	01/05/98
19	Un bloqueo esperanzador	08/05/98
20	Inmunología, ciencia para la esperanza	15/05/98
21	Milstein y los hibridomas	22/05/98
22	Obesidad: ¿genes o hábitos?	29/05/98
23	Obesidad: ¿se puede combatir?	05/06/98
24	Los neutrinos también pesan	12/06/98
25	Tuberculosis: las dos caras	19/06/98

26	Los juegos del rey	26/06/98
27	Órganos humanos, ¿renovables?	03/07/98
28	¡Aaatttchisss...!	10/07/98
29	La misteriosa muerte de un dios	17/07/98
30	El futuro es borroso	24/07/98
31	Aplicaciones de la lógica borrosa	31/07/98
32	Imágenes medicas: de los rayos x a la luz	04/09/98
33	Bacterias contra las minas terrestres	11/09/98
34	Aspirinas contra el síndrome de lynch	18/09/98
35	¿Qué sienten las flores?	02/10/98
36	La margarina anticolesterol	09/10/98
37	Un nobel gaseoso	16/10/98
38	Nobeles cuánticos	23/10/98
39	Proteínas biopesticidas	30/10/98
40	El teletransporte	06/11/98
41	El índice glicémico	13/11/09
42	¿Para qué juega Dios a los dados?	20/11/98
43	Las aventuras sexuales del presidente	27/11/98
44	Los elefantes no necesitan teléfono	04/12/98
45	Un nuevo proyecto genoma humano	11/12/98
46	Las cimas de la ciencia	18/12/98
47	Maravillas de la Química combinatoria	08/01/99
48	Las navajas suizas de la naturaleza	15/01/99
49	Conmemoraciones	22/01/99
50	Gastronomía, ¿molecular?	29/01/99
51	Luces de esperanza	06/02/99
52	Clonación de mamíferos: ¿un capricho?	13/02/99
53	Ciencia, ética y derecho	20/02/99
54	El fármaco antigrasas	26/02/99
55	Einstein, Hubble y Canarias	05/03/99
56	Esperanza para los corazones cansados	12/03/99
57	Cuando nos hicimos simétricos	19/03/99
58	La fitodescontaminación	26/03/99
59	Estrellas enanas marrones	03/04/99
60	Los exoplanetas	10/04/99
61	El eclipse del milenio	17/04/99
62	Neoórganos semisintéticos	26/04/99

63	Tejidos sin tejer	02/05/99
64	El sentido del antisentido	09/05/99
65	Los ojos del Universo enfermos	16/05/99
66	Invite a E. T. a su casa	23/05/99
67	El riñón bioartificial	30/05/99
68	Dioxina: ¿cuáles son los riesgos?	06/06/99
69	La sangre de Pantani	13/06/99
70	El efecto pomelo	20/06/99
71	Retorno a lo clásico	27/06/99
72	Regeneración de las neuronas	04/07/99
73	El Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia	11/07/99
74	Anticiencia, Ciencia y Religión	18/07/99
75	Ácido ascórbico: ¿héroe o villano?	25/07/99
76	¿Somos lo qué comimos?	05/09/99
77	El enigma Neanderthal	12/09/99
78	Luz para los agujeros negros	19/09/99
79	Otra vez Ícaro	26/09/99
80	A propósito de Neandertales y Cromañones	03/10/99
81	Los otros Nobeles	10/10/00
82	La Fundación Europea de la Ciencia	17/10/99
83	Las señales de tráfico	24/10/99
84	La salud frutal	31/10/99
85	El campeonato frutal	07/11/99
86	Perplejidad cósmica	14/11/99
87	Por qué las flores son como son	21/11/99
88	Cibermedicina y ciberdoctores	28/11/99
89	Los ratones caprichosos	05/12/99
90	Fuentes de juventud	12/12/99
91	Cómo vivir más	19/12/99
92	Competición mortal	26/12/99

José Antonio Lozano Teruel

La ciencia que viene

PRÓLOGO

EL VALOR DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

La divulgación científica, históricamente, en nuestro país, ha sido un trabajo que no ha solido ser debidamente apreciado, además de que no ha sido excesivamente frecuentado por nuestros buenos científicos, lo que ha ayudado a crear un círculo vicioso al respecto. Al no divulgarse la Ciencia de forma adecuada en los medios de comunicación social, con la frecuencia y altura que merece, sin vulgaridades y, simultáneamente, sin términos farragosos y poco comprensibles, el resultado normal es el de incomprensión o poco interés ante el significado de la Ciencia, e incluso la producción de rechazo.

El profesor José A. Lozano Teruel sale de nuevo a la luz pública con su libro de de divulgaciones científicas "La ciencia que viene", su quinto libro de este tipo, reuniendo otro elevado conjunto de colaboraciones publicadas semanalmente en el periódico La verdad. Para mí constituye una tarea muy agradable la de poder corresponder a su invitación de prologar esta nueva obra, entre otros motivos por el de conocer al autor desde hace muchos años, desde la lejanía de su obtención, en Madrid, de la plaza de la cátedra de Bioquímica de Murcia. Me alegro de poder colaborar con esta modesta aportación a la presentación de esta nueva formidable obra de divulgación científica de calidad realizada por un científico que vive con pasión la Ciencia, pero que simultáneamente domina la técnica de dar a conocer a los lectores los apasionantes progresos científicos actuales, en términos sencillos y asequibles para el ciudadano medio.

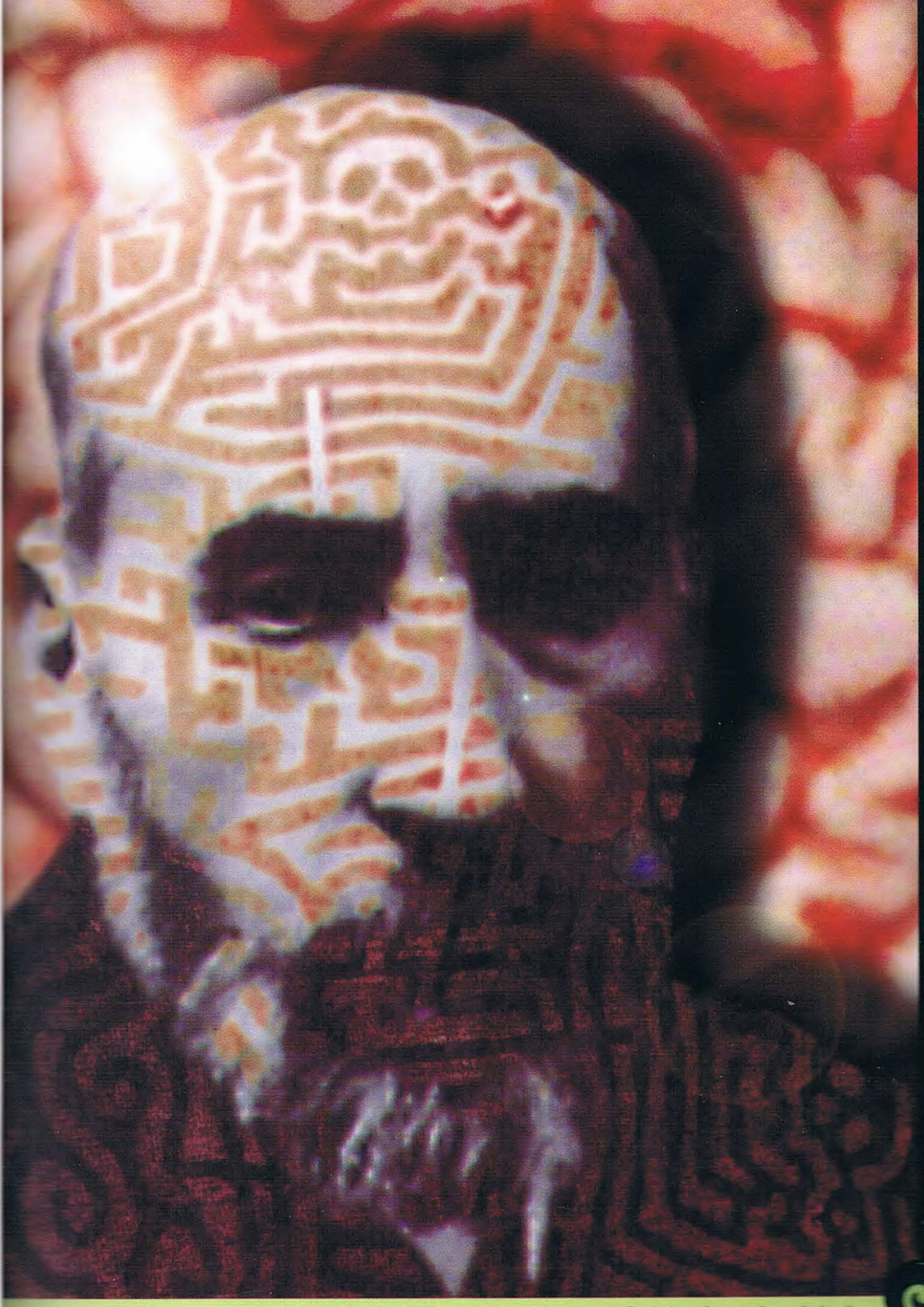
He tenido la ocasión de poder leer el contenido de esta obra, con sus nada menos que 92 nuevos artículos, con una amplísima variedad en los temas abordados. La mayoría de ellos abordan temas actuales de vanguardia, de trascendencia científica, recogidos en las más prestigiosas revistas científicas internacionales donde, en no pocos

casos, constituyen motivo de importantes análisis y discusiones. El profesor José Antonio Lozano consigue desgranar y describir tan excelente variedad de temas con gran altura, pero, al mismo tiempo, con un especial y acertado tono de divulgación, una labor que no es fácil pero que él resuelve con reconocida maestría.

La Ciencia a todos nos concierne. Un ejemplo palpable y actual es el de la gran cantidad de informaciones aparecidas en toda clase de medios en estos días con motivo de la "presentación en sociedad" del genoma humano, que tanta repercusión ha tenido a nivel nacional y mundial. Ello permite constatar que en los últimos tiempos las secciones de divulgación científica de la prensa escrita y de otros medios de comunicación han progresado mucho, alcanzando una gran altura en bastantes ocasiones.

Quiero, por último, expresar mi deseo de que cunda el ejemplo del modelo de colaboraciones realizadas por el profesor Lozano Teruel, de valor indudable para todos los que tengan la oportunidad de leerlas, entre los que ocuparán el lugar más próximo sus conciudadanos de la comunidad de Murcia.

Profesor Julio Rodriguez-Villanueva
Ex-Rector de la Universidad de Salamanca
Presidente de la Real Academia Nacional de Farmacia



CAJAL: EL GENIO AISLADO

02-01-1998

"Cómo surgió Cajal en el páramo científico de la España de su tiempo es para mí un milagro. También fue otro milagro para mí el que surgiese en la música una figura como la de Mozart. Ambos son, en cierto modo, seres sobrenaturales, poseídos de unas dotes y cualidades esencialmente sobrehumanas".

Así escribía otro Nobel científico, Severo Ochoa en un prólogo del libro de Cajal **Reglas y consejos sobre investigación científica**. Añadiendo otras expresiones como "*Cajal fue un autodidacto, un genio como...otros que han descorrido el velo que ocultaba a nuestros ojos la visión de la naturaleza*". O lo siguiente: "*A él y a su escuela, incluyendo la de don Pío del Río Hortega, debe el mundo los conocimientos esenciales sobre la fina estructura del sistema nervioso, que es en definitiva la clave de su actividad y de su significación funcional*". La llamada generación del 98 consigue con Cajal una participación inigualable de la ciencia, aunque lo sea a título individual, como una excepción rodeada de un entorno de mediocridad.

Transcurridos 64 años desde su muerte, la obra de Cajal adquiere tal magnitud que sus aportaciones siguen hoy siendo citadas y comentadas en numerosos artículos científicos sobre el sistema nervioso aparecidos en las más prestigiosas revistas científicas del mundo. Su nombre, frecuentemente va acompañado de expresiones como "el más famoso de los neuroanatomistas" o "el excepcional neurobiólogo español". Adelantado a su tiempo, al final de la década actual, científicamente declarada como "la década del cerebro", están ahora descubriéndose los aspectos fascinantes del cerebro que le hacían reflexionar a Cajal hace casi un siglo: "*El arcano inescrutable de la organización del cerebro...nos atrajo. Veíamos que un conocimiento exacto de la estructura del cerebro era de supremo interés para la construcción de una psicología racional. Conocer el cerebro... es equivalente a averiguar el curso material de los pensamientos o los deseos*". Cajal, que constituye una parte importantísima de la llamada

generación del 98 es, también, el gran premio Nobel español genuino e indiscutible. No olvidemos que Ochoa tuvo que nacionalizarse como ciudadano americano ni tampoco las controversias sobre la valía literaria de Echegaray o de Benavente.

SU VIDA. Nació Santiago Ramón y Cajal, en el año 1852, en la pequeña aldea de Petilla de Aragón, hijo de un cirujano rural. Su niñez y adolescencia transcurrieron en pequeñas localidades del Alto Aragón, estudiando el bachillerato en Jaca y Huesca. Cursó Medicina en una modesta escuela provinciana de Zaragoza, creada al amparo de la libertad docente proclamada tras la revolución democrática de 1868. Unas oposiciones a médico militar le llevaron a ejercer su misión primero en Cataluña (conflictos contra los carlistas) y, después, en Cuba (guerra colonial). En 1877, dos años tras su regreso a España, sus estudios de doctorado, en Madrid, le pusieron en contacto con la Universidad y con la Histología, materia de la que quedó permanentemente fascinado. Por ello, tras regresar a Zaragoza gastó todos sus ahorros en la instalación de un modesto laboratorio micrográfico donde trabajaba incansablemente.

Su verdadera labor investigadora la comenzó en Valencia, al ganar, en 1883, las oposiciones a una cátedra de Anatomía de su Facultad de Medicina. Allí publicó, también, su primer **Manual de Histología**, en fascículos, aunque esta materia era propia del doctorado y no se incluyó, hasta 1887, en la licenciatura de Medicina. Con este motivo se crearon diversas cátedras, entre ellas la que obtuvo ese mismo año en Barcelona, donde permaneció cinco años, dedicado a la investigación "*no ya con ahínco, sino con furia*", siendo, sin duda, sus más productivos. En 1892 ya era universalmente famoso, sobre todo fuera de España.

Dos años antes había quedado vacante la cátedra de Histología de la Universidad de Madrid, a la que se presentaron varios candidatos, entre ellos el propio Cajal y Luis Simarro. Este era un ilustre psiquiatra de vasta cultura quien, unos años antes, le había enseñado a Cajal una técnica de tinción histológica con cromato de plata, original del profesor

italiano Camillo Golgi, que permitía teñir de forma precisa y selectiva las células nerviosas y sus terminaciones. Simarro no había realizado ninguna contribución histológica notable, pero era un político notable, muy conocido en Madrid. Sus diversos subterfugios consiguieron demorar largamente la oposición y que Cajal consumiese su paciencia y sus ahorros, por lo que pensó abandonar y quedarse en Barcelona. Al conocerse en una reunión internacional de anatómicos la causa de la ausencia de Cajal, el famoso maestro de la histología alemana, Kölliker, le escribió: "*Entre nuestros comunes amigos ha producido extrañeza el saber que usted tenía que hacer oposiciones a una Cátedra. ¿Quién será, dijimos, el que pueda competir con Cajal? Pues desde Vesalio no sabemos que España haya producido un anatómico como usted*". Finalmente, en 1892, la cátedra de Madrid fue para Cajal y allí permaneció investigando fructíferamente hasta su jubilación. En 1906 recibió el premio Nobel de Medicina, junto con Golgi. Cumplidos los sesenta años, en 1912 y 1913, aun seguía ideando nuevos métodos de tinción. Al final de su vida su gran ilusión era la de publicar una tercera edición actualizada de su libro **Textura del Sistema Nervioso**, pero solo pudo concluir, antes de morir, en 1934, un primer gran capítulo sobre la teoría de la neurona que se publicó en la **Revista de Neurobiología**, con el título de "¿Neuronismo o reticularismo?".

SU OBRA. La que actualmente se conoce como teoría neuronal, origen de todos los estudios sobre el sistema nervioso, la postuló Cajal en 1889. Indicaba que el sistema nervioso se compone de unidades individuales, estructuralmente independientes entre sí, cuyos contenidos internos no se ponen en contacto directo, sino que la comunicación entre células nerviosas adyacentes, pero separadas, debe tener lugar a través del espacio y las barreras que las separan. Para demostrarlo usó, modificándolo y mejorándolo, el método de tinción de Golgi. Para resumir las ideas de Cajal, el gran neurofisiólogo inglés Sherrington acuñó el término **sinapsis**, indicando que: *"¿Sería mucho decir que (Cajal) fue el anatómico del sistema nervioso más grande que se ha conocido?..hizo posible, incluso para un bisoño, reconocer con una ojeada la dirección que toma la corriente nerviosa en la célula viva y en la cadena compleja de células nerviosas*".

Cajal sabía que para que se aceptasen internacionalmente sus *buenas nuevas* tenía que competir adecuadamente. Por ello publicó en revistas alemanas, francesas e inglesas y, personalmente, dio charlas y hacía demostraciones prácticas en las frecuentes reuniones internacionales a las que asistía asiduamente. Las investigaciones de Cajal se extendieron a la retina, el cerebro y los ganglios simpáticos. Y, además, realizó aportaciones teóricas perdurables como **la ley de la polarización dinámica de las neuronas**, o su teoría respecto de que la ontogenia del sistema nervioso reproduce, abreviadamente, su filogenia.

La aplicación de sus propias técnicas de tinción con nitrato de plata le permitieron estudiar, asimismo, la regeneración y la degeneración de los nervios y de las vías nerviosas centrales. También, hacer investigaciones comparadas de la textura del cerebelo y del bulbo raquídeo, la génesis de los nervios motores y sensoriales, las expansiones neuronales en el embrión y un largo etcétera. Sus últimas aportaciones fueron sobre los centros nerviosos de los insectos, entre ellos sus ojos y retinas, "*abrumado por el soberano ingenio constructor que campea, no solo en la retina... sino hasta en el ojo más ruin de los insectos*".

CAJAL, PRECURSOR

En 1890 el neurohistólogo belga Mihály Lenhossék se refería a los hallazgos de Cajal sobre la médula espinal: "Resulta muy sorprendente que un hecho tan cardinal no haya sido observado por nadie, no obstante haber sido la médula explorada desde hace cincuenta años en todas las direcciones y con todos los métodos". Y el neurohistólogo belga Gehunchten, 25 años después indicaba: " los hechos descritos por Cajal en sus primeras publicaciones resultaban tan extraños, que los histólogos de la época los acogieron con el mayor escepticismo".

CAJAL PATRIOTA

Cajal siempre mostró un gran espíritu patriótico, que lo fundió con el científico, al escribir: "Las dos grandes pasiones de un hombre de ciencia son el orgullo y el patriotismo. Trabajan sin duda por amor a la verdad, pero laboran aún más en pro de su prestigio personal o de la soberanía intelectual de su país. Soldado del Espíritu, el investigador defiende a su patria con el microscopio, la balanza, la retorta o el telescopio".

CAJAL EN BARCELONA

Su estancia de catedrático en Barcelona fue excepcionalmente valiosa. Como él mismo recordaba: "Y llegó el año de 1888, mi año cumbre; mi año de fortuna. Porque durante este año que se levanta en mi memoria con arrebatos de aurora, surgieron al fin aquellos descubrimientos interesantes ansiosamente esperados y apetecido...mis ideas divulgadas entre los sabios, discutiéndose con calor. Desde entonces, el tajo de la Ciencia contó con un obrero más."

UN 1998 MUY CELESTIAL

09-01-1998

Hace 25 años y unos días que tuvo lugar la primera visita del hombre a la Luna. Cuando el comandante del APOLO 17, Eugene Cernan, penetraba en la nave para volver a la Tierra dijo: "...regreso a casa por algún tiempo, pero creemos que no por demasiado... Este reto americano de hoy ha forjado el destino de mañana para el hombre"

Pero tras las misiones Apolo la NASA puso su empeño en las lanzaderas espaciales y en objetivos más distantes como la llegada del VIKINGO a Marte o el gran viaje del VOYAGER a través de los planetas más lejanos. Pero este fin de semana, la NASA retorna, en cierto modo, a las escenas de sus mayores glorias pasadas: Y, precisamente, llega a la órbita lunar el vehículo-sonda no tripulado LUNAR PROSPECTOR (explorador lunar), lanzado el pasado lunes con el propósito de que, principalmente, observe la cara oculta de la Luna. Es un buen inicio del año 1998 en el que se prometen muy buenas novedades celestiales, de las que comentaremos, resumidamente, las más destacadas.

LA LUNA. Aunque aparentemente olvidada, durante los pasados años la Luna ha seguido proporcionando datos muy interesantes. Sobre todo, por medio de la nave GALILEO, cuando se dirigía hacia Júpiter, o a través del vehículo CLEMENTINA, cuyo propósito principal era la comprobación tecnológica de los misiles defensivos integrantes del que fue gran proyecto GUERRA DE LAS GALAXIAS. La Luna siempre fiel a su calificativo poético de misteriosa sigue guardando celosamente muchas incógnitas sin resolver. Por ejemplo, ¿cómo se formó?, ¿de qué minerales se compone su suelo? Y, sobre todo, ¿existe hielo en los cráteres su cara oculta? La necesidad de muchas más investigaciones es imperiosa, pues no podemos olvidar que los geólogos llevan más de tres siglos estudiando concienzudamente la Tierra, de la que se desconocen todavía muchas circunstancias. Y las seis misiones APOLO que alunizaron en nuestro satélite solamente estuvieron en su superficie el equivalente a un total de tres días.

La actual misión del PROSPECTOR es muy modesta en su costo, pero se espera de ella un gran rendimiento científico cuando, a partir del mes próximo, durante más de 18 meses, nos vaya enviando los datos obtenidos por sus cinco instrumentos analíticos muy especializados. La inversión realizada, 63 millones de dólares, es sobrepasada por algunas superproducciones cinematográficas. Su peso es inferior a la cuarta parte del que posee un automóvil familiar medio. El tiempo necesitado para su diseño y ejecución, menos de dos años, tampoco llega al necesitado para lanzar un nuevo modelo de coche. Mientras que en la misión APOLO estuvieron implicados más de 36.000 funcionarios de la NASA y cerca de 360.000 personas, contando a los trabajadores externos, según G. Scott Hubbard, coordinador de la misión PROSPECTOR, en su desarrollo nunca han intervenido más de 40-50 personas con dedicación total. Y, por simplicidad, la pequeña nave carece, incluso, de máquina fotográfica y de ordenador a bordo, ya que responde directamente a las órdenes procedentes de la Tierra, de modo parecido a como funciona un pequeño aeroplano radiocontrolado de modelista aficionado.

El PROSPECTOR fue lanzado, en Cabo Cañaveral, usando un cohete de bajo costo fabricado por la compañía LOCKHEED. A pesar de esta aparente modestia, sus instrumentos analizarán en la superficie lunar los minerales, campos magnéticos, anomalías gravitatorias y la posible existencia de agua helada, hecho de gran importancia si en el futuro se decide construir una base permanente sobre la superficie de nuestro satélite. La precisión electrónica de la instrumentación hará que, en palabras de Hubbard "*si existe una taza de agua en una yarda cúbica de suelo lunar, nosotros la veremos*".

PRIMER SEMESTRE. En los primeros meses de 1998 otros acontecimientos nos recordarán que estamos viviendo en plena era espacial tanto por lo que descubrimos de nuestro entorno como por las investigaciones que están en curso. A finales de enero, la nave NEAR (Near Earth Asteroid Rendezvous) se acercará a la Tierra para que sea redirigida a su destino final, en la investigación de asteroides, el pequeño planeta Eros 433, al que alcanzará aproximadamente en un año. Quienes se encuentren en las zonas caribeñas podrán ser testigos

de excepción, el 26 de febrero, de un gran eclipse total de Sol, de unas características similares al espectacular eclipse que se denominó BIG ONE, en julio de 1991.

En el segundo trimestre del año, concretamente en abril, la sonda CASSINI destinada a investigar Saturno realizará su primera aproximación en su viaje de siete años al planeta anillado. Previamente, cuando pase cerca de Venus, tendrá ocasión de comprobar el funcionamiento de sus instrumentos científicos. Un gran avance tecnológico se espera que ocurra en julio, si tiene éxito el inicio del programa NEW MILLENIUM, en el que se probará un nuevo y revolucionario sistema de propulsión solar, de "impulsión iónica", lo que permitirá usar cohetes de lanzamiento mucho más ligeros que los actuales. Una sonda DEEP SPACE (espacio profundo), con esta tecnología, podrá llegar a Marte en el año 2000.

SEGUNDO SEMESTRE. Actualmente están operativos, proporcionando valiosísimos datos, dos grandes telescopios espaciales: el HUBBLE y el COMPTON. En agosto se espera que tenga lugar el principal acontecimiento astronómico del año: el lanzamiento, usando para ello en una primera fase, una lanzadera COLUMBIA. Se trata de un nuevo y gran telescopio espacial, el AXAF (**A**dvanced **X**-Ray **A**strophysics **F**acility), que orbitará la Tierra entre los 10.000 y 140.000 Km. Este revolucionario observatorio producirá imágenes mucho más nítidas que cualquier detector de rayos X previamente existente, con imágenes comparables a las obtenidas con luz visible en los telescopios terrestres.

Otro telescopio específico de 64 cm, destinado a estudiar, entre otras circunstancias, la composición detallada y la temperatura de las estrellas y de las nubes de gases, se pondrá en órbita en octubre, analizando la región electromagnética del ultravioleta lejano. Su nombre es el de FUSE o **F**ar **U**ltraviolet **S**pectroscopic **E**xplorer. Para finalizar el año, a mediados de noviembre de 1998, si hay cielos nocturnos despejados, se podrá observar la lluvia de meteoritos Leónidas, que suele durar un par de días y va asociada al cometa Temple-Tuttle. Y la investigación de Marte se intensificará a finales de diciembre, cuando se lance hacia ese planeta un nuevo módulo de aterrizaje MARS SURVEYOR

1998, que llegará a su destino el año siguiente. Con todos estos acontecimientos y otros no reseñados el hombre sigue profundizando en el conocimiento del Universo externo al que ha sido su hogar de siempre, la Tierra, que comienza a quedarse pequeña.

UN PLANETA EXTRASOLAR

En 1995 un hallazgo publicado en la revista NATURE causó sensación: la primera detección de un planeta extrasolar, en órbita sobre una estrella semejante a nuestro Sol, específicamente la conocida como estrella Pegaso 51. Ese planeta tendría una gran masa (la mitad de la de Júpiter) pero su órbita era demasiado cercana a su Sol. La presencia de este planeta fue muy discutida, interpretándose como ocasionada por oscilaciones periódicas relacionadas con la estrella, después pareció desaparecer, y esta semana, nuevamente, en la revista NATURE, aparecen dos nuevos estudios que confirman su existencia real.

OTRO PLANETA NO EXTRASOLAR

La detección de sistemas planetarios extrasolares es uno de los asuntos de mayor interés astronómico. Entre los propuestos se encuentra el púlsar PSR B1257+12 que estudiado mediante señales de radio mostró unas leves oscilaciones con un periodo de 23,5 días, lo que se achacó a la existencia de un planeta extrasolar en ese sistema. Pero, según publica en la revista SCIENCE un equipo germano-estadounidense hay que desechar esa posibilidad. Se han analizado las señales de radio de la nave PIONEER 10, una de las cuatro enviadas a explorar los planetas exteriores, y que actualmente están saliendo del Sistema Solar. Los datos indican que la presunta oscilación periódica debida a un presunto planeta realmente se trataba de un efecto inducido por el Sol.

MAYORÍA DE GALAXIAS ENANAS

El 90% de la materia del Universo se estima que es materia oscura, no detectable directamente sino por sus efectos sobre el resto. Los datos procedentes del radiotelescopio Parkes sugieren a un equipo astronómico australiano que buena parte de esa materia está formada por galaxias enanas, unas 100 veces menores que la nuestra, que podrían constituir los restos dejados por la formación de galaxias mayores. En una primera búsqueda han detectado hasta 100 galaxias que, con instrumentos normales, quedarían ocultas tras el resplandor y el polvo de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea.

LA PÍLDORA DE LA CALVICIE

16-01-1998

Charlatanes y embaucadores han sido, frecuentemente, los principales protagonistas en ofrecer milagrosos y espectaculares remedios contra la alopecia o caída del cabello, con ganancias económicas sustanciosas para ellos, pero con resultados capilares decepcionantes para los afectados. Sin embargo, el desarrollo del conocimiento científico permite ahora albergar nuevas y más fundadas esperanzas al respecto.

La alopecia permanente, diferente de la transitoria, se da preferentemente entre los varones, llegando a afectar a casi el 50% de los mismos, con un inicio característico del proceso en la frente, o en la coronilla, que progresa frecuentemente hasta llegar al aspecto conocido como **corona de Hipócrates**. La alopecia masculina suele poseer una base hereditaria y estar relacionada con un desequilibrio de los niveles de hormonas masculinas circulantes en la sangre. Un posible tratamiento médico consiste en el trasplante de folículos pilosos, desde las zonas en que el cabello aún crece, a las regiones en que ello ya no ocurre. Pero lo aconsejable sería el hallazgo de tratamientos farmacológicos eficaces. Hasta ahora, el mejor de ellos, con resultados interesantes, pero modestos, se basaba en el uso del principio activo **minoxidil**, en forma de aplicación tópica dermatológica. Este fármaco es un vasodilatador que favorece el riego sanguíneo de los bulbos pilosos, ayudando a incrementar su actividad. Otras aproximaciones, en diversas fases de estudio, incluyen el uso de bloqueadores de estrógenos (probados, con éxito, en ratones). También, bloqueadores del PTHRP o péptido relacionado con la hormona paratiroide (resultados prometedores, pero también, por ahora, en ratones), terapia génica con liposomas (en fase aún muy preliminar), la mezcla de minoxidil y ácido retinoico (los derechos europeos los adquirió la empresa L'OREAL, pero no ha desarrollado ningún producto), etcétera. Ha sido dentro de este pobre panorama de resultados cuando ha tenido lugar la muy reciente aprobación por la rigurosa FDA (Food and Drug Administration) americana de la comercialización de unas píldoras anticalvicie cuyo

principio activo es la sustancia esteroide sintética **finestaride** o **finestarida**.

FINESTARIDA. La multinacional MERCK SHARP AND DOME, hace tiempo que venía comercializando un preparado, con 5 miligramos de este principio activo, en forma de comprimidos, para el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna. Más de un 50% de los hombres de más de 50 años sufren esta enfermedad de agrandamiento de la próstata producida por su excesiva exposición a los andrógenos. Y más de un millón de varones han consumido o consumen un preparado de finestarida con ese fin, ya que inhibe a la enzima 5-alfa-reductasa, que, metabólicamente, convierte la testosterona en dihidrotestosterona. Esta última hormona está muy relacionada con el desarrollo y función de la glándula prostática. Y una cierta proporción de esos pacientes hiperplásicos prostáticos, así medicados, han ido observando, en bastantes casos, reducciones sustanciales de sus calvicies capilares.

En realidad, ello puede considerarse normal, ya que el papel de los andrógenos en el desarrollo de la alopecia parece evidente. Desde hace muchos años se sabe que la castración de varones antes de la pubertad evita el desarrollo de la alopecia, o que la administración de testosterona a adultos con hipogonadismo provoca la alopecia típica masculina. También, que mientras el crecimiento del vello púbico y axilar está mediado por la hormona testosterona, el crecimiento del pelo del cuero cabelludo depende de la dihidrotestosterona. Todo ello hizo que se considerase oportuno investigar la posible utilización de la molécula finasterida en el control de la alopecia.

INVESTIGACIONES. Desde hace más de cinco años se han venido haciendo ensayos clínicos al respecto. Primero en los Estados Unidos (fase clínica II) y, posteriormente (fase clínica III), multicéntricos y multinacionales (14 países), con participación española en dos de los realizados de mayor importancia. Los centros españoles participantes, a través de sus Servicios de Dermatología, han sido el Hospital Clínico San Carlos de Madrid (Dr. Eduardo López Bran) y el Hospital Virgen de la Arrixaca de Murcia (Dra. Paloma Sánchez Pedreño). Ambos investigadores publicaron muy recientemente un artículo en la revista **Piel**, resumiendo la relación entre la finasterida y la alopecia. El Dr. Keith

D. Kaufman de los MERCK RESEARCH LABORATORIES, ha sido el director coordinador de los ensayos, cuyos resultados se presentaron en el último Congreso Mundial de Dermatología celebrado en Australia.

La valoración del crecimiento del pelo en cada paciente incluyó, en el primer estudio, encuestas realizadas por el paciente y evaluaciones realizadas por científicos (que no sabían nada sobre la naturaleza de la investigación). Ello se instrumentó mediante visitas periódicas, realización y puntuación de fotografías globales de la cabeza cada seis meses, así como macrofotografias de zonas específicas de 2,5 cm de diámetro, analizadas mediante técnicas informáticas. El segundo estudio, actualmente en fase de terminación, incluye otra técnica denominada **fototricograma**, que permite valorar las modificaciones del folículo piloso en la fase activa del crecimiento o anagén. En todos los casos, se ha tratado de ensayos doble ciego, aleatorios y controlados, en los que la dosis de *finasterida* fue de 1 mg por día, es decir, la quinta parte de la usada en los tratamientos prostáticos.

RESULTADOS. Los varones objeto de estudio, al comienzo del mismo, mostraban una pérdida capilar moderada y se dividieron aleatoria y ciegamente en un grupo control (al que se le administraba un placebo) y un grupo tratado. Tras el primer año, el 72% del grupo placebo continuaba su pérdida de pelo, mientras que el 83% del grupo tratado mantenía su cabello o había aumentado su número, sobre todo en su porción frontal. De ellos, el 30 % obtuvo ligeros crecimientos del pelo en un año y para un 18% el incremento se valoró como moderado o grande. Los efectos positivos comienzan a hacerse evidentes tras los primeros tres meses de tratamiento y si se interrumpe éste el cabello ganado se pierde dentro de un periodo de 12 meses.

Aunque los efectos laterales desfavorables no parecen de gran cuantía, no conviene ignorarlos, aunque todavía se necesitan más investigaciones al respecto. Un pequeño número, un 2%, de los varones medicados dijeron mostrar un menor deseo sexual, dificultades en la erección y/o disminución en la cantidad de semen. Sin embargo, al continuar el ensayo, dejó de ocurrirle ello a un 58% de los afectados. Asimismo, los efectos laterales desaparecen siempre cuando se interrumpe la medicación. Otro hecho a tener en cuenta es que la

medicación puede afectar a los resultados analíticos del ensayo de antígeno específico prostático, una prueba que se realiza en la detección de cánceres prostáticos, por lo que el médico debe conocer esa circunstancia. Otra limitación es que el preparado (que se lanza estos días en Estados Unidos, bajo el nombre comercial de **Propecia**) no es utilizable por las mujeres, en las que no se ha establecido su eficacia, aparte de los posibles riesgos asociados con defectos neonatales, en el caso de mujeres embarazadas.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El consumo de bebidas refrescantes de colas puede ser perjudicial favoreciendo el desarrollo de la osteoporosis. Tanto Pepsi Cola, Coca Cola, como otras bebidas análogas, poseen unos altos contenidos de fosfato, que contribuye a su sabor y posee ciertas propiedades solubilizantes. Sin embargo, ello provoca la descalcificación ósea, habiéndose realizado diversas investigaciones que demuestran que existen menores niveles sanguíneos de calcio asociados a mayores consumos de esas bebidas. Ello debe tenerse en cuenta, sobre todo para evitar sus altos consumos en niños o personas susceptibles de desarrollar osteoporosis.

VIDA PROLONGADA

Las células humanas normales están sujetas, en cultivo e in vivo, a un número limitado de procesos de multiplicaciones celulares (unas 20), lo que tiene su sentido, ya que en cada replicación del material genético pueden aparecer errores. En el número de esta semana de la revista *SCIENCE* un grupo de investigadores demuestra la posibilidad de conseguir en cultivo que las células humanas puedan vivir mucho más que lo usual, con un número mayor posible de divisiones celulares, sin desarrollar anormalidades. Para lograrlo, han usado la enzima telomerasa, reguladora del tamaño de los telómeros, que disminuyen al envejecer y se incrementan anormalmente en los procesos malignos. Por ello, el hallazgo es muy importante por sus posibles repercusiones futuras, tanto para alargar saludablemente la vida como para combatir el cáncer.

¿VIDA EN MARTE?

Está siendo objeto de profundas investigaciones el meteorito marciano ALH84001, a partir del cual los científicos de la NASA habían postulado la posible existencia pasada de formas microscópicas de vida en el planeta. Sin embargo, todo parece indicar ahora que los rastros orgánicos encontrados en el meteorito fueron ocasionados por contaminaciones terrestres, en su extancia durante 13.000 años en la zona Antártica de Alan Hill. Para llegar a estas conclusiones diferentes

equipos investigadores han estudiado en el meteorito tanto los restos de aminoácidos como la riqueza en carbono-14.

¿SE APROXIMA EL FIN DEL MUNDO?

23-01-1998

"Todo es tan bello porque todo debe acabar", escribió el poeta y novelista realista suizo del presente siglo Charles-Ferdinand Ramuz, en su ADIOS A MUCHOS PERSONAJES. El lenguaje de sus obras era deliberadamente sencillo y campechano y esta cita nos permite preguntarnos: ¿en ese todo de Ramuz hay que incluir también al Universo?, ¿al tener un principio ello significa necesariamente que el Universo tendrá un final? Y, ¿cuándo será ese final, si ello es previsible?

Hace unos quince mil millones de años el Universo surgió de un piélago de materia y energía, como un mar denso y caliente. De acuerdo con la aceptada teoría del Big Bang comenzó a expandirse y enfriarse paulatinamente, brotando sucesivamente las galaxias, las estrellas, los planetas y la vida. Y todas las galaxias, incluyendo la de la VÍA LÁCTEA, a la que pertenece la Tierra, se alejan unas de otras en virtud de esa gran explosión inicial. La Ciencia, en el presente siglo, ha descubierto y estudiado dicha expansión, localizando la radiación de fondo en microondas proveniente de la gran explosión inicial. Más aún, los científicos han sido capaces de inferir el origen de los elementos químicos del Universo e, incluso, se ha representado la macroestructura y el movimiento de las galaxias. Pero unas preguntas seguían sin respuesta clara: ¿Continuará el cosmos expandiéndose indefinidamente y su materia se disipará en un vacío frío y oscuro? O, alternativamente, ¿terminará contrayéndose sobre sí mismo y acabará con un cataclismo de gran implosión (el BIG CRUNCH)? Incluso, como sugirió hace pocos años el astrónomo D. Linde, ¿no sería posible una auto reproducción eterna del Universo?

LA CIENCIA. Durante decenios los cosmólogos han intentado responder a estas preguntas midiendo la escala de tamaños y la velocidad de expansión del Universo. Todo es un problema de conocer con exactitud cuál es la velocidad a la que se mueven las galaxias así cómo a qué distancias exactas se encuentran. Con ello se podría determinar la velocidad de la expansión y la densidad de materia en el Universo. Pero,

aunque los astrónomos disponen de técnicas bastantes precisas para conocer las velocidades de las galaxias, los cálculos se complican al intentar precisar su lejanía.

En resumen, si la densidad de la materia del Universo superase una cierta **densidad crítica**, que aproximadamente, equivale a un átomo de hidrógeno por metro cúbico de espacio, ello haría que la atracción gravitatoria entre las partículas haga detener el proceso expansivo y se produzca un gran cataclismo, en forma de colapso, traducido en un fin del Universo tan violento, al menos, como en su día debió ser su inicio con el Big Bang. Por otra parte, si el Universo fuese más ligero que la densidad crítica, la expansión, con el tiempo, sería frenada, pero nunca finalizaría. Las estrellas irían apagándose paulatinamente y el Universo se enfriaría. Dentro de billones de años, para siempre, todo quedaría y permanecería apagado.

LA ETERNIDAD. A principios del presente mes se ha celebrado en Washington el Congreso de la Sociedad Astronómica Americana. En el transcurso del mismo, varios grupos investigadores se han ocupado de este tema, con diversas aproximaciones, pero con unas conclusiones bastantes coincidentes: probablemente el Universo no tendrá fin, será eterno. Los cálculos más precisos y actuales de la densidad de la masa indican valores que no superan el 25% del correspondiente a la densidad crítica. Como dice el astrofísico Bahcall vivimos en un Universo muy ligero. Realmente esa densidad no era la esperada por los astrónomos, ya que las ideas mas generalizadas sobre el origen del Universo hacían predecir que la densidad de masa fuese análoga a la densidad crítica. Con una densidad de masa menor, la teoría aceptada de la inflación cósmica debe ser corregida teniendo en cuenta un nuevo factor denominado **constante cosmológica**. Ello significaría que el espacio vacío, a pesar de estar vacío, sin embargo, posee una cierta clase de energía. Y se abren diversas y fascinantes incógnitas al respecto.

Otro enfoque diferente ha consistido en investigar las grandes y lejanas agrupaciones de galaxias. Teniendo en cuenta la velocidad de la luz, ello es como mirar al pasado, quizá a miles de millones de años ha. Cuando más denso hubiese sido entonces el Universo, ello significaría que poseía un carácter más "**pegajoso**", lo que hubiese retrasado la formación

temprana de agrupaciones de galaxias. Sin embargo, lo encontrado es lo contrario: la existencia, a distancias de 6.000 a 9.000 millones de años-luz de agrupaciones galácticas que contienen más de 10.000 grandes galaxias. Ello, pues, también está de acuerdo con un Universo de baja densidad de masa, con un Universo ligero.

UNIVERSO "LIGHT". Otro grupo investigador americano de Princeton ha analizado hasta 62 galaxias que emiten dos fuertes señales de radio desde extremos opuestos. Las galaxias de este tipo, típicamente, tienen el mismo tamaño y, cuando más lejos se encuentran, sus dos señales son más próximas entre sí. Utilizando estos datos, así como la velocidad con que las galaxias se separan entre ellas, los investigadores han sido capaces de calcular que la velocidad de la expansión cambia con el tiempo, obteniendo su cuantía aproximada. Este valor también es congruente con el modelo de Universo ligero.

Finalmente, otros dos grupos investigadores han confirmado todo lo anterior con sus propias y diferentes aproximaciones. Tanto el dirigido por el Dr. Saul Perlmutter del Lawrence Berkeley National Laboratory, como el del Dr. Peter Garnavich del Centro de Astrofísica de Cambridge, Massachussets han realizado cálculos análogos a los de las galaxias, pero usando lejanas estrellas en explosión, incluyéndose un total de casi 50 supernovas analizadas. Por tanto, salvo futuras e improbables correcciones, podemos afirmar que, desde el punto de vista científico, nuestro Universo es un precursor de las actuales modas "lights", ya que es un Universo de poco peso, ligero, de poca densidad, que proseguirá una expansión, cada vez más lenta, pero eterna, a pesar de lo que puedan pensar los líderes de ciertas sectas o religiones que, de vez en cuando, nos sobresaltan con alguna de sus malhadadas peripecias.

MÓDULO DISPUESTO

En el proyecto de una Estación Espacial Internacional de varios módulos, puesta en órbita el próximo año 1999, colaboran junto a Estados Unidos, Rusia, Canadá, Japón y la Agencia espacial europea. Esta semana se ha anunciado en Moscú que ha quedado completado y listo para su uso el primer módulo destinado a la carga, construido en la factoría Khrunichev de Moscú, mediante un contrato con la BOEING Está previsto que su lanzamiento tenga lugar el próximo 30 de junio y sus características son parecidas a las de los dos módulos de la estación espacial rusa MIR. También se está ultimando la construcción de un segundo módulo de servicio.

ADELGAZAMIENTO SOLAR

Que el Sol muestra variaciones anuales en su aspecto, y que algunas de ellas están relacionadas con el fenómeno de la aparición de las manchas solares era algo bien conocido. Pero lo que los astrónomos del Observatorio San Fernando de California acaban de hacer público es un "adelgazamiento" paulatino del Sol desde 1986 hasta hoy, disminuyendo su diámetro aparente unos 700 Km. Los astrónomos, por ahora, interpretan el fenómeno como relacionado con un ciclo de 11 años de "adormecimiento" de las manchas solares, esperando su recuperación en los próximos años.

DORMIR ES BUENO

Las "células naturales matadoras" son unas células de nuestro sistema inmunológico que ayudan a destruir a las células invasoras de nuestro cuerpo causantes de enfermedades. En el número de enero-febrero de la revista PSYCHOSOMATIC MEDICINE se publicará una interesante investigación en la que se demuestra que las interrupciones del sueño nocturno tales como las originadas por las situaciones de estrés, están relacionadas con un debilitamiento del sistema inmunológico, concretamente con una disminución en el número de "células naturales matadoras" disponibles. La investigación se ha realizado durante dos años sobre un cierto número de pacientes, algunos de ellos sometidos a tratamientos para combatir depresiones, pero ninguno afectado de enfermedades infecciosas.

Xenotrasplantes: esperanzas

XENOTRASPLANTES: ESPERANZAS

30-01-1998

En el número de la presente semana de la prestigiosa revista NATURE MEDICINE un grupo de renombrados investigadores internacionales solicitaba el urgente establecimiento de una moratoria respecto a los ensayos clínicos de xenotrasplantes, poniendo en alerta sobre los posibles graves riesgos que, en caso contrario, podrían amenazar a los seres humanos.

De este modo la polémica sobre los xenotrasplantes traspasaba los ámbitos científicos y pasaba a ser motivo de discusión pública. Y es que, como otros muchos hechos científicos, el xenotrasplante es como una moneda con un anverso y el reverso, por lo que todo depende del lado por el que sea examinada. Sin duda, al final, como suele suceder siempre, el hombre aprenderá a utilizar los aspectos positivos y a dominar o disminuir los negativos. Pero hasta tanto, ¿cuáles son las principales esperanzas y temores que se asocian a la posibilidad del uso clínico de los xenotrasplantes?

EL PROBLEMA. El xenotrasplante consiste en el trasplante, con fines terapéuticos, de células, tejidos u órganos de origen animal hasta otros animales, concretamente, en lo que nos interesa, hasta el hombre. La idea del xenotrasplante nace por el problema de la carencia o escasez de suficiente material de origen humano, sobre todo de órganos. Las donaciones de éstos, procedentes de cadáveres, en el mejor de los casos, como en España, alcanzan la cifra de 27 por cada millón de habitantes, una cantidad insuficiente, que, en la mayoría de otros países se sitúa en valores muy inferiores. En contraste, sólo en EE.UU., existen más de 50.000 pacientes en lista de espera para el trasplante de órganos, falleciendo cada día, en la espera, más de una decena. En el mundo, los receptores potenciales de órganos pueden superar el millón de seres humanos. Por tanto, no es de extrañar que el xenotrasplante se ofrezca como una magnífica esperanza de la Medicina ni tampoco que

muchos médicos y cirujanos anhelen su inmediata utilidad clínica. Pero, ¿es ello posible? En esta colaboración intentaremos abordar algunos aspectos esperanzadores y en la próxima analizaremos ciertos temores que se suscitan y cuál es la postura de algunos países al respecto.

REALIDADES. En Boston, la compañía DIACRIN INC., ha implantado células neuronales de fetos de cerdo en los cerebros de 24 receptores, afectos de la enfermedad de Parkinson o de Huntington, buscando que tales células se comporten de modo semejante a los implantes cerebrales de células fetales humanas que, en algunos experimentos individuales, provocaron mejoras en la función cerebral de los afectados. En otro orden de cosas, la compañía CYTOTHERAPEUTICS INC., ha implantado células adrenales vacunas en la médula espinal de 36 pacientes terminales de cáncer con dolor intratable, con la esperanza de que esas células produzcan sustancias específicas que bloqueen las señales dolorosas. Está en preparación otro estudio sobre 100 pacientes.

Por su parte, los científicos de la compañía NEOCRIN INC. están encapsulando células pancreáticas de cerdo con la intención de que estimulen la producción de insulina en 50 pacientes diabéticos, procurando eludir su respuesta inmunológica. Bastantes científicos persiguen el propósito de usar células hepáticas o hígados enteros de cerdo para tratar a los pacientes con fallos hepáticos. Más aún, la compañía CIRCE BIOMEDICAL ha realizado experimentos en los que la sangre de 54 pacientes, se ha pasado extracorporeamente a través de hígados de cerdo, usados como puentes temporales para mantenerlos vivos hasta recibir el trasplante esperado o hasta recuperar suficientemente su propia función hepática. Y, en Suecia, otros 10 pacientes renales ya recibieron isletas fetales de cerdos a principios de los 90 y otros dos pacientes fueron sometidos a perfusiones extracorpóreas usando riñones de cerdo. También es oportuno recordar la notoriedad alcanzada en su día por la Dra. Suzanne Ildstad, de la Universidad americana de Allesheny, cuando a un paciente de SIDA le implantó médula ósea procedente de un mono babuino, permaneciendo el paciente vivo durante 13 días.

AVANCES E INTERESES. Hace algún tiempo, en otra colaboración, nos ocupábamos de la principal barrera de rechazo entre especies, el conocido como **rechazo hiperagudo**, que es una violenta respuesta inmunológica en la que interviene el sistema sanguíneo del complemento, con la consecuencia de la destrucción de los vasos sanguíneos del órgano trasplantado, detención del aporte de oxígeno y muerte en el plazo de minutos. La compañía INMUTRAN, adquirida posteriormente por NOVARTIS, anunciaba, hace poco más de dos años, que sus científicos habían sido capaces de controlar el proceso, mediante técnicas de ingeniería genética sobre los animales donantes, **humanizando** sus órganos. Con corazones de cerdos, genéticamente modificados de ese modo, se realizaron trasplantes a monos que sobrevivieron más de 60 días sin mostrar el fenómeno del rechazo hiperagudo. Y, al menos, otras tres compañías ya han modificado genéticamente a cerdos con la misma finalidad.

Aunque el escollo del rechazo hiperagudo pudiera salvarse aún quedan otros, como es el caso del rechazo retardado cuando, al cabo de unos días tras el trasplante, las células macrófagas y las células matadoras naturales del sistema inmune del receptor invaden y atacan el órgano extraño. Se considera que uno de los problemas principales, relacionado con la respuesta de las células-T, podría controlarse con un adecuado uso de los inmunosupresores, cada vez más eficaces. Pero restan otras dificultades adicionales como se puso de manifiesto en la reciente 4ª Conferencia Internacional sobre Xenotrasplantes, celebrada en Nantes, Francia, hace unos meses.

En cualquier caso, no existen ciencias sino Ciencia y los avances en parcelas específicas se traducen en estímulos importantes en las parcelas científicas colindantes. Y, en este campo, los grandes intereses económicos de las compañías afectadas juegan a favor de que se progrese científicamente en la solución de los importantes problemas básicos aún existentes. Como ejemplo, la compañía suiza NOVARTIS, por sí sola, piensa invertir en un futuro próximo, en estos temas, más de mil millones de dólares. Y Peter Laing, analista de la SOCIETE GENERALE STRAUSSE TURNBULL de Londres predice que dentro de 12 años el dinero que moverá la tecnología de los xenotrasplantes superará los seis mil millones de dólares anuales.

Los xenotrasplantes de células y tejidos, que no poseen vasos sanguíneos, al ser mucho menos vulnerables al rechazo hiperagudo que los órganos, poseen un valor potencial inmediato mayor tal como se señala en un reciente informe especial publicado en la revista ***Nature Medicine***. Es prometedor que células adrenocorticales bovinas implantadas a ciertos ratones inmunodeficientes hayan sido capaces de desarrollar funciones de tejido adrenal en los riñones de esos ratones, a los que se les había extirpado previamente las glándulas adrenales. Ya están en marcha ensayos clínicos al respecto. Y en otras experiencias, a ciertos pacientes con tumores cerebrales, se le han trasplantado células de ratones que contienen un retrovirus dotado de un gen terapéutico.

En resumen, según indican los especialistas, el futuro clínico de los xenotrasplantes a plazo inmediato y medio, es prometedor en aplicaciones concretas con células y tejidos. Y hace falta bastante investigación básica para que sea una realidad la aplicación clínica de los xenotrasplantes de órganos. Las esperanzas radican en conseguir nuevos logros basados en la velocidad acelerada del desarrollo científico, aunque ello es atemperado por ciertos temores, a los que nos referiremos a continuación.

PVC

¿Tendrán razón los detractores del amplio uso de los artículos de PVC? Por primera vez, aunque sea en un estudio epidemiológico, no directo ni experimental, ciertos resultados indican la existencia de alguna relación entre PVC y cáncer, concretamente testicular. Lo han obtenido científicos suecos al investigar a varios centenares de hombres con y sin ese tipo de cáncer, analizando si habían tenido o no un estrecho contacto con el PVC durante su trabajo en industrias de transformados plásticos. El estudio estadístico demostró un mayor riesgo para los más expuestos al PVC.

ELECTRÓNICA DE CONSUMO

Recientemente se ha clausurado en Las Vegas, EE.UU., la exposición CES 98 en la que se ha mostrado lo último en lo referente a la electrónica de consumo. Entre los productos destacados en informática estuvo la presentación de Windows CE por parte de Bill Gates y la del Personal Java por parte del presidente de Sun Microsystems. Posiblemente será el sistema operativo que dominará el mercado inmediato de los aparatos electrónicos de uso específico. Ello permitirá su aplicación a medios de control e información tales como las tarjetas de crédito y otros pequeños sistemas.

EFECTO INVERNADERO

Investigadores meteorólogos ingleses y holandeses han calculado que la consecuencia del efecto invernadero se traducirá en el año 2100 en una subida del nivel del mar evaluada en una media de 50 centímetros, la mitad de ella debida a la expansión térmica del agua y la otra mitad al efecto de la fusión de hielos y glaciares. El modelo que ha desarrollado es el más completo realizado hasta la fecha e incluye cálculos precisos regionales y estacionales de las variaciones previstas de las temperaturas.

XENOTRASPLANTES: ¿LA CAJA DE PANDORA?

06-02-1998

Según la Mitología griega y el relato de Hesíodo, Prometeo robó el fuego sagrado y Zeus, para castigarlo, le dio Pandora, la primera mujer, a su hermano Epimeteo, entregándole como dote una caja cerrada. La curiosidad femenina de Pandora le hizo abrir la caja y todos los males, allí encerrados, se esparcieron por el mundo.

En un artículo anterior nos hacíamos eco de que prestigiosos medios científicos relacionados con el tema de los xenotrasplantes habían sugerido o pedido la adopción de una moratoria. Su razón estribaba en las que se consideraban como posibles prontas experiencias clínicas de trasplantes a humanos de órganos animales, posiblemente corazones, o hígados, de cerdos modificados genéticamente, **humanizados**. Algunos de los científicos peticionarios de la moratoria han comparado la situación actual con la del caballo de Troya (que introdujo subrepticiamente a los soldados enemigos en la ciudad) o con la de la caja de Pandora que, una vez abierta, dejó en libertad un cúmulo de males incontrolados. ¿Por qué existe tal preocupación? Y, previsiblemente, ¿qué consecuencias se derivarán de esta polémica respecto al futuro de los xenotrasplantes?

TEMORES. El investigador en xenotrasplantes Dr. Fritz Bach, de la Universidad de Harvard, quien, junto a otros seis expertos en salud pública y bioética, ha encabezado la petición de la moratoria, ha llegado a afirmar: "*ésta es una situación en la que nosotros, la institución médica... haremos que el público pueda quedar sometido al riesgo de nuevas enfermedades, posiblemente tan malas como el SIDA*". Evidentemente, afirmaciones tan tremendas como la anterior pueden provocar una alarma social. Más aun cuando el prestigioso organismo americano FDA (**F**ood and **D**rug **A**dministration) estaba comenzando a estudiar la posibilidad de aligerar los controles previamente establecidos sobre este tipo de investigaciones. Ello aparte de que los avances de la Inmunología permiten pensar que, en plazos razonables, podrán vencerse, en buena parte, los efectos de los rechazos. Pero el Dr.

Phil Noguchi, jefe de terapias celulares y génicas de la FDA ha declarado que "*el xenotrasplante es todavía un procedimiento altamente experimental...y aunque la esperanza exista...primero debe probarse que es saludable y efectivo*".

No existe unanimidad entre los expertos respecto a la oportunidad de la propuesta de moratoria. Por ejemplo, la Dra. Suzanne Ildstad opina que: "*Deberemos proceder con precaución...pero deberemos proceder*". Pero no olvidemos que su equipo, el año pasado, fue el responsable de un controvertido trasplante de médula ósea desde un mono babuino a un enfermo terminal de SIDA.

LOS VIRUS. La causa más profunda de los temores hacia los xenotrasplantes radica en la posibilidad de la transmisión al hombre de nuevas enfermedades de origen vírico procedentes de los animales donantes. Existe una gran sensibilidad al respecto que va unida a una relativa ignorancia de los mecanismos biológicos que favorecerían o dificultarían una transmisión de tal tipo. Como recientemente se han dado casos de esas posibles transferencias ello hace que hayamos de ser muy prudentes al respecto. Podemos recordar el recentísimo episodio, todavía vigente, de la mortal **gripe del pollo** acaecido en Hong Kong, en el que el virus H5N1 ha pasado hasta los humanos, aunque, previamente, tan sólo afectaba a pollos y patos. Afortunadamente, por ahora, parece que el contagio siempre ha tenido lugar entre aves y humanos y nunca entre humanos y humanos. Otros precedentes muy llamativos son los de los virus Ébola y Marburg, procedentes de monos, que han causado en el pasado intensas y graves epidemias entre grupos de población específicos. Y, peor aún, es la sospecha, fundada sospecha, de que el VIH, virus de la inmunodeficiencia humana, responsable del SIDA, posiblemente también se originó a partir de un retrovirus muy parecido característico de los simios.

El virólogo Robin Weiss ha recordado que accidentes de ese tipo ya han ocurrido. Por ejemplo, millones de personas fueron infectadas accidentalmente con el virus simio 40 (el SV40), en los años 50, a través de unas vacunas antipoliomielíticas y antiadenovíricas contaminadas que se habían preparado usando células renales de monos conteniendo ese virus. Es más, la patogenicidad de los virus es muy cambiante e

impredecible, sobre todo cuando tiene lugar un salto de especie. Se sabe que virus "durmientes" en animales, tales como ciertos virus herpes y retrovirus, pueden activarse de un modo mortífero cuando infectan a humanos.

LOS CERDOS. Teniendo en cuenta todo ello, ha tenido una gran repercusión un descubrimiento hecho independientemente por el ya citado Dr. Weiss, del Cancer Research Institute de Londres y por el también virólogo Dr. David Onions, de la Universidad de Glasgow, que ha sido publicado muy recientemente en la prestigiosa revista **Nature**. Los cerdos se consideran los mejores donantes potenciales de órganos para el xenotrasplante y lo que se ha encontrado es que los cerdos poseen, integrado en su genoma, múltiples reproducciones de ciertos retrovirus endógenos que han mostrado su capacidad para infectar a células humanas cultivadas *in vitro*. No podemos ignorar que el VIH, responsable del SIDA, también pertenece a los retrovirus, aunque ello no significa que todos los retrovirus sean igualmente patógenos. Lo cierto es que, por ahora, se presenta como muy difícil poder contar y operar con cerdos **genéticamente limpios**, es decir, desprovistos de las reproducciones endógenas de los genes correspondientes a esos retrovirus.

Parece por ello coherente que, en el Reino Unido, ante el anuncio de la compañía IMUTRAN del propósito de iniciar ensayos clínicos con corazones de cerdos, se haya aprobado una moratoria respecto a los ensayos clínicos de xenotrasplantes. En Suecia y Alemania también existen moratorias voluntarias y en Francia y en la Unión Europea se espera poder tomar decisiones al respecto este mismo año. La candente situación en Estados Unidos ya ha quedado expuesta anteriormente.

Ante esta situación cabe preguntarse, ¿carece de futuro el xenotrasplante de órganos? La respuesta sería contundente: No, en absoluto, aunque por ahora hay que ser muy prudentes, reforzando todo tipo de controles al respecto. Sobre todo, hay que intensificar fuertemente, con carácter previo a cualquier otra aventura, todas las investigaciones básicas genéticas, moleculares e inmunológicas que permitan disponer de un panorama claro de la situación que garantice ciertas probabilidades de éxito. Es indudable que el progreso científico,

antes o después, conseguirá tales objetivos. Pero no abramos, por ahora, la caja de Pandora hasta no saber dominar su contenido. Cuando este momento llegue, los actuales temores se convertirán en esperanzas, y el xenotrasplante reverdecerá e, incluso, superará los grandes beneficios que para la humanidad doliente está suponiendo el actual dominio de las técnicas de los trasplantes de órganos. Su principal limitación, la escasez de órganos, podrá subsanarse con la probable disponibilidad de animales clónicos y transgénicos humanizados que sean capaces de soslayar los importantes problemas de rechazo existentes. Tengamos, pues, esa esperanza, la misma esperanza a la que se refiere Esquilo en su **Agamenón**, es decir, la esperanza que es capaz de llevarnos hasta el final.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Un grupo de investigadores daneses y americanos ha descubierto que el suministro de unas dosis adicionales de una hormona natural puede reducir el apetito, combatiendo el sobrepeso. Se trata de una hormona digestiva, la GLP-1, secretada en el intestino como respuesta a la ingesta de alimentos. La sangre la transporta hasta la zona cerebral del hipotálamo que controla el apetito, por lo que el suministro externo de la hormona (por ahora los ensayos se han hecho vía intravenosa) "engaña" al cerebro con una señal de saciedad, que hace que se limite la ingesta alimentaria. Se espera que en dos o tres años esta hormona natural pueda estar comercializada en el mercado en forma de píldora o tableta.

UN RÍO MARCIANO

A principios de esta semana los científicos de la NASA obtuvieron y mostraron las primeras pruebas fotográficas de que, alguna vez, posiblemente hace unos mil millones de años, existió en Marte un río de agua que logró formar un gran cañón parecido al famoso Gran Cañón del Colorado de Arizona. En el acto en el que se hizo público el descubrimiento estuvo presente el vicepresidente americano Al Gore, quien señaló que este tipo de hallazgos resultan muy estimulantes no sólo para los científicos sino para el público en general.

LA CIUDAD ESPACIAL

Quince países acaban de firmar un acuerdo de colaboración para construir una verdadera Estación Internacional Espacial. Reemplaza a un preacuerdo de 1988 y los firmantes han sido los países miembros de la ESA (Agencia Espacial Europea) además de Suecia, Suiza, Rusia y Estados Unidos. Dará fin a la etapa de confrontación, iniciando la de colaboración internacional y se convertirá en una verdadera ciudad espacial, sustituyendo a la vieja estación rusa MIR (en servicio desde 1986). El primer módulo de la estación será lanzado el próximo 30 de junio y en los cinco años siguientes se irán sumando otros más de cien nuevos módulos componentes. Podrá disponer de una tripulación de siete miembros, así como de cinco laboratorios presurizados. Entre los

países participantes se cuentan Canadá, Japón, Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Noruega, España y Reino Unido.

SAN VALENTÍN: LOS OLORES DEL AMOR

13-02-1998

La celebración de San Valentín se presta a meditar sobre el amor. Son evidentes sus implicaciones afectivas, personales, sociales e incluso económicas. Pero ¿existen también las científicas, una ciencia del amor o, incluso, una bioquímica del amor? ¿Existen las moléculas del amor?

En principio, como cualquier otro sentimiento, emoción o actividad síquica, las bases del amor radicarían no en el corazón sino en el cerebro. Pero la bioquímica de los sentimientos y de las emociones aun se encuentra en sus balbuceantes inicios y las investigaciones sobre el sentimiento amoroso todavía son insuficientes para podernos ofrecer un perfil definido. Pero existen algunos hechos interesantes, hipótesis más o menos contrastadas e incluso la posibilidad de que ciertas moléculas, las feromonas, puedan tener un papel protagonista al respecto.

AMOR Y EVOLUCIÓN. Un artículo, titulado (traducido) "**Anhelo, atracción y vinculación en la reproducción de mamíferos"** se publica el presente mes de febrero de 1998, en la revista **Human Nature**, por la Dra. Helen Fisher del Centro de Estudios Evolutivos Humanos de la Universidad de Rutgers, en Nueva Jersey, una universidad americana con más de doscientos años de historia. En este artículo, referido a los mamíferos y, más concretamente, a los seres humanos, se evalúa la evolución del comportamiento en relación con los tres sistemas emocionales: el anhelo (ansia y libido), la atracción y el apego (vínculo o fidelidad), todos ellos asociados con el juego del apareamiento y la reproducción. Para la Dra. Fisher cada una de esas emociones posee sus propios circuitos cerebrales, así como sus correspondientes mediadores químicos. Y, según la investigadora, *"a lo largo de la evolución humana, estos sistemas emocionales han ido independizándose entre sí, fenómeno éste que puede contribuir a explicarnos la flexibilidad del apareamiento humano y el amplio rango, actualmente existente, de estrategias de apareamiento y reproducción*". De acuerdo con ello, este modelo evolutivo divergente ayudaría a explicar por qué los seres

humanos pueden sentir simultáneamente apego o vinculación respecto a una persona, atracción por otra y anhelo o gran atracción sexual (sin atracción romántica), por otra diferente.

El anhelo físico se desarrolló evolutivamente en busca de una gratificación sexual, mientras que la evolución del sentimiento de atracción sirvió a los individuos para particularizar sus esfuerzos de apareamiento con los compañeros preferidos. Respecto al sentimiento de apego o vinculación, fue determinante para ejercer la labor formadora sobre los hijos tras la paternidad. Esta noción de sistemas separados evolutivamente podría explicar el que ciertos matrimonios convenidos, en algunas culturas, tengan éxito, o que, a veces, uno de los miembros de la pareja pueda engañar al otro e, incluso, por qué los amantes menospreciados pueden cometer crímenes pasionales. Se trataría siempre de la hipertrofia de uno de esos tres sentimientos respecto a los otros dos. Por ello, según la Dra. Fisher el amor no puede ni debe confundirse tan sólo con la atracción romántica, que por sí sola puede ser una emoción positiva o negativa. Capaz, por un lado, de estimular las mejores creaciones poéticas del mundo o de provocar nuestros momentos más felices, pero, también, puede ser la base de asaltos, homicidios, depresiones clínicas y suicidios.

En el caso concreto del sentimiento de la atracción, más estudiado, existe una relación directa entre el mismo y el aumento de ciertas concentraciones cerebrales del neurotransmisor dopamina y de otros mediadores químicos. Ellos serían los responsables de la aparición de los síntomas humanos de atracción pasional, tales como alborozo, energía, insomnio o reducción del apetito.

FEROMONAS. El naturalista francés Jean-Henri Fabre, en 1870, observó que ciertas polillas machos se desplazaban a distancias de kilómetros hasta llegar a las hembras, atraídos por ciertos olores o sustancias emitidos por éstas. En 1959, un fenómeno análogo se observó en los gusanos de seda y comenzaron a denominarse feromonas a esos mensajes químicos producidos por ciertos animales, mensajes destinados, usualmente, a su pareja de sexo contrario y que pueden tener funciones muy diversas, entre ellas las de la atracción. Se han encontrado en anfibios y en la mayor parte de los reptiles, contando

buena parte de los mamíferos con un órgano vomeronasal que, en los pájaros, solo se ha detectado en su fase embrionaria. Las moléculas feromonas y las moléculas de los olores poseen algunas características comunes: pasan al aire y son detectadas por células nerviosas especializadas ubicadas en la nariz. Pero sus diferencias son evidentes: los olores se detectan en el epitelio olfativo, mientras que las feromonas lo son por el denominado **órgano vomeronasal**; el número de receptores de las feromonas, al menos en ratas, es de unas decenas, mientras que los de olores se cuentan por centenas; a los olores les corresponden respuestas acopladas (olor a ajo con salsa alioli, por ejemplo), mientras las feromonas no huelen y afectan a los circuitos cerebrales relacionados con el comportamiento; el sentido del olfato (al menos en humanos) opera de forma consciente, y el de las feromonas no; por último, parece existir una especificidad de género para las feromonas: los machos no responden a las feromonas producidas por ellos, que si afectan a las hembras, y viceversa.

¿FEROMONAS HUMANAS? Su existencia es un tema controvertido. Los anatomistas han venido señalando la existencia de una estructura vomeronasal en los fetos, aunque no en adultos, como un vestigio evolutivo. Pero, ¿realmente ha desaparecido totalmente? El Dr. David Berliner, investigador de la Universidad de Utah, no lo piensa así. Identifica a ese órgano, desde 1980, con unos pequeños y ubicuos hoyos presentes en el septo nasal, opinando que poseen una unión funcional con el eje hipotálamo-hipofisario del cerebro, que es una pequeña región reguladora de la producción, por otras glándulas, de numerosas y variadas hormonas. Dice haber aislado diversas feromonas humanas, algunas emitidas a través de la piel. Las dos primeras le sirvieron para crear la empresa EROX CORP. y usarlas para preparar unos perfumes, intensificando su atracción. Posteriormente ha fundado otras compañías como PHERIN CORP., en este caso para investigar los usos médicos de cerca de 40 sustancias feromónicas, identificadas naturalmente o fabricadas sintéticamente.

Sin que ello signifique participar en la controversia relataremos un experimento científico realizado en Suiza. En condiciones controladas 44 hombres, durante dos noches llevaron unas camisetas determinadas.

Tras ello, las camisetas se colocaron en recipientes adecuados y se dieron a oler a un buen número de mujeres. Se dieron ciertos resultados muy claros relacionados con los así llamados antígenos de histocompatibilidad (MHC, una especie de "tipaje inmunológico") de los hombres portadores y las mujeres oledoras, que respondieron tal como un biólogo evolucionista esperaría. Ellas prefirieron los olores (¿o feromonas?) de los hombres con MHC más diferentes con los suyos propios y los preferidos eran parecidos a los de sus actuales o pasadas parejas.

En todo caso, sean cuáles sean las naturalezas moleculares de los sentimientos asociados con el amor, la festividad de San Valentín lo que debe hacernos es más sensibles a su disfrute.

VACA LOCA FRANCESA

No sólo se confinan al Reino Unido. A principios de esta semana se anunció un nuevo caso de encefalopatía espongiforme bovina, esta vez en el sureste francés, siendo el segundo de este año y el número 33 de los registrados desde 1990. De acuerdo con un reciente informe de la Comisión Europea 13 de los 15 miembros de la Unión Europea habían adoptado ya las regulaciones recomendadas sobre la destrucción por calor de las porciones óseas sospechosas de extender la enfermedad. Francia es uno de los países que todavía no había comenzado a hacer efectivas esas medidas.

EL SECRETO DEL MARLBORO

A mediados de los 70 Reynolds, los fabricantes de las cajetillas Winston hubieron de asistir a la conquista parcial de su cuota de mercado por parte del Marlboro (Philip Morris). Ahora se ha sabido que "el secreto de Marlboro" consistió en añadir a su tabaco una cierta cantidad de amoníaco, que aumentaba la conocida como nicotina libre, potenciaba sus efectos, sus consecuencias adictivas e incluso su absorción pulmonar y sus efectos cerebrales. El amoníaco aún sigue siendo utilizado por buena parte de la industria tabaquera, aspecto que han mantenido en secreto durante largo tiempo.

LA GRAN GRIPE

En 1918 una epidemia mundial de gripe provocó la muerte de más de 21 millones de personas en todo el mundo. Algunas de esas personas fueron soldados que fueron enterrados en el cementerio de la Brevig Mission, en Alasca, donde las temperaturas son tan extremas que, desde entonces sus cuerpos han permanecido allí congelados. De uno de estos cuerpos, los patólogos investigadores del Ejército americano han sido capaces de aislar el material genético del virus responsable de la epidemia, lo que ayudará a conocer las causas de su gran mortalidad y a la preparación futura de mejores vacunas.

ANTIMATERIA, ¿DÓNDE ESTÁ?

20-02-1998

Hace unos veinte mil millones de años el "huevo cósmico", sobre cuyo origen y características existen diversas hipótesis científicas, sufrió la gran explosión, el Big Bang. El Universo comenzaba su gran aventura, poblándose de materia, pero también de antimateria. Pero, ¿dónde se encuentra esa antimateria?

La actualmente admitida y vigente Teoría Estándar de la Materia nos enseña que las partículas individuales de la materia pertenecen a dos familias diferentes, la de los **quarqs** y la de los **leptones**; que cada una de esas familias cuenta con tres generaciones y que, por cada generación, existen dos partículas diferentes.

Ello significa la existencia de los 6 quarqs siguientes: u (up) y d(down), en la primera generación; c(charm) y s(strange), en la segunda generación; y t (top) y b (bottom) en la tercera generación. Precisamente la última partícula elemental descubierta fue el quarq top, en el acelerador Fermilab, de las afueras de Chicago, el 2 de marzo de 1995. Una situación semejante ocurre con los 6 leptones: e (electrón) y neutrino del electrón, en la primera generación; μ (muón) y neutrino del muón, en la segunda generación; y τ (tau) y neutrino del tau, en la tercera generación. Y cada una de esas partículas individuales cuenta con su adecuada antipartícula, con la misma masa y carga opuesta, de modo que al electrón le corresponde el antielectrón (o positrón), al quarq u el antiquarq u y así sucesivamente. Si una partícula se pone en contacto con su antipartícula correspondiente se produce el fenómeno de **aniquilación**, es decir, que se funden y desaparecen, convirtiéndose, en una primera transformación, en energía o fuerza, de acuerdo con la conocida ecuación de Einstein que relaciona la energía con el producto de la masa por el cuadrado de la velocidad de la luz.

ANTIMATERIA. La primera detección de antimateria la realizó Dirac en los años 30, encontrando positrones (antielectrones) en la radiación cósmica que llegaba a la Tierra. Posteriormente, sobre todo a partir de los años 50, con el uso pacífico de los grandes aceleradores de

partículas, se fueron produciendo o descubriendo muchas de las antipartículas elementales. Actualmente, las antipartículas elementales, sobre todo los antiprotones, se pueden obtener, detectar, recolectar, confinar y almacenar, usando sofisticadas tecnologías basadas en los aceleradores de partículas y las acciones de los campos magnéticos. En abril de 1996 se abrieron unas nuevas e interesantísimas posibilidades con la obtención, no ya de antipartículas elementales, sino de unos verdaderos 11 preciosos antiátomos de antihidrógeno. Se trataba del experimento PS210 y lo consiguieron científicos alemanes y europeos en las instalaciones del CERN en las afueras de Ginebra. Desde entonces ello se ha repetido y mejorado.

¿Qué interés práctico puede tener la "domesticación" de la antimateria? Uno de ellos es como fuente energética en aplicaciones concretas. Por ejemplo, con el uso de antimateria y su aniquilación controlada, con la correspondiente materia, los depósitos de combustible de los cohetes y vehículos espaciales podrían reducir su volumen a menos del 10% del actual, permitiendo recorridos más largos y de mayor duración. Para conseguir esos fines el proyecto ICAN-II está en fase de investigación, en la Universidad de Pennsylvania. También se están estudiando los diseños adecuados que permitan el uso médico de los rayos de antiprotones, bien para implantar nuevos y más potentes métodos exploratorios de análisis de zonas corporales, o bien como verdaderos proyectiles destructivos de zonas tumorales previamente señaladas como blancos o dianas.

UNIVERSO Y ANTIUNIVERSO. Tal como indicábamos antes, el Big Bang, teoría ampliamente aceptada por los científicos expertos en la evolución del Universo, significó la conversión de la ingente energía acumulada en el "huevo cósmico" en forma de partículas y de antipartículas elementales, a partir de un primer instante en el que la densidad era 4.000 millones de veces la del agua y la temperatura de 100.000 millones de grados centígrados. Comenzaba, vertiginosa, la **gran expansión**. Al cabo de un segundo la densidad y la temperatura se habían reducido a la décima parte y comenzaron a formarse protones, neutrones, antiprotones, etcétera. A los 30 minutos, con "sólo" 300 millones de grados se habían aniquilado muchas partículas con sus

antipartículas correspondientes, pero en otros casos, al alejarse entre ellas se evitó la aniquilación.

Y hubo de transcurrir un millón de años de enfriamiento para que empezasen a formarse los átomos de los elementos químicos que hoy conocemos. Teóricamente en el Universo debería existir la misma antimateria que materia, quizá en forma de antiestrellas, antigalaxias, etcétera, pero, ¿dónde está? Es difícilmente detectable. Hasta ahora todo parece indicar que la cantidad de antimateria en el Universo es escasa, que la materia le ganó la batalla a la antimateria, es decir, que no hubo simetría sino disimetría en sus respectivas producciones. En la actualidad existen diversas teorías al respecto, así como muchas investigaciones para intentar explicar esta situación, aunque todavía no contamos con una explicación convincente del fenómeno.

El modo práctico de detectar la antimateria del Universo se basa en una consecuencia de la aniquilación de sus positrones con los electrones de la materia: la producción de rayos gamma característicos, con una energía de 511 kiloelectronvoltios, un valor 250.000 veces superior al de la energía de la luz visible normal. Por ello, la detección de esos rayos gamma equivale a la de la antimateria correspondiente. Y, al respecto, existen algunas novedades interesantes.

ANTIMATERIA PRÓXIMA. En abril del año 1991 se puso en órbita el Observatorio de Rayos Gamma Compton, uno de cuyos instrumentos es el OSSE (**O**riented **S**cintillation **S**pectrometer **E**xperiment), sensible a los rayos gamma de 511 keV, 10 veces más sensible a ellos que los instrumentos anteriormente existentes. Ya en los años 70 se habían hecho observaciones relativas a la posible presencia de una radiación gamma de esas características en el centro de nuestra propia galaxia, cercana a un agujero negro allí existente conocido como **El Gran Aniquilador**. El año pasado, precisamente con el OSSE, finalmente se pudo detectar una gran cantidad, desconocida e inesperada, de radiación gamma de 511 keV, en forma de verdaderas "nubes de antimateria", situadas en el centro de nuestra Galaxia, a 3000 años-luz de distancia. Su origen es tema de discusión entre los expertos, barajándose diversas posibilidades: explosiones simultáneas de múltiples estrellas; material expulsado de alguno de los diversos

agujeros negros situados en la parte central de la Galaxia; el comienzo de dos estrellas de neutrones, u otra cualquiera alternativa.

Es evidente que la antimateria sigue encerrando incógnitas tremendamente apasionantes. De ahí el gran interés de un gran esfuerzo internacional que se pretende concretar con la puesta en órbita de un nuevo y más potente detector de antimateria. Se trata del proyecto AMS (**A**lpha **M**agnetic **S**pectrometer), que será 100.000 veces más sensible a la antimateria que las tecnologías actuales. El detector se situará en la Estación Espacial Internacional, previsiblemente operativa en el año 2001. Por primera vez el hombre podrá investigar la antimateria en el Universo a distancias por ahora insospechadas. Y posiblemente seamos capaces de encontrar explicaciones a la, por ahora, misteriosa escasez de antimateria en el Universo.

VACAS Y ANTIBIÓTICOS

En muchas explotaciones ganaderas del mundo a los animales (ganado, cerdos, aves) se les dan antibióticos para ayudar a su crecimiento. Los peligros de esta prácica comienzan a evidenciarse, al comprobarse que, con ella, se estimula la resistencia a los antibióticos de bacterias como Salmonella y E. coli, que se transmiten a los humanos por el consumo de carne o por contacto. Y todo ello ocurre a pesar de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para que los antibióticos utilizados en la quimioterapia humana no se usen en animales.

AGUAS CALIENTES

Las investigaciones climáticas son complejas y necesitan datos seguros y relativos a grandes períodos de tiempo. En la revista SCIENCE de esta semana aparece un estudio relacionado con la temperatura de las aguas ocánicas tropicales de hace 5.000 años, basado en determinaciones isotópicas del oxígeno y en la relación estroncio/calcio de la Gran Barrera de Coral en Australia. La conclusión alcanzada es que las aguas oceánicas tropicales en aquel entonces eran un grado más caliente que en la actualidad, provocando una mayor evaporación de tales aguas.

ANTIOSTEOPOROSIS

En la revista *ANNALS OF INTERNAL MEDICINE*, aparecida esta semana, se publica el resultado de una investigación que demuestra que un medicamento no hormonal, el alendronato, puede evitar la pérdida ósea asociada a la osteoporosis, en las mujeres postmenopaúsicas. El estudio se ha realizado durante tres años, simultáneamente, en 15 hospitales de todo el mundo, sobre varios centenares de mujeres tratadas con diversas dosis de medicamento y/o placebos. De este modo se abren nuevas perspectivas para las mujeres con alto riesgo de fracturas óseas o sobre quienes, por razones médicas, sea desaconsejable la terapia hormonal usual.

VIDA CELESTIAL

27-02-1998

Los continuos sobresaltos que nos transmiten los medios de comunicación sobre las aventuras y desventuras de la estación espacial rusa MIR son la mejor demostración de que su tiempo de vida útil ya hace bastantes años que fue sobrepasado y que sigue siendo operativa tan sólo porque las penurias económicas rusas no dan para más y porque los resultados de las más de 140 investigaciones científicas que allí se han realizado están siendo de gran valor.

La solución para los problemas de la MIR, su sustitución por otra estación espacial mucho mejor y más ambiciosa, está próxima y se llama la Estación Espacial Internacional. Precisamente, sobre este proyecto, durante una semana, hasta el pasado jueves día 26, a través de Internet, han tenido lugar una serie de tele videoconferencias interactivas y abiertas. Los participantes, en todo el mundo, han sido desde pequeños escolares hasta los más preparados profesionales y científicos, pasando por un buen número de empresarios y hombres de negocios. El momento escogido es oportuno, ya que hace menos de un mes tuvo lugar, en Washington, la firma del Acuerdo intergubernamental entre Estados Unidos, Canadá, Japón, Rusia y los países miembros de la Agencia Espacial Europea, entre ellos España, para la construcción, puesta en órbita, operaciones y funcionamiento de la nueva Estación Espacial Internacional, cuyo primer módulo será lanzado próximamente. Será un laboratorio permanente dedicado a las investigaciones a largo plazo, diseñadas y controladas humanamente, pero realizadas en un ambiente de microgravedad único, inexistente en la Tierra. Las investigaciones se centrarán en dos áreas dominantes: ciencias de la vida y ciencia de los materiales.

PRECEDENTES. En el presente año culminan muchos esfuerzos previamente realizados al respecto. En 1995 ya tuvieron lugar muchas operaciones de la fase I del proyecto y se habían fabricado más de 10 toneladas de los primeros componentes de la dotación física de la Estación. Esa fase I incluía un módulo-almacén, la cubierta para el

equipo de conversión de la corriente eléctrica y el pasillo de conexión con los laboratorios. La mayor parte de la fase II, ahora en fase de terminación, ha sido construida en Rusia, aunque adquirida por Estados Unidos, e incluye el bloque de la energía, el almacén de combustible, la propulsión y otros diversos elementos. Otras colaboraciones internacionales incluirán, en el año 2000 un módulo japonés de experimentación, en febrero del año 2001 un laboratorio de la Agencia Espacial Europea y, en febrero del año 2002, un módulo de alojamiento americano. Ese mismo año, será adosado a la Estación un segundo vehículo que pueda facilitar cualquier evacuación de emergencia.

Una vez terminada, el tamaño de la Estación superará al de un estadio de fútbol, pesará cerca de 500 toneladas y el espacio presurizado en el que, usualmente, se desenvolverán sus ocupantes será superior al total disponible en la actualidad en un gran reactor 747. Además, contará con 7 sofisticados laboratorios: dos americanos, tres rusos, uno japonés y otro europeo. La batería solar principal, de origen americano, será capaz de generar, en sus cuatro módulos orientables solarmente, hasta 92 kilovatios. La Estación se situará a una altura de unas 240 millas y espontáneamente tenderá, suavemente a perder un poco de altura, por lo que cada 90 días necesitará un pequeño impulso energético para recolocarla en su lugar. Desde la Estación se podrá observar un 85% de la superficie del globo, en el que se agrupa un 95% de la población total de la Tierra.

Desde ahora, hasta alcanzar su completo funcionamiento, en junio del año 2002, se harán 73 vuelos para ir completando la Estación. De ellos 27 se harán con una Lanzadera espacial americana, y 44 con vehículos rusos Proton y Progress, reservándose un vuelo para el vehículo ucraniano Zenith y otro para el Ariane 5 europeo que transportará un módulo Columbus.

PUNTO DE PARTIDA. Los resultados científicos ya obtenidos, en la situación de microgravedad de la estación MIR, son muy prometedores. Entre los muchos datos interesantes existentes podemos destacar, al menos, tres campos: a) Biología molecular y celular en microgravedad. Se han podido hacer crecer cristales de proteínas 30 veces más rápidamente que con las condiciones convencionales terrestres. Los

ensayos de cultivos de tejidos se han podido alargar en el tiempo hasta el límite de meses, en lugar de semanas; b) Biología humana. Se han recogido datos importantes. Entre ellos, los relativos a las velocidades de pérdidas óseas; c) Biología vegetal. Diversas plantas se han sembrado y cultivado con éxito, lo que es un requerimiento previo para la autosuficiencia de las expediciones espaciales en el futuro.

Los anteriores logros son un buen punto de partida para que la futura Estación Espacial sirva de fuerza motora para poner a punto nuevas tecnologías emergentes que sirvan para propósitos varios, que irán desde avances en investigaciones médicas, que beneficiarán a la humanidad, hasta el desarrollo de nuevos materiales y procesos con potencialidad industrial.

CIENCIA DE ALTURA. Tanto la NASA como los diversos países participantes (En España, por ejemplo, también existen convocatorias de ayudas específicas a la investigación espacial) tienen estudiados variados proyectos de investigación, entre los que se incluye la profundización en el crecimiento de cristales de proteínas en microgravedad ya que su alto rendimiento puede ayudar a determinar la estructura y función, en muchos casos aún desconocida, de muchas proteínas, así como a adquirir información valiosa para mejorar el diseño de fármacos en enfermedades que tienen que ver con el cáncer, diabetes, enfisema, infecciones parasitarias o desórdenes inmunológicos.

Asimismo, se espera que la casi ausencia de gravedad permita profundizar en aspectos concretos relacionados con la salud y fisiopatología humanas, aprovechables posteriormente para la prevención y tratamiento de las enfermedades relacionadas con las funciones pulmonares, cardíacas, renales o cardíacas, la osteoporosis o los desórdenes endocrinos y cerebrales. También se adquirirá experiencia con respecto a la permanencia, largos periodos de tiempo, en condiciones semejantes a las que pudiera haber en unos futuros largos viajes espaciales a alguno de nuestros cuerpos celestes más próximos.

Un tercer aspecto de interés es que, a bordo, los técnicos y miembros de la tripulación podrán estudiar procesos tecnológicos

materiales en situación en que la gravedad no constituya un obstáculo. Los materiales a investigar incluyen polímeros (usados en la Tierra para multitud de aplicaciones diferentes), semiconductores para la electrónica y para los superordenadores de alta velocidad, así como superconductores que permitan una mejor eficacia del funcionamiento de los instrumentos electrónicos.

En resumen, el primer módulo, ruso, de la Estación Espacial Internacional, ya se encuentra casi dispuesto a su lanzamiento en la base de Baikanur, en Kazakstan. Cuando, dentro de pocos meses, llegue a su destino de ser el punto de partida de la Estación Espacial Internacional, ello será servirá de constatación de que, para bien de la humanidad, la cultura de la paz y de la colaboración internacional puede sustituir a la cultura de la confrontación, que tan devastadores efectos ocasionan.

LA SONDA CASSINI

Sumándose a otros grupos conservacionistas del mundo, AEDENAT, la Asociación Española de DEfensa de la NATuraleza ha alertado contra el lanzamiento y plan de vuelo de la sonda Cassini, con destino a Saturno. La razón es la presencia en la nave de 33 kilos de plutonio-238, un elemento muy radiactivo, como combustible para producir energía. Los peligros no acabaron, según sus detractores, con el lanzamiento de la sonda, efectuado el pasado otoño, si entonces se hubiese producido un accidente en el cohete propulsor Titán 4B. La alerta actual es sobre su fase de sobrevuelo de la Tierra, a distancias próximas, en 1999, antes de enfilar hacia Saturno.

DIENTES LIMPIOS

¿Miedo a un ataque cardíaco? Para prevenirlo, entre otros hábitos saludables, hay que hacer ejercicio, comer adecuadamente y, posiblemente, realizar una buena higiene dental. Científicos de la Universidad de Minnesota han encontrado que las bacterias presentes en la cavidad bucal y, sobre todo, en las placas y sarro, poseen una proteína asociada con la agregación plaquetaria. Cuando esa proteína se inyecta en conejos de laboratorio, sus electrocardiogramas se modifican, su velocidad respiratoria y ritmo cardíaco aumentan y se favorece la agregación plaquetaria y la coagulación sanguínea.

DEFENSA ANTI MARTE

Varios organismos oficiales americanos están trabajando en el diseño y construcción de un complejo laboratorio que proteja la Tierra contra bacterias o virus que pudieran estar presentes en muestras de rocas que sean traídas de otros cuerpos celeste, en especial las que se esperan procedentes de Marte, dentro de unos pocos años. Aunque el riesgo de contaminación por formas de vida extraterrestres parece que es pequeño, se realizará una especie de cuarentena de las muestras de Marte, usando los mismos sistemas de biocontención que actualmente ya son empleados por los científicos para impedir, por ejemplo, la fuga del contagioso y letal virus Ébola africano.

TITANIC

06-03-1998

Ha batido el récord de recaudación de taquillas y faltan algo más de dos semanas para conocer si será cierto lo que muchos vaticinan: si en la próxima ceremonia de entrega de los Oscar, en el Shrine Auditorium de Los Ángeles, el filme Titanic del director James Cameron, que compite por 14 de las estatuillas, será capaz de sobrepasar las 11 de Ben Hur, en 1959.

Dejando aparte las virtudes de este filme lo cierto es que, en la noche y madrugada del 14 de abril de 1912, cuando tuvo lugar la tragedia del Titanic, su choque con un iceberg, en su viaje inaugural desde Liverpool a Nueva York, el tema ha suscitado la curiosidad y la emoción de multitud de personas, para quienes ello significó un fuerte varapalo en su confianza en la ciencia y el progreso. El barco se había concebido con las técnicas más modernas de principios de siglo, era el primer transatlántico dotado de doble casco, con una potencia de 51.000 caballos de vapor, poseía 16 compartimentos estancos, tres millones de remaches de tres centímetros de grosor y pesaba 42.000 toneladas. Los ingenieros lo consideraban insumergible.

Desde el primer momento se intentó la localización de los restos, su investigación y su rescate y reflotamiento. Los progresos de la investigación submarina han permitido alcanzar algunas de esas metas, pero aún permanecen inalcanzables, y llenas de incógnitas, otras muchas. Sin embargo, es posible que los avances científicos permitan algún día conocer la participación relativa que tuvieron en el hundimiento del Titanic los errores humanos, los fallos técnicos e, incluso, el azar.

HUNDIMIENTO. En la mañana del fatídico día la radio del CALIFORNIA, un vapor que navegaba en las cercanías, avisó sobre la presencia de icebergs. El capitán del TITANIC, E. J. Smith no ordenó reducir la velocidad de crucero, que era la de 21 nudos. Poco después de las 11 de la noche el vigía Freed Fleet gritó "*Iceberg por la proa*". La maniobra de desvío de la trayectoria no evitó que a las 23.30 un iceberg de 500.000

toneladas rozase la proa y la chapa del casco del buque se rompiese sin dificultad al nivel de la línea de flotación. Dos horas más tarde se habían rajado 100 metros de casco y habían penetrado tres mil toneladas de agua que pasaban de un compartimiento estanco a otro a razón de 125 toneladas por minuto. Treinta minutos después sólo la popa asomaba sobre el agua y la estructura del barco se doblaba hasta que, a las 02.20 de la madrugada, el casco, previamente partido, se hundía. Sobrevivieron 705 personas, rescatados por el buque CARPATIA, pero la mayor parte de pasajeros y tripulación, 1522, habían perecido.

Desde el instante del hundimiento no cesaron los trabajos para localizar y rescatar los restos del barco. Hasta 1985 se acumularon los fracasos. Ese año se organizó una expedición conjunta. Por una parte, el Dr. Robert Ballard salió de las Azores en el buque explorador KNORR, equipado con dos robots sumergibles, el ARGOS y el JASON, que funcionaban con control remoto y poseían sonar, cámaras fotográficas y vídeo. Por otra parte, desde el puerto militar francés de Brest zarpó Jean-Louis Michel en el buque LE SOUROIT, con otro robot de arrastre dotado de sonar.

HALLAZGO. Tras esfuerzos infructuosos, ya carentes de dinero y tiempo, en la madrugada del 1 de septiembre, las pantallas del KNORR reconocieron un objeto localizado por el ARGOS: era una de las calderas del transatlántico. Con actividad desenfrenada, en unos días, se pudieron tomar más de 20.000 fotografías y firmar docenas de horas de vídeo.

Al año siguiente el Dr. Ballard realizó una segunda expedición, esta vez con un sofisticado minisubmarino, el ALVIN, y un robot, el J.J. El TITANIC, dividido en tres trozos, parecía estar “de pie” a unos 3810 metros de profundidad. Miles de objetos cubrían las diversas zonas, muchos de ellos en perfecto estado: vajillas, bandejas, botellas, lavabos, etcétera. En 1987 se sacaron los primeros objetos. En 1991, desde la pareja rusa de sumergibles MIR se investigaron y filmaron los restos del barco con cámaras gigantes IMAX de 70 mm. y, en 1993, se concedió, en una decisión discutida, a la empresa RMS TITANIC INC., los derechos legales del salvamento y recuperación, con la condición de que los objetos recuperados no fuesen vendidos.

En 1993 y 1994 millares de objetos fueron recogidos, muchos de ellos expuestos en el Museo Marítimo Nacional Británico y otros lugares. En todo caso, lo que sí tiene permanentemente puestas a la venta esa empresa, para los entusiastas del tema, son muestras reales del carbón de las calderas del TITANIC. La última gran expedición a los restos del buque fue el verano de 1996, con gran alarde de medios técnicos (minisumergibles, sonares, posicionadores GPS, etc.), con la participación de científicos, cámaras de televisión (del Discovery Channel), ingenieros navales y exploradores. Se filmó un documental, se obtuvieron numerosas porciones valiosas del barco y se realizaron diversos estudios biológicos y metalúrgicos sobre el grado de deterioro del casco. Se intentó, y casi consiguió, rescatar una pieza del casco, de 15 toneladas, pero al final se fracasó, por lo que ello se reintentará nuevamente el próximo verano.

TEORIAS. ¿Por qué se hundió tan fácilmente el TITANIC? En 1991 el investigador canadiense Steve Blasco, que había descendido con el sumergible MIR, recuperó un disco metálico procedente del casco, con su pintura original, no deformado sino roto, con los bordes mellados. Los estudios metalográficos mostraron que las planchas que formaban el armazón del casco eran de un acero muy frágil, debido a su alto contenido en azufre. Sin duda, en la época de la botadura del TITANIC se desconocía que un alto contenido en azufre podría hacer al acero muy quebradizo. Según esta teoría, si el acero del casco hubiese sido el adecuado no se hubiera quebrado al chocar con el iceberg, sino tan solo abollado, como sucede en una pequeña colisión con un automóvil.

En la última expedición realizada en el verano de 1996 piezas diversas del acero del casco se recogieron para ser sometidas a diversas pruebas de laboratorio e investigar su ductilidad y fragilidad, tanto actual como la previsible de hace 85 años. Sobre todo, se siguen teniendo bastantes esperanzas en las investigaciones que se puedan realizar cuando se extraiga la gran pieza del casco prevista para el próximo verano. Recientemente, el investigador Tim Foecke ha señalado otra posible causa de la catástrofe que radicaría en la mala calidad, por exceso de escoria, del acero en los tres millones de remaches de tres centímetros de grosor que unían las planchas de acero. Según ello, la

fricción con el iceberg hizo saltar los remaches y las planchas de acero se separaron abriendo grandes huecos en el casco del barco. Parece pues, que la ciencia, antes o después, será capaz de desvelar el secreto del TITANIC, a pesar de su sepultura en el fondo del océano.

OÍDO Y SEXUALIDAD FEMENINA

En la prestigiosa revista científica *PROCEEDING OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES* de USA una investigación acaba de establecer las primeras diferencia fisiológicas conocidas diferenciadoras entre mujeres heterosexuales y homosexuales. Se investigaba una especie de eco originado en el oido interno, conocido como emisión otoacústica evocada por chasquido. A una mejor respuesta otoacústica (que se suele dar en las mujeres respecto a los varones) corresponde una mejor audición de los sonidos débiles. El resultado de la investigación comentada es que la respuesta otoacústica de las mujeres homosexuales se parece más a la que es normal en varones que a la que es normal en hembras.

AGUA EN EUROPA

Acaban de procesarse y dar a conocer las imágenes obtenidas por la sonda espacial GALILEO, tomadas a finales del pasado mes de diciembre. La gran definición de las imágenes parece indicar que, en Europa, una luna del planeta Júpiter, el agua ha existido en un próximo pasado y que, posiblemente, aún sigue existiendo bajo la capa superficial actual. Ello significaría que, alguna vez, han estado presentes en la luna Europa todos los ingredientes que se creen necesarios para que tenga lugar el fenómeno de la aparición de formas vivas.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El *AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH* acaba de publicar una investigación, que duró un año, en la que se estudia la posible relación existente entre la fertilidad de dos centenares de mujeres que deseaban quedar embarazadas y su consumo habitual de un variado número de bebidas con presencia o ausencia de cafeína. Los resultados, llamativos, han sido que las mujeres que bebían una o más tazas de té diariamente mostraron un considerable aumento en su fertilidad, doblándose, en cada ciclo menstrual sus posibilidades de quedar embarazadas. Las causas de ello, aún desconocidas, podrían estar asociadas a los polifenoles y xantinas del té, que se cree contribuyen al desarrollo de huevos y embriones saludables.

LA MISTERIOSA FUERZA REPULSIVA

13-03-1998

Cuando lanzamos con nuestras manos una piedra hacia las alturas estamos seguros que tendrá un determinado alcance y que caerá a una distancia más o menos lejana del punto del lanzamiento. No se nos ocurre pensar que esa piedra siguiese volando, cada vez más lejos y con mayor velocidad. Ese sería un comportamiento inverosímil.

Hay muchos intelectuales que creen que el fin de la ciencia está cercano, en el sentido de que todos los grandes y trascendentes descubrimientos ya están hechos, por lo que sólo nos falta conocer los retoques. La cosmología no podía ser una excepción a esa idea, por lo que Howard Georgi, un físico de partículas de la Universidad de Harvard, expresó hace cierto tiempo: "Creo que debemos considerar la cosmología como una ciencia histórica, al igual que la biología evolutiva". Sin embargo, la comunidad científica está quedando estupefacta ante los indicios de lo que parece ser un comportamiento inverosímil del Universo. La teoría estándar predice, tras el gran inicio con el Big Bang, un Universo en continua expansión, con una velocidad expansiva natural decreciente (como en la caída de la piedra). Pero Adam Riess, astrónomo de la Universidad de California en Berkeley, con un grupo internacional de científicos, acaba de publicar en la revista Science su desconcertante descubrimiento de que el Universo no sólo no se va frenando, sino que parece expandirse a una velocidad cada vez más acelerada.

MAGNITUDES. Las magnitudes astronómicas son abrumadoras para los humanos. Nuestro, al parecer, inmenso planeta Tierra no es sino un pequeño cuerpo que gira alrededor del Sol, cuyo tamaño es un millón de veces mayor. Y el propio Sol es sólo una vulgar estrella periférica de entre las más de cien mil millones que componen la galaxia Vía Láctea. A su vez esta galaxia, cuyas dimensiones se miden en millones de millones de millones de kilómetros es una modesta componente de una de las muchas multitudes de galaxias que se agrupan en cúmulos y otras estructuras a lo largo y ancho del Universo.

El gran astrónomo Hubble, a finales de los años veinte, dejó claro que las galaxias se alejan entre sí a velocidades tanto mayores cuanto mayor es la distancia que las separa. El Universo se expande igual que un globo que fuese inflándose paulatinamente, en el que el papel de las galaxias está sustituido por unas manchas sobre la superficie del globo. Al aumentar de tamaño el globo las manchas más lejanas se alejan a más velocidad que las cercanas. La velocidad de hinchado del globo sería asimilable a la velocidad o constante de expansión de Hubble, relacionada con la medida del tamaño, edad y ritmo de expansión del Universo.

LA EXPANSIÓN. De acuerdo con todas las observaciones existentes hasta ahora, el Universo se originó hace unos 12.000 millones de años con la explosión de un punto de materia de masa infinita. El Big Bang o gran explosión inicial originó una expansión cuya velocidad debería irse reduciendo conforme se decelera gravitatoriamente la materia al moverse por el espacio. En los años cincuenta los teóricos vaticinaron que el violento nacimiento del Universo debería haber dejado una estela luminosa en forma de una débil radiación cósmica de fondo de microondas. En 1964, dos radioingenieros de los laboratorios Bell comprobaron su existencia. Otros hallazgos sucesivos fueron conformando un modelo de inflación del Universo que se podría clasificar ya como clásico.

Pero quedan aspectos por aclarar. Hace un par de años algunas medidas astronómicas parecieron indicar que las edades de muchas estrellas parecían ser mayores, en varios millones de años, que la propia edad del Universo, dando lugar a la contradicción de que los hijos pareciesen ser más viejos que los propios padres. En realidad, aún quedan muchas grandes incógnitas cosmológicas por despejar, pero algunas de ellas serían comprensibles si se confirma el hecho de la aceleración de la velocidad expansiva del Universo. Ello obligaría a la necesidad de unos recálculos que harían establecer una edad corregida para el Universo de unos 14.000 años, es decir, unos 2.000 millones de años más que la edad de las estrellas más antiguas conocidas.

LA ACELERACIÓN. En torno a los años veinte el grandioso matemático Albert Einstein fue desarrollando su teoría de la relatividad general, cuya validez se comprobó a través de diversas pruebas: la desviación de la órbita del planeta Mercurio, la desviación de la luz por un campo gravitatorio intenso y la pérdida de energía de la luz al salir de un objeto de gran masa. La teoría de la relatividad general permitió a Einstein formular una ecuación aplicable al Universo en su conjunto, iniciándose con ello la ciencia de la Cosmología. Pero en esa época aún no estaba establecida la teoría del Big-Bang, por lo que, para explicar el alejamiento entre sí, de las estrellas, propuso la existencia de una fuerza repelente, una **constante cosmológica** especial, responsable de ese movimiento, como una propiedad del vacío en el espacio-tiempo. La teoría de la gran explosión o Big Bang surgió de las propias ecuaciones de la teoría de la relatividad e Einstein consideró que su hipótesis de la constante cosmológica había sido su mayor fracaso científico.

Pero ahora, ese fracaso no parece tan claro. Mediante el telescopio espacial Hubble y observatorios en Hawai, Australia y Chile los astrónomos han seguido y medido los restos de 14 lejanísimas supernovas, que explotaron y están situadas a distancias entre 7.000 y 10.000 millones de años-luz de la Tierra. Compararon la velocidad con la que esas supernovas se alejan y los resultados los han comparado con los correspondientes a las de las supernovas más cercanas a la Tierra. El fascinante resultado ha sido que el Universo parece expandirse ahora con mayor rapidez que hace cinco o siete mil millones de años. ¿Cómo puede ser ello? Por ahora sólo cabe la especulación, pero todo hace añorar la **constante cosmológica** postulada por Einstein, que se sumaría como una nueva quinta fuerza, repulsiva en el vacío, a las cuatro fuerzas reconocidas por la física moderna: la **atómica fuerte**, que mantiene unidos los núcleos de los elementos; la **débil** que ocasiona el decaimiento de los átomos; la **electromagnética**, que mantiene a los electrones orbitando alrededor del núcleo, y la **gravedad**. A distancias cortas la quinta fuerza no sería detectable, pero sí a grandes distancias, cuando es suficientemente poderosa como para superar la gravedad y acelerar el Universo.

Y si todo ello se confirma, en el futuro podemos predecir que nuestro acelerado Universo, dentro de miles de millones de años, se convertirá

en un lugar muy solitario. Y el cielo nocturno dejaría de estar densamente poblado de bellas estrellas contemplables desde nuestro planeta en las noches oscuras.

FEROMONAS HUMANAS

Es una hipótesis muy discutida la de la existencia de feromonas en los humanos. Las feromonas serían mensajes químicos, moléculas, que saldrían de nuestros cuerpos y serían captados (olores sin olor) por otros individuos afectando a su comportamiento. En la revista NATURE de esta semana se presenta la primera evidencia de su existencia, describiéndose dos de ellas que hacen que cuando varias mujeres viven juntas tiendan a sincronizarse sus ciclos menstruales, a través de dos feromonas que regulan la ovulación y el desarrollo folicular. ¿Existirán otras feromonas humanas que, invisible e indetectablemente, estén influyendo en nuestros comportamientos?

MICROELECTRÓNICA

El camino de la miniaturización electrónica se hace cada vez más rápido y conforme el tamaño de los componentes se reduce también disminuyen sus capacitancias y sus propiedades aislantes. Por ello es muy importante encontrar nuevos materiales que sirvan para fabricar mejores capas delgadas aislantes dieléctricas. También en la revista NATURE de esta semana investigadores de los laboratorios BELL señalan el modo de obtención de uno de estos nuevos materiales. Se compone de un óxido mixto de circonio, estaño y titanio con el que es posible obtener delgadas capas aislantes para los circuitos integrados, dotadas de excelentes propiedades

CONMUTADOR BIOLÓGICO

Los subproductos respiratorios del oxígeno metabolizante pueden dañar las células, acelerar la vejez celular y favorecer la aparición de diversas patologías. Por ello, hace falta conocer más profundamente cómo actúan las estrategias antioxidantes celulares. En la revista SCIENCE, de hoy, un grupo de investigadores aclara el funcionamiento de uno de estos procesos, estudiado en el microorganismo Escherichia coli. Se trata de una proteína, la OxyR, que cuando las células no están estresadas permanece en un estado de latencia o descanso. En presencia de un estrés oxidativo la expresión de la OxyR se activa, habiéndose aclarado que el mecanismo de activación/desactivación se

realiza a través de un proceso reversible de formación de enlaces disulfuro en la proteína.

DESAPARECE PATHFINDER; APARECE 1997-XF11

20-03-1998

No se ha querido firmar su certificado de defunción sin tener la absoluta seguridad de que había muerto. En medio de un ambiente agresivo y hostil, su sistema nervioso se paró brusca e inesperadamente el pasado 27 de septiembre. Desde entonces no producía señales ni respondía pero quedaba una leve esperanza de recuperación. Hace unos días se le declaró oficialmente muerto.

Se trata del PATHFINDER, el módulo espacial que se depositó sobre la superficie de Marte el pasado 4 de julio y que tanta información e imágenes nos han proporcionado, incluso directamente, a través de Internet, junto con su travieso juguete, el pequeño vehículo SOJOURNER. Realmente, las misiones de ambos han sobrepasado las esperanzas previstas, que originalmente fueron sólo de una vida de 8 semanas para el PATHFINDER y de una semana para el SOJOURNER. Tras su muerte, a los científicos les corresponde ahora estudiar el material que nos han proporcionado: 2,6 miles de millones de bits de información, más de 16.000 imágenes y 15 análisis químicos muy completos de las rocas y el suelo. En los próximos años se realizarán otras 4 misiones similares que culminarán, en el año 2005, con la prevista recogida de rocas marcianas que serán enviadas a la Tierra.

MGS. Y siguen las noticias sobre Marte. Tras el recordado fracaso de la nave MARS OBSERVER se utilizaron parte de sus repuestos e instrumentos científicos para la misión **M**ARS **G**LOBAL **S**URVEY (MGS), con un tamaño menor. A los 11 meses de dejar la Tierra alcanzó su destino el 11 de septiembre pasado, colocándose en una órbita elíptica de 45 horas sobre Marte. Esta órbita será cambiada, en marzo de 1999, hasta una circular, a través de una sofisticada serie de 900 aerofrenados orbitales.

En cualquier caso, es ahora cuando comienzan a publicarse en las revistas científicas más importantes del mundo, como ***Nature***, los interesantes datos que nos está transmitiendo la MGS sobre Marte. Por ejemplo, que la topografía marciana recuerda mucho la de la Tierra y

que su hemisferio norte presenta un aspecto bajo, llano y extremadamente suave, sugeridor de la existencia de una placa tectónica o, muy posiblemente, en el pasado, de un gran océano. Actualmente, la topografía y superficie de Marte parecen tranquilas, sin signos de movimientos de placas, fracturas o actividad formadora de montañas.

Sin embargo, la atmósfera marciana es más peculiar. Las medidas realizadas con acelerómetros han mostrado la existencia de grandes protuberancias atmosféricas que podrían llegar a ser peligrosas para los vehículos espaciales en órbita marciana. Las protuberancias se sitúan en las verticales de las montañas marcianas más altas, como consecuencia de las variaciones de altura superficiales, cosa que no ocurre en la Tierra por su diferente sistema de vientos. También se han detectado grandes y peligrosas tormentas de polvo. Otros investigadores han confirmado que, en contraste con la Tierra, Marte no presenta actualmente un campo magnético apreciable, aunque hay indicios de que, si lo poseyó en anteriores periodos de su evolución, cuando estaba más caliente.

¿Y de qué está hecho el planeta Marte? Los datos del MGS se han obtenido con el uso de un espectrómetro de emisión térmica para medir composiciones de minerales superficiales, rocas, hielos, nubes y neblinas. En la superficie existe hasta un 35% de polvo que aún no se ha aclarado si está como una cubierta o como una neblina superficial. Se ha comprobado la presencia de una mezcla de 4 partes de piroxeno con una parte de pagioclase, así como evidencias de la existencia de carbonatos, olivina, cuarzo y otros materiales en algunas de las pocas regiones por ahora estudiadas, confiándose que en el futuro se aporten nuevos datos interesantes.

1997-XF11. En los últimos días también nos llegaron otras noticias, esta vez inquietantes, del espacio. Un grupo astronómico de la Universidad de Arizona, dirigido por Jim Scotti, descubrió el 6 del pasado mes de diciembre un asteroide, de cerca de dos kilómetros de diámetro, bautizado como 1997-XF11. Por las características de trayectoria fue inmediatamente incluido en una lista en la que figuran hasta 108 asteroides potencialmente peligrosos.

Hace unos días el especialista en asteroides Jack Hill y otros astrónomos de la Unión Astronómica Internacional, incluyendo a su presidente el Dr. Brian Marsden, alertaron sobre este asteroide. Destacaron que su rumbo indicaba que el 26 de octubre del año 2028 pasaría a menos de 48.000 kilómetros de distancia de la Tierra, visible a simple vista. Como el margen de error en los cálculos era superior a esa cifra, ello significaba que "*la probabilidad del impacto es pequeña, pero no está totalmente descartada*", siendo el asteroide "*más peligroso que hayamos descubierto hasta ahora*". El asteroide describe una órbita de 21 meses alrededor del Sol y no será observable en los próximos meses excepto con el uso de grandes telescopios. Volverá a ser visible de nuevo en el año 2000 y, nuevamente, en el año 2002 cuando pase a una distancia de unos 9 millones de kilómetros de la Tierra.

Si este asteroide se estrellase sobre la Tierra el impacto produciría un cráter de un diámetro cercano a los 40 kilómetros y si lo hiciese en el océano el maremoto correspondiente inundaría miles de kilómetros de costas. En ambos casos, la materia lanzada a la atmósfera produciría una oscuridad casi total durante bastantes semanas o meses, alterando el clima. El impacto equivaldría a una energía de 320.000 megatoneladas de dinamita, es decir, unos dos millones de bombas atómicas como la de Hiroshima.

RECTIFICACIÓN. Apenas 24 horas después de la advertencia del peligro los astrónomos del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA quitaron importancia al peligro. D. K. Yeomans y P.W. Chodas observaron unas fotografías tomadas hace ocho años por el telescopio de Monte Palomar y encontraron algunas en las que pudieron identificar al 1997-XF11, como un punto de luz. Ello les permitió recalcular la trayectoria y deducir que, en octubre del 2028, la distancia a la Tierra se elevará hasta 960.000 kilómetros, con lo que la probabilidad del impacto casi se anula.

Hay que recordar que hace 65 millones de años un asteroide cinco veces mayor que el 1997-XF11 chocó contra la Tierra (en la zona del Yucatán) y destruyó un 75% de los seres vivientes existentes en el planeta, entre ellos los dinosaurios. Y, como otros investigadores han constatado muy recientemente, según una publicación aparecida en la

revista *Nature*, hace 214 millones de años una serie de cometas se estrellaron secuencialmente sobre la Tierra, devastando parte de la vida animal y vegetal sobre la Tierra, oscureciendo la atmósfera durante años. Ello dio lugar a la formación de una serie de cráteres en línea. El primero se ha situado en el sur de Francia, un segundo en el Nordeste de Canadá, en Québec, y un tercero en la zona más occidental del Canadá.

DINÁMICA DE UN ELECTRÓN

En los ordenadores y otros instrumentos electrónicos el rendimiento depende del grado en que los electrones se trasladan vía interfaces entre un conductor y el silicio. La dinámica del comportamiento electrónico es crítica para cualquier avance tecnológico. Ahora, un grupo de investigadores físicos del Lawrence Berkeley National han desarrollado una técnica mediante la cual es posible observar y registrar el movimiento de los electrones entre un conductor y un aislante en una escala de tiempos de femtosegundos (milbillonésimas partes de un segundo). El sistema conocido como espectroscopía de femtosegundos combina un láser de femtosegundos con una técnica espectroscópica de fotoemisión de dos fotones.

HÍGADO BIOARTIFICIAL

Todos conocemos la existencia de unidades de diálisis, "riñones artificiales", para el tratamiento de enfermos renales. Con una finalidad parecida investigadores de la Universidad de Minnesota han desarrollado un hígado bioartificial, ya aprobado por la FDA para ensayos clínicos humanos, que puede realizar las funciones esenciales hepáticas: detoxicación de la sangre y regulación de glucosa, grasas y proteínas en la circulación sanguínea. Para conseguirlo han usado células hepáticas de cerdos situadas en un recipiente, suspendidas en un gel de colágeno. La sangre del paciente circula extracorporeamente, sin ponerse en contacto con las células de cerdo, con lo que se evitan los peligros de infecciones por virus que se han asociado a los xenotrasplantes.

TERAPIA FOTODINÁMICA

La FDA acaba, también, de aprobar el uso de la terapia fotodinámica (Photofrin) para combatir el cáncer avanzado de esófago y el de pulmón, en su fase inicial. En el primer caso se consiguen largos periodos de alivio y en el segundo la eliminación del tumor en el 79 % de los casos. La clave de la terapia fotolumínica es inyectar sustancias fotosensibilizantes que se concentran en las células malignas pero que

se desalojan rápidamente de las sanas. Después, la acción de una luz con una adecuada longitud de onda afecta al sensibilizador consiguiendo la destrucción selectiva de las células donde se encuentra.

¿PRODUCE PERJUICIOS CARDIOVASCULARES LA SAL?

27-03-1998

La restricción dietaria de la sal suele ser una de las primeras recomendaciones que se le hacen a cualquier paciente hipertenso o con algún riesgo cardiovascular. Pero, ¿existe una base científica consistente para hacer una recomendación de este tipo, más aún con carácter universal? Sorprendentemente la respuesta no es claramente afirmativa. Cuando menos, existen motivos suficientes para que cualquier contestación necesite de ciertas matizaciones.

En Estados Unidos el problema ha sido abordado por el Centro de Control y Prevención de la Enfermedad, el Instituto Nacional del Envejecimiento, el Instituto Nacional del Cáncer, así como otros diversos e importantes Centros de los Institutos Nacionales de la Salud. A tal fin se desarrolló y financió un amplio estudio conocido como el NHANES I (National Health and Nutrition Examination Survey), que se ha publicado recientemente en la prestigiosa revista **Lancet**. Y la primera y más llamativa conclusión ha sido bien sorprendente: el consumo de sal está **inversamente** relacionado con la mortalidad debida a todas las causas, incluyendo la mortalidad producida por causas cardiovasculares. Es decir, que se ha comprobado que a un menor consumo de sal le corresponde que se produzca una mayor mortalidad.

PRECEDENTES. Por raro que ello le parezca al lector, datos de este mismo tipo se han venido acumulando en los pasados años. Fue a finales de los 40 y comienzos de los 50 cuando los médicos comenzaron a recomendar sistemáticamente dietas bajas en sal para los pacientes hipertensos. Pero la **hipótesis de la sal** se extendió también en el sentido de suponer que habría de existir una relación directa entre la ingesta de sal de la población y el desarrollo posterior de hipertensión.

Muchos médicos, sin que existiese una base experimental confirmadora previa al respecto, comenzaron a prescribir dietas bajas en sal para todos los pacientes, no sólo para los afectados de hipertensión. A comienzos de la década de los 80 diversos investigadores comenzaron a poner en duda la recomendación universal

de una restricción dietaria de la sal. Varias observaciones ligaron las dietas bajas en sal con riesgos que incluyeron aumentos en el "colesterol malo" (lipoproteínas LDL), mayor liberación de insulina en ayunas e, incluso, ciertos casos de hipertensión. Numerosos trabajos intentaron comprobar la relación existente entre sal e hipertensión y, en 1986, la situación era que, de todos esos abundantes trabajos, tan sólo tres defendían ese tipo de asociación.

Para intentar aclarar la situación se diseñó un amplísimo estudio internacional, el INTERSALT, pero los resultados fueron tan poco concluyentes que se resumieron, en el ***British Medical Journal***, con la siguiente frase: "*La sal sólo tiene una pequeña importancia en la hipertensión*".

CONTROVERSIAS. Posteriormente, hace unos años, en un trabajo publicado en ***Hypertension***, la revista de la Asociación Americana de Cardiología, se estudiaron durante cuatro años a tres mil varones hipertensos, concluyendo que los que consumían menos sal sufrían cuatro veces más ataques cardíacos. En mayo de 1996, en el ***Journal of the American Medical Association***, una investigación establecía que las dietas bajas de sal sólo reducían muy ligeramente la presión sanguínea en las personas hipertensas, así como que no tenían ningún efecto sobre las personas sanas normotensas. Sin embargo, ese mismo año, otra investigación, publicada en el ***British Medical Journal***, afirmaba que las dietas bajas en sodio eran beneficiosas en general, con independencia de los valores de presión sanguínea.

La controversia respecto a la sal se puede resumir en las opiniones de dos destacados científicos. Jeffrey Cutler, quien investiga en Instituto Nacional del Corazón, Pulmón y Sangre de EE.UU. defiende que el sodio de la sal favorece la hipertensión, que es difícil establecer la cantidad óptima de consumo de sal, pero que "*la gran mayoría de la gente toma demasiada sal*". Por el contrario, el Dr. Michael Alderman, ex-presidente de la Sociedad Americana de Hipertensión piensa así: "*No tenemos base científica para recomendar a la gente una dieta baja en sal. Tales dietas hacen bajar la presión sanguínea a algunos pacientes, pero ello no significa obligatoriamente que sean saludables. También*

podríamos hacer bajar la presión utilizando sanguijuelas sobre los pacientes, pero nadie lo recomendaría".

NHANES I. Este es el contexto en el que se ha realizado el estudio NHANES I, con informaciones recogidas durante los años 1971-75 sobre una muestra inicial representativa de 20.729 personas entre 25 y 75 años. De ellas 14.407 se sometieron a los correspondientes exámenes médicos y 11.346 también fueron objeto de análisis nutritivos diarios. El 16% de ellas se podían considerar hipertensas (valor sistólico mayor de 160 mm Hg., valor diastólico superior a 95 mm de Hg.). A través de entrevistas y diversas búsquedas de los correspondientes registros se estableció, en junio de 1992, la situación vital de los participantes del estudio, fallecidos o vivos, relacionando la mortalidad con factores tales como el consumo diario de sal, ingesta calórica o relación sal/calorías.

Se habían producido en esa fecha 3923 defunciones, de ellas 1970 debidas a causas cardiovasculares. Las defunciones (globales, o consideradas tan sólo las de causa cardiovascular) estuvieron inversamente asociadas al consumo de sal, de un modo estadísticamente significativo. La relación sal/calorías mostró poseer una débil asociación con las tasas de defunciones (globales o no). En todo caso, tras la reflexión de que la escasez de sal en la dieta puede ser más peligrosa que beneficiosa, la conclusión final a la que han llegado los investigadores es la siguiente: "*estos datos no proporcionan apoyo que permita una recomendación para aumentar o para reducir la ingesta de sal en la dieta*".

Controversias aparte, la sal (el sodio) es sólo, en todo caso, un riesgo más en la hipertensión. Para controlar la hipertensión, aparte de la discutida reducción de sal en la comida, útil en casos determinados, pueden ser más efectivas otras medidas. Entre ellas, una suficiente ingesta de calcio, la pérdida de peso, el ejercicio moderado, un consumo moderado de vino y un consumo elevado de frutas y verduras.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El piruvato es un metabolito celular que se postula como un nuevo suplemento nutritivo "quemador" de las grasas corporales, incrementador del rendimiento atlético y antioxidante preventivo de enfermedades. ¿Hay algo de cierto, científicamente, en ello? No mucho, según las investigaciones realizadas, con controles adecuados, sobre grupos numerosos de personas. Y esto es así sobre todo en el aspecto relativo a las pérdidas de grasas. En cuanto a su efecto antioxidante sólo ha sido probado en ensayos celulares de laboratorio. Por tanto, por ahora, no hay que lanzarse el consumo indiscriminado de piruvato.

HIPERTENSIÓN Y DEMENCIA

En el número de este mes de la revista ***HYPERTENSION*** se publica un estudio médico sueco sobre 999 varones, que ha durado 20 años, en el que se señala que existe una relación significativa entre aquellos hombres que en los años 50 tenían unas altas presiones arteriales y el desarrollo posterior de disfunciones cerebrales. La capacidad de pensamiento y razonamiento de las personas mayores fue mayor en los varones que en los años anteriores mostraban menores presiones diastólicas (inferiores a los 70 mm de Hg), mientras que fue menor para los hombres con presiones diastólicas más altas (superiores a los 105 mm de Hg).

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS Y CÁNCER

En la celebración, durante esta semana, del Congreso de la Sociedad Americana del Cáncer, investigadores oncólogos han aportado evidencias experimentales sobre ciertas relaciones entre los débiles campos electromagnéticos producidos por aparatos e instrumentos y la incidencia de cáncer de mama femenino. Esa exposición, durante la noche, hace disminuir en la glándula pineal de las mujeres la producción de melatonina. Ello conduce a cambios hormonales, como la reducción del nivel de estrógenos, lo que, de acuerdo con estudios experimentales animales, favorece la aparición de cánceres de mama. Otras investigaciones han confirmado que la reducción de melatonina en ratas se asocia con el desarrollo de carcinomas mamarios.

¡VAYA NIÑOS!

03-04-1998

En unos meses ha ocasionado miles de muertes, devastaciones sin igual y pérdidas económicas valoradas en muchos centenares de miles de millones de pesetas. Sin duda EL NIÑO es el fenómeno climático que provoca un interés más vivo, tanto en la comunidad científica como en todos los que lo sufren o son conocedores de sus efectos.

Oportunamente, los científicos ya habían pronosticado previamente la naturaleza especialmente virulenta, del actual episodio de EL NIÑO, correspondiente a 1997-1998. Su repercusión, en mayor o menor grado, se ha extendido por casi todo nuestro Planeta, aunque estos días da muestras de iniciar su retirada, por lo que será sustituido en el futuro por LA NIÑA. Pero, ¿qué es EL NIÑO y como influye en el clima mundial?

LOS NIÑOS. Hace más de un siglo los pescadores peruanos bautizaron con el nombre de EL NIÑO a una corriente oceánica cálida que, anualmente, aparece durante uno o dos meses, en las costas de Ecuador y norte del Perú, en fechas cercanas a la Navidad o Nacimiento del Niño Jesús. Ello provoca una reducción en el aporte de nutrientes, haciendo disminuir la pesca, por lo que los pescadores aprovechan su duración para dedicarse a tareas de mantenimiento y reparación. Sin embargo, algunos años, como el presente, se recrudece el fenómeno y el nombre de EL NIÑO se aplica hoy día a los graves episodios climáticos que se suelen dar a intervalos irregulares de tres a seis años.

No se trata en absoluto de un acontecimiento local, aunque se altere, sobre todo, la climatología del Pacífico subtropical. En su génesis y desarrollo intervienen factores extremadamente complejos, que comenzaron a ser estudiados en 1923 por Sir Gilbert Walker, llegándose a una primera explicación satisfactoria, dada por Jacob Bjerknes, en 1969, aunque aun queden bastantes incógnitas a despejar. El calentamiento de las aguas conduce a evaporaciones masivas, grandes lluvias e inundaciones en los Estados Unidos y países como el Perú, y a

graves sequías en el Pacífico Occidental e, incluso en África o la India, y a pavorosos incendios como los acaecidos en Australia o Brasil. Lo normal es que los periodos entre dos anomalías consecutivas de EL NIÑO fuesen rellenados con los denominados como años de LA NIÑA, anormalmente fríos. Lamentablemente, éstos también producen consecuencias muy negativas, opuestas a las de El NIÑO, es decir, tienen lugar inundaciones en las costas asiáticas y sequías extremas en las costas americanas. Las investigaciones actuales indican que, aunque Europa es la zona del Planeta menos afectada, cuando el fenómeno de El Niño es suficientemente intenso, sus consecuencias pueden hacerse notar incluso en España, en forma de sequía o precipitaciones intensas, como han estudiado grupos investigadores catalanes.

EL ORIGEN. Los meteorólogos hablan del fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), para referirse a un complejo sistema de interacciones climáticas existentes, sobre todo del Pacífico tropical. Entre los extremos oriental y occidental del Pacífico existe una alternancia de presiones. Por ejemplo, si la presión es baja en Australia, entonces es alta en Tahití, y viceversa. Como el Sol calienta más intensamente las regiones ecuatoriales el aire asciende y es reemplazado por otro aire, lo que da lugar a una circulación del norte en el hemisferio norte y a una circulación del sur en el hemisferio sur. Por otra parte, el movimiento de rotación de Tierra provoca la llamada ACELERACIÓN DE CORIOLIS. Ella es responsable de que el desplazamiento de una masa de fluido desde zonas ecuatoriales hacia el norte o el sur provoque una desviación del mismo hacia la derecha o hacia la izquierda, respectivamente. Ello origina la existencia de un gran flujo de aire, hacia el oeste, que arrastra las aguas superficiales oceánicas. Ello es responsable de que el nivel del mar, en Indonesia sea unos 50 cm más altos que en las costas de Suramérica. El agua desplazada de las costas pacíficas sudamericanas se compensa con un afloramiento de agua desde las profundidades, ricas en fitoplancton, favorecedoras de la pesca. Por el contrario, en Indonesia los vientos alisios convergen con los procedentes del oeste y dan lugar a beneficiosas lluvias abundantes. A gran altura el aire retorna hacia el

este y desciende, seco, sobre el Pacífico central y oriental, cuyo tiempo también será seco.

El fenómeno de EL NIÑO se produce como consecuencia de una disminución (e, incluso, inversión) de las diferencias de presiones antes citadas existente entre la costa este americana y Australia. Ello conduce a una relajación del flujo atmosférico y se desencadenan una serie de acontecimientos que hacen que se invierta la situación normal descrita anteriormente, dando lugar a los desastres climatológicos de todos conocidos.

PREOCUPACIONES. Cuando tiene lugar un fenómeno de El Niño tan intenso como el de este año, las consecuencias posteriores pueden afectar gravemente la situación sanitaria de las zonas afectadas. Las abundantes lluvias e inundaciones invernales han propiciado la extensión de múltiples agentes infecciosos, por lo que la subida posterior de las temperaturas provocará su rápida multiplicación y propagación, más aún donde enfermedades como el cólera o la peste bubónica suelen ser endémicas. Los mosquitos podrán transmitir otras enfermedades como encefalitis, malaria o la fiebre del dengue. También se extenderán enfermedades respiratorias de origen vírico como la producida por hantavirus. Por ello, algunos especialistas mundiales en Salud Pública han indicado que la intensidad del fenómeno de EL NIÑO será responsable de "la aparición de nuevas enfermedades y un resurgimiento y redistribución de las antiguas enfermedades en una escala global".

La preocupación mundial por El Niño ha favorecido los esfuerzos científicos internacionales por conocer y predecir este fenómeno, con diversas iniciativas, tales como la auspiciada por el National Center for Environmental Predictions (NCEP/NOAA). La mayor parte de ellas se han traducido en proyectos internacionales de investigación coordinados bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas de Investigación Climática Mundial. Todo ello permitirá, en primer lugar, conocer con más profundidad, las circunstancias que afectan a los fenómenos climáticos y, sobre todo, poder predecirlos con una mayor exactitud que la actual a fin de prevenir, en lo posible, sus efectos devastadores.

CENIZAS DE HERCULANO

Herculano fue una ciudad italiana de cerca de 5000 habitantes, situada a 8 Km de Nápoles, que fue destruida en el año 79 de nuestra era por la misma erupción volcánica del Vesubio que sepultó a Pompeya. Sus ruinas permanecieron enterradas a unos 20 metros de profundidad hasta que, accidentalmente, fueron descubiertas en 1709. Por ello, sus restos humanos se encontraron muy bien preservados. En la revista *LANCET* de esta semana se revelan los datos obtenidos a partir de uno de ellos. Se trataba de una joven embarazada de alta posición social que llevaba una horquilla de hierro para sostener el elaborado peinado de su cabello teñido. Los investigadores han encontrado un huevo de piojo en uno de sus cabellos, corroborando que la existencia de piojos en el pelo era un hecho común en la antigua Roma.

EL METEORITO MEXICANO

Desde hace tiempo existían indicios e incluso pruebas de que, hace unos 65 millones de años, la caída de un meteorito causó una catástrofe sobre la Tierra, entre ellas la extinción de los dinosaurios. Un equipo investigador dirigido por el geólogo y profesor Timothy Bralower, de la Universidad de North Carolina, acaba de aportar los datos definitivos al respecto a partir del estudio de los sedimentos correspondientes, obtenidos con una gigantesca perforadora situada en un barco especialmente diseñado para ello. Sus conclusiones indican que el meteorito impactó con la fuerza de un millón de bombas atómicas. Poseía un diámetro de unos 10 Km, causando que una porción de la zona de Yucatán, donde cayó, se hundiera en el mar, provocando un agujero de unos 200 Kms. También se produjeron gigantescas avalanchas marinas que se movieron a velocidades de centenares de Kms. por hora, provocando inmensas olas que inundaron grandes zonas costeras.

UNO MÁS DOS IGUAL A CINCO

Hace pocos días, durante las sesiones del Congreso de la American Chemical Society, científicos de la Universidad de Delaware mostraron las excelentes propiedades que han encontrado con los nuevos

copolímeros que obtienen al unir entre sí a homopolímeros (plásticos, cadenas largas poliméricas compuestas de una unidad química repetitiva) diferentes. Sus propiedades pueden ser mejores que la simple suma de las de sus componentes en lo que respecta a fuerza tensil, resistencia a temperatura o estabilidad. Además de variar la naturaleza de los homopolímeros que se mezclan y enlazan, otras variantes posibles incluyen la longitud de los segmentos correspondientes, tipos de enlaces, proporciones relativas, etcétera, lo que permitirá poder adaptarse a las aplicaciones concretas deseadas.

El Sahara: ¿la cuna de la astronomía?

EL SAHARA, ¿LA CUNA DE LA ASTRONOMÍA?

10-04-98

"La Naturaleza entera y el firmamento galano están simbolizados en el arte de la geometría". Así escribía Johannes Kepler en su TERTIUS INTERVENIENS. Kepler, el gran astrónomo alemán del siglo XVII, descubrió que la Tierra y los planetan giran alrededor del Sol con órbitas elípticas, mediante unas relaciones matemáticas aún conocidas como leyes de Kepler.

Pero muchos, antes de Kepler, habían analizado la relación entre las construcciones geométricas y la Astronomía. Hace 6.500 años ello ya ocurría en la parte egipcia del desierto del Sahara. Y, es de todos conocido que, en la parroquia inglesa de Amesbury, distrito de Salisbury, condado de Wiltshire, valle del río Avon, se encuentra, entre otros restos megalíticos, el de Stonehenge, considerado la estructura prehistórica más importante de Europa y, hasta hace poco, el monumento más antiguo con relaciones astronómicas. Este monumento ritual está fechado entre los últimos periodos del neolítico (finales de la edad de piedra) y los primeros de la edad del bronce. Aunque se desconoce con exactitud su funcionalidad, es muy probable que fuese un lugar de reunión tribal y centro religioso relacionado con la observación astronómica.

STONEHENGE. El inicio de la construcción de Stonehenge tuvo lugar hacia el año 2800 a.de C. y fue erigido en diversas etapas, iniciadas con un monumento circular de carácter ritual rodeado por un talud y un foso. Mil años después tomó su peculiar aspecto, con cuatro círculos concéntricos de piedras. El círculo exterior, de 30 metros de diámetro, está formado por grandes piedras rectangulares de arenisca, que originalmente estaban rematadas por dinteles, de piedra, que también configuraban un círculo. Dentro de esta hilera exterior se encuentra otro círculo de bloques menor, de arenisca azulada. Éste encierra una herradura, construida por piedras de arenisca del mismo color y trabadas con dinteles, en cuyo interior permanece una losa de

arenisca micácea conocida como el Altar. Todo el conjunto está rodeado por un foso circular que mide 104 m de diámetro y cuenta con 56 fosas. En Stonehenge, como en otros yacimientos de la edad del bronce, el énfasis dado al círculo puede ser una alegoría respecto a la naturaleza circular del nacimiento y la muerte y del transcurrir de las estaciones.

En el conjunto, destacan la Piedra del Sacrificio y la Piedra Talón. Ésta probablemente desempeñó un importante papel durante la observación del amanecer en el solsticio de verano. Realmente, fue a principios de este siglo cuando el astrónomo inglés Sir Norman Lockyer demostró que el eje noreste se alineaba con la salida del Sol en el solsticio de verano, por lo que se especuló que los constructores eran adoradores del Sol. In 1963, el astrónomo americano Gerald Hawkins, llegó a afirmar que Stonehenge funcionaba como un complicado ordenador para predecir los eclipses lunares y solares. Entre las funciones que se les han asignado a las construcciones geométricas de Stonehenge están las de predecir los solsticios de verano e invierno, los equinoccios primaverales y otoñales, los eclipses solares y lunares, la situación del Sol y de la Luna con respecto a la Tierra, y la de calendario. Por ello Stonehenge sería un importantísimo lugar de reunión para ceremonias religiosas relacionadas con el Sol y la Luna. Sin embargo, en parte, ello es mera especulación y, según el arqueólogo R.J.C. Atkinson, del University College de Cardiff, "*Hasta ahora nadie ha podido dar la clave de su significado*".

LA TUMBA DE NEWGRANGE. Pero Stonehenge no es el monumento astronómico más antiguo. A unos 50 Kms al noroeste de Dublín, la tumba de Newgrange fue construida hace unos 5100 años, tres siglos antes que Stonehenge, según dataciones realizadas con carbono-14. Aunque descubierta en 1669, permaneció poco investigada hasta que hace unos diez años, las investigaciones allí realizadas hicieron que pasase a ser el monumento más antiguo conocido alineado con la dinámica celeste. Aunque tal alineación todavía es observable, a pesar de la variación habida en el eje terrestre respecto al Sol, fue hace 5100 años, cuando se producía de un modo más espectacular un fenómeno cuya descripción oral se ha transmitido misteriosamente, en forma de

leyenda, a lo largo de innumerables generaciones, entre los pobladores de la zona, que no conocían la tumba.

Se trata de que, en el solsticio de invierno, el día más corto del año, a los cuatro minutos y medio de la salida del Sol, un rayo de luz penetraba por una abertura especial (hecho que, de modo más atenuado, sólo ocurre durante dos semanas del invierno) y era capaz de atravesar un estrecho pasillo, llegar hasta la suntuosa cámara mortuoria e iluminar un grabado de la parte posterior de la cámara. Y la probabilidad de que todo ello ocurriese por casualidad es prácticamente despreciable.

El record de antigüedad para la tumba de Newgrange ha sido poco duradero, ya que, según se acaba de anunciar en la revista **Nature**, en el lugar denominado Nabta, descubierto hace unos años, en la zona sur egipcia del desierto sahariano, un gran yacimiento megalítico de alineamientos astronómicos, posee una antigüedad evaluada entre los 6500 y 7000 años de edad, es decir, unos dos mil años anterior a Stonehenge.

NABTA. Durante algunos miles de años previos, en Nabta se daban tan abundantes lluvias veraniegas que se formaban lagos con carácter temporal. Allí hubo un lago hace unos 11.000 años, que fue utilizado por los nómadas hasta su desecación, hace unos 4.800 años. En sus orillas es donde se erigió un centro ceremonial de alineaciones megalíticas, de forma circular, en una superficie arriñonada de unos 4 Kms por 1,5 Kms. Comprende 10 grandes losas monolíticas, de varios metros de altura, 30 óvalos rocosos alineados y un calendario circular de piedras. Las piedras se transportaron al lugar desde lugares distantes, a veces, varios kilómetros.

El calendario circular de unos cuatro metros de diámetro, señala la dirección norte-sur y sirve para indicar la salida del Sol en el solsticio de verano, momento que marcaba el inicio de la temporada de lluvias. Algunos de los megalitos parece que estaban situados en el lago de modo que podrían servir de marcadores rituales del comienzo de la estación lluviosa. Por otra parte, los monolitos verticales están colocados de forma que no producen sombra cuando el sol de mediodía alcanza su cenit, alrededor del solsticio de verano, lo que

concuerda con la creencia de muchas culturas tropicales del carácter principal de la situación cenital del Sol.

En el conjunto de Nabta existen líneas de megalitos dispuestas a modo de radios de una gran rueda, así como otras alineaciones geométricas megalíticas, que han sido avistadas por satélite, cuyo significado aún no está claro. Lo que ha resultado sorprendente ha sido la investigación de nueve grandes amontonamientos circulares de grandes piedras, que taponaban cámaras mortuorias especiales direccionadas hacia el norte, conteniendo los restos de vacas ritualmente sacrificadas. No se sabe todavía nada sobre su significado, pero vale la pena recordar que la antigua deidad egipcia del amor y la belleza solía representarse como una mujer con cabeza de vaca. En todo caso, los monolitos de Nabta se pueden considerar como los precursores de las pirámides de Giza y nos alumbran una época muy oscura de civilizaciones precedentes.

RETIRADA

Los equipos de vigilancia de la NASA indican que El Niño, finalmente, comienza su retirada tras las grandes inundaciones provocadas en California y Sudamérica o los incendios de Asia, Malasia e Indonesia. Los datos del enfriamiento de las corrientes cálidas de agua se han obtenido a partir de las fotografías de satélites y de medidas directas superficiales en el Pacífico subtropical. Pero si ocurre lo mismo que sucedió en el gran episodio de El Niño de 1983, la tranquilidad no durará mucho, ya que pronto comenzará otro fuerte fenómeno, el de La Niña, con fuertes repercusiones adversas climatológicas.

DIABETES

La troglitazona y la metformina son dos medicamentos relativamente recientes contra la diabetes. El primero hace que los músculos sean más sensibles a la insulina. La segunda hace que disminuya en la sangre la glucosa procedente del hígado, donde es producida. Un estudio publicado en el *NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE* acaba de poner de manifiesto que lña administración conjunta de ambos medicamentos actúa sinérgicamente, con unos resultados mejores que la simple suma de las acciones individuales.

EX-FUMADORES

Los daños del tabaquismo son más persistentes de lo que previamente se creia. Un grupo de investigadores de la Universidad de Texas ha llegado a la conclusión de que las capas celulares de los pulmones de los exfumadores, a largo plazo, presentan daños genéticos originados por su tabaquismo previo. El descubrimiento puede ofrecer la posibilidad potencial de predecir, en los antiguos fumadores, el riesgo que tienen de contraer cáncer de pulmón.

CIENCIA PICANTE

17-04-98

Guindillas, pimientos (rojos, verdes, picantes, morrones), ajís, chiles (chipotle, serrano, habanero, árbol, jalapeño, u otros, hasta más de veinte variedades, tan sólo en México), páprika, pimentón, pimienta de Cayena, salsa de tabasco, goulash, etcétera, tienen una característica común: su mayor o menor acción picante, característica de su sabor y uso, frecuentemente como especias. ¿A qué se debe ello?

El pimiento silvestre, origen de todas las actuales variedades cultivadas, tiene su origen en Colombia. Cristóbal Colón introdujo el pimiento en España en 1493, procedente de Haití, siendo cultivado actualmente en diversas regiones áridas y secas del sur de Europa, América Central, la India y Asia Central. Respecto a su clasificación científica, los pimientos son especies y variedades del género *Capsicum*, de la familia *Solanaceae*.

VARIEDADES. Existe más de una decena de especies diferentes. El pimiento rojo común es el *Capsicum annum.* La variedad roja de fruto alargado y curvo es el *Capsicum annum longum*; el pimiento morrón rojo o verde corresponde a la variedad *Capsicum annum grossum*, y el chile a partir del cual se elabora la salsa de Tabasco es el *Capsicum frutescens*. El fruto suele ser una baya que encierra bastantes semillas, que, dependiendo de la variedad se conocen como pimiento, guindilla, chile o ají, consumiéndose cocinado, o incorporado a salsas y encurtidos. Los pimientos menos picantes o dulces se presentan en variedades, colores (rojo, amarillo y verde), formas y tamaños muy diferentes. Con la carne seca molida del pimiento dulce se elabora el pimentón. En América se cultivan preferentemente las variedades picantes, llamadas chiles o ajís.

La especie más picante la constituyen los frutos maduros de las diversas variedades del *Capsicum frutescens.* Sus bayas, de menor tamaño que los pimientos, poseen diversas formas, según la variedad, y diferentes tonalidades rojas, tras su secado. El chile de árbol, es la

planta de la que se deriva la pimienta de Cayena, que se obtiene moliendo guindillas secas, creciendo en América Central y del Sur. La base de la salsa de Tabasco es una guindilla roja muy picante. En nuestros días la guindilla se cultiva en la mayor parte de los países tropicales, en forma de arbusto vivaz de más de un metro de altura, mientras que en Europa suele ser una planta anual de invernadero.

CAPSAICINA. La capsaicina o capsaicina es el componente responsable del comportamiento picante, en mayor o menor grado, de los frutos de la familia *Capsicum,* localizándose, fundamentalmente, en sus semillas y membranas. Es un compuesto orgánico de nitrógeno de naturaleza lipídica, frecuentemente clasificado, de forma errónea, como un alcaloide. El nombre fue aplicado, en 1876, a un compuesto incoloro aislado de la oleorresina del *Capsicum.* En los años 60 el compuesto natural fue adecuadamente caracterizado.

Su fórmula molecular se corresponde a $C_{18}H_{27}NO$, poseyendo un color rojo-naranja, pudiéndose almacenar durante años en forma estable. La capsaicina purificada, diluida cien mil veces, sigue siendo tan activa que aún es capaz de producir ampollas en la lengua. La capsaicina es la responsable de la sensación de ardor, e incluso dolor, en la mucosa oral. Estimula las secreciones gástricas y, si se usa en demasía, ocasiona inflamación. Se sabe que esta molécula es capaz de actuar sobre fibras no mielinizadas delgadas, activando a ciertas subpoblaciones de neuronas sensoriales. La capsaicina también posee cualidades descongestivas y, a concentraciones adecuadas, favorece en el cerebro la producción de endorfinas, que son moléculas que promueven la sensación de bienestar.

Debido a sus acciones específicas la capsaicina es utilizada en los laboratorios de investigación neuronal ya que, dependiendo de su dosis puede provocar efectos analgésicos, antiinflamatorios o, por el contrario, favorecer la muerte neuronal. Asimismo, ha permitido definir las funciones eferentes de las neuronas sensoriales peptidérgicas.

También el estudio de las acciones selectivas neuronales de la capsaicina está ayudando al progreso del conocimiento de ciertas funciones neuronales. Aunque ello parezca extraño, la capsaicina, por sí misma, es una molécula sin sabor ni olor. Sus acciones se ejecutan a

través de su reconocimiento por parte de una proteína receptora, que no es específica para ella, sino que también efectúa otras funciones de reconocimiento.

Al estimularse el receptor de la capsaicina se facilita la entrada de iones calcio a las células, a través de canales específicos (fenómeno de despolarización de las membranas celulares). Ello significa una especie de mensaje, que es transportado hasta el cerebro donde es traducido en forma de sensación de quemazón o ardor. Muy recientemente, investigadores de la Universidad de California, en San Francisco, han sido capaces de identificar y clonar al gen responsable de codificar la síntesis de la proteína receptora de la capsaicina. Este receptor se conoce con el nombre de receptor **vainilloide subtipo I**, y no se trata de un receptor específico sólo para la capsaicina, sino que es un receptor doloroso general, que responde, por ejemplo, al calor, tal como se ha demostrado en investigaciones realizadas con cultivos celulares.

Según parece, la exposición prolongada del receptor al ligando (la capsaicina) puede llegar a matar las fibras transportadoras de la señal hasta el cerebro. Posiblemente, esta es la razón de que las personas que ingieren mucha cantidad de sustancias picantes sean más resistentes a su acción. Simplemente les llega menos señal a su cerebro porque previamente han ido destruyendo, con el consumo elevado de picantes, a las neuronas correspondientes transportadoras de la señal hasta el cerebro, donde esa señal se traducirá en sensación. Esa destrucción neuronal pudiera tener aspectos positivos ya que podría ayudar a mitigar otras sensaciones dolorosas que fuesen estimuladas a través de la activación del receptor común con la capsaicina.

En todo caso, en el ámbito biológico nos podemos hacer varias preguntas que todavía no tienen respuesta: ¿por qué poseemos un receptor tan sensible para un compuesto tan exótico como la capsaicina?, ¿existe alguna otra sustancia que sea parecida a la capsaicina, que pueda poseer un papel fisiológico definido, para la que la se justificase la existencia de ese receptor común? En resumen, es interesante comprobar como del análisis molecular de una sensación, como es la originada por el carácter picante de ciertas variedades de pimientos y guindillas, se pueden derivar resultados interesantes para

profundizar en la comprensión de los complejos procesos neuronales cerebrales.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Es sabido que el doble premio Nobel Linus Pauling defendía la conveniencia del consumo de altas cantidades de vitamina C como medio preventivo contra patologías diversas, desde los resfriados al cáncer. Muchos especialistas en Nutrición están de acuerdo con ello. Sin embargo, en este caso, también los excesos parecen ser contraproducentes. Científicos de la Universidad de Leicester han demostrado que en las personas sanas que ingieren 500 mg diarios o más de vitamina C (la cantidad normal recomendada son 60 mg diarios), la vitamina puede actuar como un prooxidante, en lugar de un antioxidante, favoreciendo la producción de sustancias mutagénicas como la 8-oxoadenina.

RATONES "KNOCKOUT" A GRANEL

Los ratones "knockout" o noqueados son de una gran utilidad en los estudios genéticos. Uno de sus genes está inactivado y ello es de gran ayuda para la comprensión de las enfermedades con componentes genéticos. Hasta ahora, para obtenerlos los procedimientos son laboriosos y caros. Pero la situación va a cambiar ya que investigadores de la empresa texana Lexicon Genetics han encontrado un método a partir de células precursoras embrionarias de las que derivan una especia de biblioteca celular con miles de células, cada una de ellas con una mutación en un gen diferente, que pueden servir de partida (serán gratuitas para todos los investigadores del mundo) para la obtención de los correspondientes y diversos ratones "knockout".

CORALES EN PELIGRO

Los depósitos submarinos de coral están sometidos no sólo a peligros de procedencia no solo humana. Desde junio de 1995 una enfermedad misteriosa comenzó a degradar intensamente diversas poblaciones de corales, entre ellas las cercanas a las costas de Florida. Desde entonces cerca de veinte especies de coral han sido afectadas. Las investigaciones de la Universidad Internacional de Florida acaban de aclarar la causa: se trata de una nueva especie de bacteria

Sphingomonas que en el laboratorio ha demostrado ser muy infecciosa.

ULISES Y LOS NERVIOS

24-04-98

Homero, el gran poeta griego, canta en sus Iliada y Odisea las épicas proezas del héroe mitológico Ulises, Odiseo en la mitología griega. En los 24 libros de la Odisea se narran las aventuras de este guerrero valiente, sagaz y astuto, con nervios de acero, diseñador de la estratagema del Caballo de Troya. Sus exploraciones, por territorios desconocidos, tras la caída de Troya, duraron diez años, hasta completar su periplo y regresar al hogar de Itaca en el que esperaba la paciente Penélope.

De Ulises y del sistema nervioso nos ocuparemos hoy. No de los mitológicos, sino de otros acontecimientos, ligados a la investigación espacial, que son como la traducción actual de las grandes aventuras épicas griegas y que, sin duda, están marcando hitos importantes en la historia de la humanidad. Comenzaremos, pues, con el moderno Ulises.

ULISES. Ulises es una nave polar solar espacial desarrollada por la Agencia Espacial Europea. En colaboración con la NASA, fue lanzada en 1990, para, al igual que el héroe homérico, adentrarse en ignotos territorios, en este caso los de las regiones polares del sistema solar. Tras recorrer, en sus siete años y medio de navegación, unos cuatro mil millones de kilómetros, esta semana acaba de completar su primera órbita completa. Según el Dr. Edward Smith, uno de los principales científicos que participan en el proyecto, antes de iniciarse la misión lo poco que sabíamos era que el Sol y el sistema solar estaban envueltos en una inmensa y tenue nube de gas y polvo, conocida como la heliosfera, pero ignorábamos cómo estaba estructurado ese vasto espacio alrededor del sistema solar. En febrero de 1992 Ulises sobrepasó a Júpiter, y usó la gravedad de este planeta gigante para conseguir su órbita adecuada en la que ha pasado bajo y sobre los polos solares hasta retornar, por ahora, al completarla, a la región del espacio cercana a Júpiter.

Ulises está dotada con nueve instrumentos científicos con los que ha investigado los vientos solares y los campos magnéticos originadores

de la heliosfera, así como los rayos X procedentes de la galaxia y las radioseñales emitidas por el Sol, los planetas o la propia heliosfera. Con técnicas muy precisas también detecta y analiza los átomos y polvo que atraviesan su esfera magnética protectora. Los conocimientos proporcionados por Ulises están siendo valiosísimos. Por ejemplo, ahora sabemos que el gas de la heliosfera consta, principalmente, de átomos energéticos carentes de uno o más electrones, es decir, se trata de iones cargados positivamente. También se han identificado tres clases diferentes de partículas: las que originan el viento solar; otras producidas más allá de la órbita de la Tierra, y unas terceras, más energéticas, en forma de rayos cósmicos nacidos en la galaxia Vía Láctea. Entre otros muchos descubrimientos de interés está que el espacio del Sol situado entre el ecuador y los polos se puede dividir en tres regiones distintas, análogamente a lo que en la Tierra denominamos zonas tropicales, templadas y árticas. Otra mucha información científica nos está llegando de Ulises y ella será tanto más interesante en el año 2000, cuando se produzca un pico en la actividad de las manchas y erupciones solares. En cualquier caso, la aventura del moderno y espacial Ulises parece que será mucho más larga y arriesgada que la del héroe griego.

NEUROLAB. En los últimos días se ha dado gran relieve informativo al lanzamiento espacial, hace unos siete días, de la lanzadera Columbia con su laboratorio espacial Neurolab así como al reconocido y emotivo recuerdo habido hacia nuestro gran neurólogo y premio Nobel Santiago Ramón y Cajal, perteneciente a una generación, la del 98, cuyo centenario celebramos este año. Se trata de un verdadero laboratorio destinado a profundizar e investigar sobre el sistema nervioso, sobre las funciones cerebrales, en las condiciones especiales de ausencia de gravedad. Dos de los 26 experimentos que se llevarán a cabo han sido diseñados por científicos españoles. Durante los 16 días de su misión Neurolab proporcionará a los investigadores un mejor conocimiento de cómo el cerebro y el sistema nervioso se comportan en el espacio.

Y, efectivamente, para investigar, lo que tenemos es un verdadero zoo en el espacio, con más de 2000 animales: cuatro peces-sapo (*Opsanus tau*), 152 ratas, 18 ratones hembras gestantes, 135 caracoles,

229 peces espadas y 1514 grillos. Ahora ya son menos, ya que en la mañana siguiente al lanzamiento los astronautas disecaron a cuatro de las ratas adultas para estudiar la adaptación interna cerebral al cambio del medio ambiental. Y el pasado domingo, la mitad de las hembras gestantes de ratones fueron sacrificadas y sus fetos extraídos para estudiar como se desarrolla el tejido cerebral de los embriones en ausencia de gravedad. A las otras nueve hembras gestantes se le inyectaron ciertos marcadores químicos y se sacrificarán al término de misión. Y, el miércoles, dieron comienzo los ejercicios gimnásticos para las 30 ratas bebés que cuentan con una especie de gimnasio por el que treparán controladamente en unos experimentos dirigidos a saber en qué proporción el andar es un proceso condicionado genéticamente o está condicionado por la experiencia. Si se aprende a caminar en la ingravidez del espacio, ¿se realizarán las conexiones cerebrales de un modo diferente? Si ello es así, ¿se podrá volver a aprender a caminar en el ambiente gravitatorio terrestre?

COBAYAS HUMANOS. A otras ratas se les han implantado, a cada una, hasta 48 electrodos microscópicos en la región cerebral del hipocampo, la responsable de procesar la información de la localización espacial desde los sentidos, siendo una parte del cerebro que falla durante el envejecimiento normal y, sobre todo, en los enfermos de Alzheimer. Colocadas las ratas en laberintos especialmente construidos, la información obtenida en sus intentos de orientación servirá para conocer qué neuronas son las que participan en el proceso.

Y los siete astronautas también están haciendo de verdaderos cobayas humanos, con agujas clavadas en sus piernas y electrodos situados por todo su cuerpo. Entre sus experimentos figuran el colocarse en una silla giratoria (investigaciones sobre el sentido del equilibrio), ingerir pastillas de la hormona melatonina (efectos sobre el sueño) o jugar a la pelota. En este último caso no se trata de un torneo deportivo espacial, sino de recoger con las manos pequeñas pelotas lanzadas desde el techo, para explorar cómo las condiciones de gravedad cero pueden afectar la coordinación ocular. Para ello, diferentes sensores analizan el movimiento de los brazos, las manos y los ojos durante la aproximación de las pelotas. La prueba se repetirá

varias veces a lo largo del viaje para comprobar como se adaptan los astronautas a la microgravedad. En cualquier caso, como dice el comandante de la misión, el astronauta Richard Searfoss, aunque algunos experimentos parezcan juegos, los resultados servirán para poder prolongar las estancias espaciales por más tiempo y para obtener datos clínicos útiles en las condiciones terrestres.

CEREBROS OPTIMISTAS

Hace unos días se celebró, en la Universidad de Wisconsin, un Simposio sobre la Emoción. El Dr. Davidson presentó sus investigaciones indicativas de que los cerebros de las personas optimistas presentan ciertos rasgos distintivos. Poseen una mayor actividad en el cortex izquierdo prefrontal de sus cerebros, mientras que los pesimistas poseen una mayor activación en el cortex derecho prefrontal. Asimismo, los niveles de la hormona cortisol son más bajos en los optimistas que en los pesimistas, mientras que varias actividades inmunológicas son más activas. Y ciertas actividades, como el ejercicio físico o la predisposición mental, pueden modificar los parámetros pesimistas conduciéndolos hasta posiciones más optimistas.

LACTANCIA MATERNA

En la revista *LANCET* acaba de publicarse el hallazgo de que la leche materna contiene una proteína, la lactadherina, que actúa de forma protectora, con un factor protector superior a 14, contra las frecuentes infecciones por rotavirus que suelen darse en los bebés lactantes. De este modo la lactadherina se suma a otra serie de moléculas ya conocidas presentes en la leche materna que presentan actividad inhibidora frente a patógenos específicos, aportando nuevas razones que abonan la excelencia de la lactancia con leche materna.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En la conferencia EXPERIMENTAL BIOLOGY, que se ha venido celebrando esta semana en San Francisco, se han aportado datos de investigaciones indicadoras de que las nueces, las almendras e incluso los cacahuetes poseen altas cantidades de ácidos grasos monoinsaturados por lo que pueden usarse en dietas destinadas a bajar los niveles de colesterol total o de LDL-colesterol. Su efecto es semejante – pudiendo actuar como sustitutivos del mismo – al del aceite de oliva, proporcionando resultados mejores que las dietas bajas en grasas saturadas, ya que no se producen elevación en el nivel de triglicéridos. Las nueces también contienen ciertos flavonoides que inhiben los crecimientos tumorales.

LA SAGRADA SOJA

01-05-98

Shen Nung (cuyo significado chino es el de Divino esposo) fue el segundo de los míticos emperadores chinos. Vivió en el siglo 28 antes de Cristo y según ciertos relatos nació dotado con cabeza de toro y cuerpo humano. Cuentos maravillosos relatan que era capaz de hablar sin descanso durante tres días, andar durante siete y capaz de labrar un gran campo a la edad de tres años.

Dejando aparte sus aspectos míticos, el emperador Shen Nung estableció una sociedad agrícola estable en la antigua China al inventar la carreta y el arado, domesticar el buey, uncir los caballos o enseñar a preparar terrenos cultivables con incendios. Su catálogo de 365 especies de plantas medicinales tuvo un gran valor. Y su aprecio por la soja le llevó a declararla como una de las cinco cosechas sagradas. Es curioso que las propiedades beneficiosas de la soja cobren ahora total actualidad, casi cinco mil años después, al conocerse algunos de sus excelentes beneficios para la Salud.

HISTORIA. Las plantas silvestres precursoras de la soja crecían, hace miles de años, en el este asiático. Las virtudes culinarias de sus semillas fueron pronto apreciadas y los cultivos se extendieron a Corea y el Sudeste asiático. Los misioneros budistas se encargaron de diseminar su uso en el Japón, en forma de **tofu**, en el siglo VIII d.C. Posiblemente, en el siglo XVI, los viajeros y misioneros europeos las introdujeron en Europa. En América fue el propio Benjamin Franklin quien propulsó que semillas procedentes de Londres fueran plantadas en Filadelfia, hacia el año 1770. Y uno de los grandes defensores americanos de la soja fue John Harvey Kellogg, médico y vegetariano, celebre, asimismo, por el desarrollo comercial de los copos de cereales.

Actualmente la mayoría de la soja se consume en Asia, pero se produce en Occidente. Concretamente la mitad de la producción mundial, unas 140 millones de toneladas métricas, se cultiva en los Estados Unidos, destinadas tanto al consumo animal como al humano.

Los alimentos basados en la soja son muy variados y versátiles pudiéndose agrupar en varias categorías. La primera es la de las semillas, que se pueden cocinar verdes o bien secas, tras ser rehidratadas. Otras formas, que se pueden denominar tradicionales, incluyen a la leche de soja y a alimentos tan diferentes como: tofu, okara, yuba, tempeh, miso y salsa de soja, sin olvidar al popular aceite de soja. Posiblemente el tofu es el más tradicional y en Oriente es casi un alimento sagrado (en Japón se le llama o-tofu, que significa "honorable tofu" y cada japonés consume anualmente más de 25 kilos del mismo). Se obtiene añadiendo sal a la leche de soja hasta que ésta se corta o precipita, prensando los coágulos correspondientes, de una manera que recuerda a la producción de nuestros requesones. Actualmente, en todo el mundo son muy utilizadas como aditivos alimentarios la harina y la proteína de soja. Esta última se obtiene de aquella, una vez desprovista de la parte grasa que se extrae como aceite.

NUTRICIÓN. Las propiedades nutritivas de la soja son de gran interés. La soja es una planta leguminosa que produce, por hectárea, más proteína utilizable que ningún otro tipo de cosecha. Las semillas contienen una proporción muy alta de proteínas, que representan un 35% de su contenido calórico total. Y lo mejor de todo es que la calidad de sus proteínas es muy alta, equivalente a las de las proteínas de origen animal. La soja, asimismo, es muy buena fuente de vitaminas B, especialmente vitamina B_6 y ácido fólico. La mayor parte de los productos de la soja, y en especial el tofu, contienen altas proporciones de calcio. Su contenido en hierro también es alto y el problema de la absorción del hierro puede resolverse con la ingesta simultánea de alimentos ricos en vitamina C, como puede ser una naranjada.

Respecto al resto de legumbres la soja es única por su alto contenido graso. Además, la mayor parte de esta grasa consiste en ácidos grasos insaturados, careciendo de colesterol. La soja es una de las pocas fuentes vegetales ricas en ácido linolénico, un ácido graso del tipo **omega-3**, esencial en nuestra alimentación, que abunda en el pescado y el aceite de pescado. No es extraño, pues, que la soja se haya hecho popular en buena parte del mundo por sus versátiles

características nutricionales. A todo ello se añade, ahora, la evidencia creciente de su potencialidad para reducir el riesgo de ciertas enfermedades crónicas, especialmente el cáncer, las enfermedades cardiacas y la osteoporosis.

SALUD. Entre los componentes no nutritivos, característicos de la soja, se encuentran un grupo de sustancias isoflavonas, que son una especie de estrógenos vegetales, fitoestrógenos, que poseen una acción estrogénica muy pequeña comparada con la de los verdaderos estrógenos corporales. Sin embargo, son buenos competidores de los estrógenos bloqueando sus receptores específicos celulares, reduciendo, de este modo, la acción estrogénica.

Se cree que en este mecanismo radica la comprobada acción protectora, al menos parcial, de la soja respecto al cáncer de mama, en las mujeres. Otras isoflavonas de la soja, como la genisteína, por sí solas, con independencia de su actividad antiestrogénica, son capaces de inhibir los cultivos de células cancerosas. Aunque hacen falta más estudios, los científicos opinan que un servicio de soja diario (soja entera, harina de soja, tofu, leche de soja, etc.) es capaz de reducir significativamente el riesgo de contraer ciertos tipos de cánceres.

Respecto al sistema cardiovascular, desde 1967 se han realizado casi un centenar de investigaciones que señalan que las proteínas de la soja reducen el colesterol hasta un 15% más que las dietas tradicionales que limitan la ingesta de grasas y colesterol. El efecto es más ostensible en las personas cuya colesterolemia es alta (más de 240 mg por decilitro) y para que tenga lugar se necesitan ingestas diarias de 25-50 gramos de proteína de soja. Las proteínas de la soja también reducen la velocidad de la oxidación con oxígeno del colesterol (factor muy importante en la génesis de las aterosclerosis). Además, la isoflavona genisteína disminuye la agregación plaquetaria.

Respecto a la osteoporosis los efectos también son muy favorables. Se sabe que las proteínas animales, ricas en aminoácidos azufrados, favorecen la descalcificación al estimular la eliminación urinaria del calcio. La sustitución de esas proteínas por las de la soja inhibe ese proceso y ayuda a conservar el calcio corporal. Aparte de ello, una taza de semillas de soja, por sí sola, contiene una cuarta parte de

los requerimientos necesarios de calcio, en una forma fácilmente absorbible.

Además, las isoflavonas de la soja inhiben el proceso de resorción (destrucción) ósea. Otros muchos efectos favorables de la soja se están descubriendo continuamente afectando, por ejemplo, a un mejor funcionamiento renal, al alivio de las molestias menopausicas, etcétera, por lo que no podemos, por menos que rendirnos ante la sabiduría del emperador chino Shen Nung al considerar la soja, hace casi cinco mil años, como una cosecha sagrada.

ARTRITIS INFLAMATORIA

En el último número de la revista médica *INFLAMMATION* se publica una investigación que puede suponer una puerta de esperanza futura para el tratamiento la artritis inflamatoria. Se trata del descubrimiento de que una enzima natural corporal, denominada endopeptidasa neutra. La enzima reduce algunos de los efectos de la artritis inflamatoria, al hidrolizar ciertos péptidos, como la bradiquinina, ligados al proceso inflamatorio, al dolor y a la ruptura tisular. La infiltración de esta enzima en el liquido sinovial de las articulaciones afectadas produjo efectos muy positivos, si bien la solución ideal pasaría por la terapia génica de las células sinoviales, a las que se les insertaría el gen de esa enzima.

ARTRITIS REUMATOIDE

Otra prometedora investigación reslacionada con la artritis reumatoide se publica en el último número de la prestigiosa revista *PNAS*. Los investigadores han usado virus desactivados del resfriado para introducirles genes que codifican a formas ligeramente alteradas de los receptores de las proteínas interleuquina 1 y del factor alfa de necrosis celular (la superproducción de estas proteínas es característica en la artritis reumatoide). Los virus inactivos, alterados genéticamente, hicieron llegar esos genes a las células blancas sanguíneas y a todas las articulaciones afectadas en el modelo animal utilizado (conejos con artritis inducidas), reduciendo los efectos de esas proteínas, consiguiendo un efecto muy positivo. Pronto se investigará en humanos esta posibilidad antiartrítica.

TABACO Y ADN

Siguen descubriéndose razones moleculares de los tremendos efectos dañinos del tabaco. En el alquitrán depositado en los pulmones de los fumadores existen radicales libres semiquinonas que son extraídas por los líquidos acuosos y transportadas a otras células corporales donde provocan daños muy poco reparables en el material genético, el ADN. Ello origina diversas mutaciones y alteraciones favorecedoras de la malignización celular, es decir el cáncer. La investigación comentada aparece en el número de abril de *CHEMICAL RESEARCH TOXICOLOGY*,

una revista de la Asociación Química Americana, que agrupa a más de 155.000 científicos.

UN BLOQUEO ESPERANZADOR

08-05-98

Los periodistas, frecuentemente, solían preguntarle a D. Severo Ochoa si la cura del cáncer podría ser una realidad cercana. A lo que, con su sensatez habitual, nuestro gran Premio Nobel acostumbraba contestar señalando la imposibilidad de una respuesta hasta tanto no existiesen los conocimientos suficientes derivados de una intensa investigación molecular sobre los múltiples y complejos factores que intervienen en la carcinogénesis.

¿Ha llegado el momento de la respuesta? Durante la presente semana los medios de comunicación se han hecho eco de unas investigaciones sobre los efectos bloqueantes respecto al cáncer de dos sustancias que algunos han calificado de milagrosas, la **angiostatina** y la **endostatina**.

Lo cierto es que, tras la publicación de un reportaje al respecto en el New York Times Sunday, las empresas farmacéuticas que están financiando estas investigaciones y fabricando esos productos, han sufrido un espectacular incremento en las cotizaciones bursátiles de sus acciones, que llegaron a cuadriplicarse en un día. También puede ser curioso que ello ocurra ahora, si se tiene en cuenta que la publicación principal sobre este tema, realizada por el Dr. Judah Folkman y sus colegas se había realizado hace tiempo, concretamente en el número del 27 de noviembre de 1997 de la revista **Nature**. Es lícito, pues, que nos preguntemos sobre los verdaderos límites de la noticia que, en todo caso, no debe dar lugar a precipitadas esperanzas inmediatas poco fundamentadas.

ANGIOGÉNESIS. Realmente el análisis antes citado de Severo Ochoa, como casi todos los suyos, era muy certero. Actualmente nuestros conocimientos genéticos – moleculares sobre este problema son muchísimo más profundos y extensos que los de hace tan sólo una década. Y más que del cáncer, que es la etapa tumoral final, hemos de referirnos a la carcinogénesis, proceso muy complejo que se realiza en un número indeterminado de etapas, clasificables como de INICIACIÓN (en ellas se producen, entre otros procesos, la activación de

protooncogenes hasta oncogenes), de PROMOCIÓN (en la que la lesión inicial se fija mediante la supervivencia y proliferación de las células afectadas, con la participación de agentes promotores), de PROGRESIÓN (con el crecimiento autónomo del tumor) y de METÁSTASIS (con la diseminación y extensión a otros órganos y tejidos). En estas últimas etapas tiene una importancia esencial la ANGIOGÉNESIS, proceso consistente en el desarrollo de nuevos vasos sanguíneos producidos a partir del crecimiento y ramificación de los vasos ya preexistentes.

Por medio de la angiogénesis el tumor maligno crea su propio sistema de suministro de sangre, que transporta hasta las células cancerosas los nutrientes y sustancias precisas que facilitan su crecimiento y proliferación. Por ello, hace tres décadas el Dr. Judah Folkman, de la Harvard Medical School, comenzó a especular sobre la posibilidad de luchar contra la carcinogénesis, bloqueándola, mediante actuaciones que dificultasen la angiogénesis.

BLOQUEADORES. El problema consiste, pues, en encontrar bloqueadores adecuados para la angiogénesis. La carrera en su búsqueda es muy intensa. En ella, actualmente, están implicadas numerosas empresas farmacéuticas biotecnológicas internacionales, entre ellas ENTREMED, GENENTECH, BRITISH BIOTECH, AGORON PHARMACEUTICALS, HYBRIDON, LIGAND, SUGEN, REPLIGEN, IXSYS, MERCK, ROCHE, ABBOTT, GENETICS INSTITUTE, SMITH KLINE BEECHAM y BRISTOL-MYERS-SQUIB CO.

El crecimiento de un tumor es parecido al de un árbol que se va ramificando. Un árbol produce y distribuye a su alrededor sustancias inhibidoras del crecimiento que impiden que otros árboles nazcan y se desarrollen demasiado cerca, compitiendo por los mismos nutrientes. ¿Sucederá igual con los tumores?

Efectivamente así es y, en estos casos, los inhibidores de crecimiento evitan la demasiada proximidad de las células hijas cancerosas respecto a la célula parental. Además, algunos de los inhibidores ejercen su acción bloqueando la formación de los nuevos vasos sanguíneos, es decir, mediante la paralización de la angiogénesis. Uno de los primeros inhibidores de esta clase descubiertos, hace unos años, fue la **trombospondina**.

En el laboratorio del Dr. Folkman, sus colaboradores, en los últimos años, han estado investigando metódicamente estos inhibidores, y en colaboración con la empresa EntreMed Inc. descubrieron las sustancias angiostatina y endostatina y redescubrieron la talidomida (tristemente célebre hace unos años por sus efectos mutagénicos durante el embarazo). La talidomida ya se encuentra en la etapa de ensayos clínicos anti-angiogénesis. Respecto a las otras dos sustancias, son proteínas, y forman parte de un sistema bioquímico corporal que regula, en general, el crecimiento de los pequeños y nuevos vasos sanguíneos, por ejemplo, cuando ocurre una pequeña herida. La angiostatina es una porción de un producto circulante sanguíneo normal, el plasminógeno. Y la endostatina es un pequeño fragmento de un colágeno conocido como colágeno 18, que se encuentra normalmente en el cuerpo, alrededor de los vasos sanguíneos.

RESULTADOS. Las investigaciones se han realizado, hasta ahora, sobre ratones. Se espera que los ensayos sobre humanos puedan comenzar en unos doce meses. En el caso de los ratones, en uno de los primeros experimentos, recibieron cánceres de pulmón trasplantados, tras lo cual se trataron durante 25 con la mezcla de las dos sustancias. Los tumores sufrieron una regresión total y cuando los ratones fueron sacrificados, a los 11 meses, estaban libres de tumores. Otras pruebas posteriores han demostrado la posibilidad de que ello perdure durante la vida entera normal del animal. Mejor aún tras un cierto número de ciclos de tratamiento los tumores ya no crecían después, sino que permanecían "dormidos".

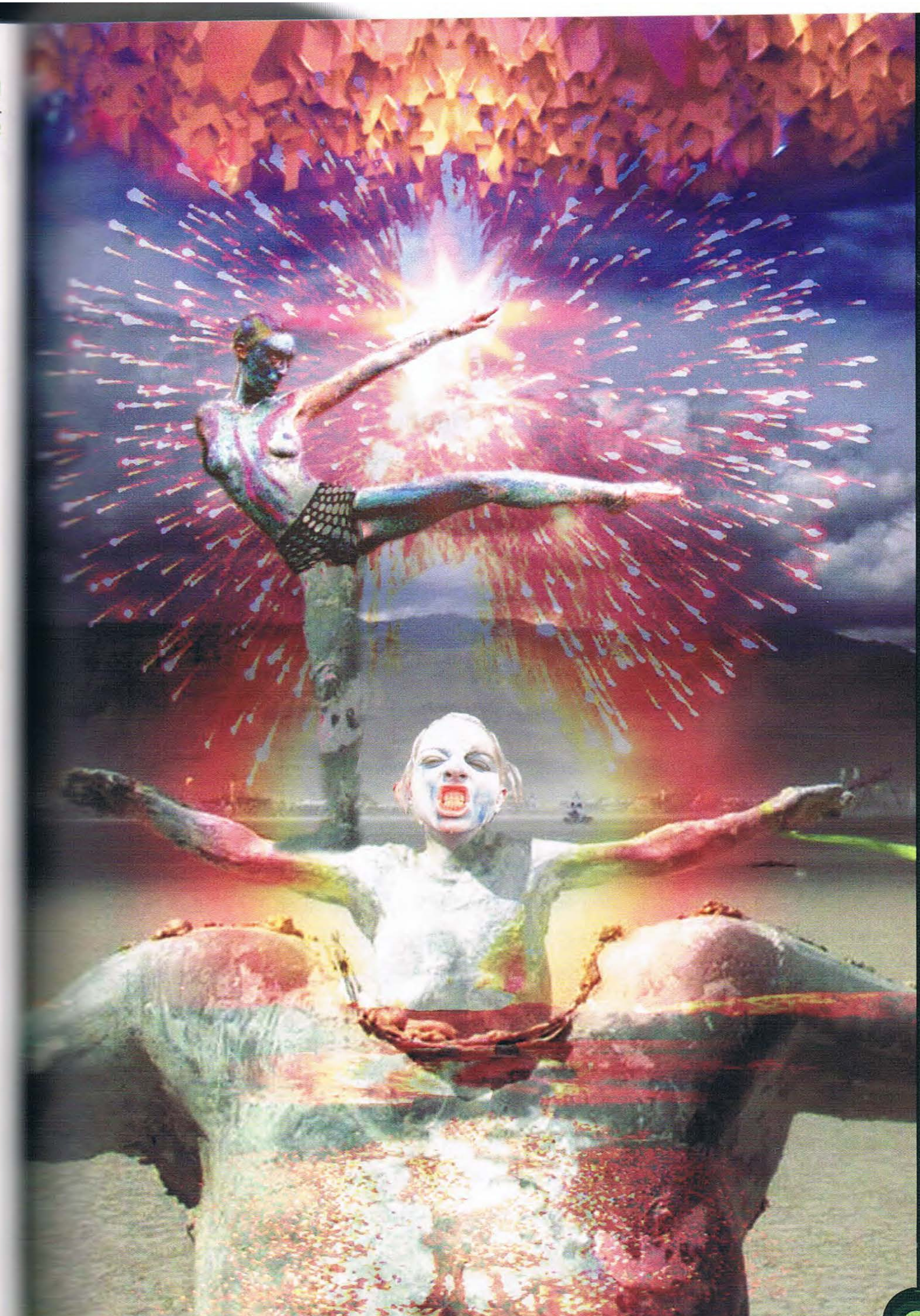
Otra gran ventaja del tratamiento es que las drogas atacan a las células endoteliales de los vasos sanguíneos, no a las propias células cancerosas. Estas mueren al no disponer de nutrientes. Por tanto, el nuevo enfoque no ataca ni destruye directamente a las células cancerosas de los ratones, no cura el cáncer, pero las células cancerosas terminan muriendo. Y otra consecuencia beneficiosa es que no se produce el conocido fenómeno, característico de la quimioterapia contra las células cancerosas, conocido como **resistencia a las drogas**, asociado

a la inestabilidad genética de tales células cancerosas, ya que las células endoteliales, mucho más estables, no desarrollan esa resistencia.

Los datos, pues, son muy positivos, pero son datos sobre ratones. ¿Qué sucederá en los humanos? Antes de declararlas como drogas milagrosas hay que realizar profundos estudios clínicos, ya que, en el pasado, sustancias eficaces para distintas patologías de ratones han resultado ineficaces en humanos. En cualquier caso, ya está en marcha la producción biotecnológica de cantidades suficientes de estas dos sustancias para ser utilizadas, dentro de unos meses, en ensayos humanos y las compañías ENTREMED y BRISTOL-MYERS-SQUIBB están invirtiendo más de 100 millones de dólares en su desarrollo y en el de la talidomida.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El piruvato es un metabolito celular que se postula como un nuevo suplemento nutritivo "quemador" de las grasas corporales, incrementador del rendimiento atlético y antioxidante preventivo de nfermedades. ¿Hay algo de cierto, científicamente, en ello? No mucho, según las investigaciones realizadas, con controles adecuados, sobre grupos numerosos de personas. Y esto es así sobre todo en el aspecto relativo a las pérdidas de grasas. En cuanto a su efecto antioxidante sólo ha sido probado en ensayos celulares de laboratorio. Por tanto, no hay que lanzarse el consumo indiscriminado de piruvato.



© PACO HERNÁNDEZ

INMUNOLOGÍA, CIENCIA PARA LA ESPERANZA

15-05-98

En un futuro próximo, ¿podremos anular o controlar los efectos de los procesos alérgicos?, ¿venceremos a los fenómenos de rechazo?, ¿constituirán una realidad práctica los xenotrasplantes?, ¿dominaremos a los agentes infecciosos de múltiples enfermedades?, ¿podremos controlar a las enfermedades de origen vírico, como las hepatititis o el SIDA?, ¿será posible, incluso, desarrollar armas eficaces contra las células cancerosas?

Para ser precavidos contra un exceso de optimismo podemos recordar la sentencia de Rene Dubos: "*Aunque puede que nunca sea posible alcanzar la verdad absoluta, sin embargo, cada uno de nosotros puede añadir una pequeña piedra en la estructura del conocimiento, y de todos estos esfuerzos realizados emerge algo grande*". Y de lo que no cabe duda, es que para alcanzar una respuesta de carácter positivo para todas y cada una de las preguntas anteriores dependeremos, en gran manera, de los avances de la Inmunología, que viene aportando grandes piedras en la construcción del conocimiento preciso que permitirá algún día contestar afirmativamente a esas preguntas. Pero el estudio del sistema inmune no es fácil, ya que no radica en un órgano concreto, sino que es un sistema diseminado.

INMUNOLOGÍA. El sistema inmune de los vertebrados produce una respuesta a los estímulos de todo aquello que es reconocido como extraño. La respuesta es específica y la causa origen es almacenada en la memoria del sistema inmune. Los virus, bacterias, hongos y parásitos ponen en marcha el mecanismo. Pero también lo hacen las propias células corporales alteradas, tales como las cancerosas. O moléculas y estructuras con diferentes complejidades (antígenos).

En la respuesta inmunológica participan células específicas del sistema inmune, como los linfocitos. La **inmunidad celular**, relacionada con la destrucción de organismos extraños, está mediada por los

linfocitos T (leucocitos), que, según sus funciones, se clasifican en células citotóxicas T, células auxiliadoras T y células supresoras T. En cuanto a la **inmunidad humoral**, se debe principalmente, a la actividad de los linfocitos B, a través de sus anticuerpos. En cuanto a la **memoria** del sistema inmune, se basa en las llamadas **células memoria**, que se derivan de cualesquiera de las células específicas ya mencionadas.

Aunque el término Inmunología comenzó a usarse en 1909, su base científica es anterior, en buena parte debida a las aportaciones de los conocidos como los **tres gigantes** de la Inmunología: Pasteur, Landsteiner y Burnet. Ya en 1798 Jenner realizó las primeras vacunaciones, pero hasta casi un siglo después, en la era Pasteur, no se desacreditó la teoría de la generación espontánea, ni se demostró que no era necesario que los agentes productores de la inmunidad fuesen organismos vivos. Ello permitió fabricar vacunas atenuadas contra en ántrax, la rabia o el cólera. Y, entonces, fueron naciendo conceptos como antígeno, anticuerpo, sistema de complemento, virología, etcétera.

En el siglo actual numerosos inmunólogos han sido galardonados con el premio Nobel. Recordaremos tan sólo a tres de ellos. En 1901 fue concedido el primero a von Bering, padre de la sueroterapia, quien demostró que las toxinas diftérica y tetánica podrían usarse para transferir de un modo pasivo una resistencia a esas enfermedades. En cuanto al anteriormente citado Lansdteiner, Nobel en 1930, sus investigaciones permitieron descubrir los grupos sanguíneos AB0, requisito previo para poder realizar transfusiones de sangre seguras. El tercer gigante, Burnet, fue Nobel en 1960, y desarrolló la **teoría de la selección clonal**, la de la producción de anticuerpos, así como la demostración de que el rechazo de los injertos se debe a causas inmunológicas.

NOBELES. Dentro de unos días coincidirán en España los también Nobel profesores Jean Dausset y Cesar Milstein. Concretamente lo harán en Murcia, del 20 al 22 de mayo, de 1998, en el XXIV Congreso de la Sociedad Española de Inmunología, sociedad presidida por el inmunólogo y bioquímico de la Universidad de Córdoba profesor José Peña. El Comité Organizador, dirigido por la Dra. María Rocío Álvarez

López, jefa del Servicio de Inmunología del Hospital Virgen de la Arrixaca, ha preparado un programa que iniciará el profesor Milstein con su conferencia sobre "**Diversidad y diversificación de anticuerpos**".

En otras secciones se tratarán los aspectos más actuales de Inmunología, incluyendo los de diferenciación celular, tolerancia, apoptosis, autoinmunidad, inmunodeficiencias, alergias, infecciones, inflamaciones, transducción de señales, citoquinas, etcétera.

Los profesores Dausset y Milstein son merecedores de todo tipo de reconocimiento. Los estudios de Dausset sobre los MHC en humanos (antígenos mayores de histocompatibilidad, que son como nuestro carné de identidad biológico), en su momento, revolucionaron el mundo de los trasplantes, permitiendo el extraordinario desarrollo de la Inmunología Clínica y derribando las fronteras entre lo básico y lo aplicado, permitiendo el desarrollo de una verdadera Medicina moderna. En cuanto a Milstein, su aportación del método de producción de los anticuerpos monoclonales ha permitido profundizar en la ontogenia del sistema inmune y en las funciones de los MHC respecto a la maduración y selección de los linfocitos y de los mecanismos íntimos de su actuación.

ESPERANZAS. Actualmente el vertiginoso desarrollo de la Inmunología está íntimamente ligado al progreso de los campos más relacionados con ella, especialmente con el de la Biología Molecular. Por ejemplo, el conocimiento del papel de la **tolerancia inmunológica** es un reto para poder controlar la inmunorregulación orientada hacia la aceptación de injertos, o en la lucha contra los tumores a través de fármacos y vacunas. Y, con toda seguridad, los conocimientos de los mecanismos del escape tumoral al sistema inmune ayudarán a desarrollar nuevas terapias basadas en la construcción de vacunas individuales específicas.

Entre los grandes descubrimientos recientes de la Inmunología se pueden señalar los de las moléculas de adhesión, el de las segundas señales que intervienen en la estabilización de las respuestas inmunitarias, las causas moleculares de ciertas inmunodeficiencias, o la posibilidad de clasificar y conocer mejor a los distintos tipos de moléculas de interleuquinas, algunas de las cuales actúan como verdaderas hormonas del sistema inmunitario. También el descubrimiento de los receptores de inhibición y de activación de las

células conocidas como NK o **células naturales matadoras**. No menos posibilidades ofrece la profundización en fenómenos como el de la apoptosis, o muerte celular programada ("suicidio celular"), que representa un papel importantísimo en la homeostasis del sistema inmune.

Todo ello, junto con otras muchas posibilidades, hace que podamos considerar a la Inmunología como una Ciencia joven, pero con unos descubrimientos ya realizados, y unas posibilidades tan interesantes que, sin duda, podrían permitirnos calificarla como Ciencia para la esperanza. Por ello es llamativo y arcaico que en algunas de nuestras Facultades universitarias de carácter biomédico, incluyendo algunas Facultades de Medicina, la Inmunología no esté incluida ni siquiera como una asignatura dentro de su desarrollo curricular. Y ello contrasta tanto más en cuanto que la Inmunología española posee un buen nivel investigador contrastado internacionalmente.

VACUNAS EN AEROSOL

En el número del 14 de mayo de la revista médica *THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE* investigadores de un estudio realizado en diversos hospitales americanos publican los excelentes resultados obtenidos con la vacuna antigripal trivalente aplicada en forma de aerosol nasal. Participaron en la investigación 1602 niños de 1 a 6 años, controlados en 10 centros diferentes, consiguiéndose una protección del 93% contra la gripe. Pero lo mejor es que, además, también se produjo una inesperada protección del 98% contra una complicación gripal común, la otitis media. Otra ventaja de la vacuna es que los virus que la componen crecen mejor en los pasajes nasales, más fríos, que en las temperaturas superiores existentes en el tracto respiratorio inferior, lo que se asemeja mejor al proceso natural de infección, induciéndose con ello una mejor inmunización.

UNA MIR CASI ETERNA

La estación espacial rusa MIR ha sobrepasado en muchos años su periodo previsto de servicio pero, a pesar de su vetustez y problemas sin fin, aún se mantendrá en órbita en el próximo milenio, si la construcción de la nueva plataforma orbital internacional continúa demorándose. La NASA ha criticado a Rusia por mantener la Mir en órbita y por no cumplir con los compromisos adquiridos para la nueva estación internacional. La mayor parte de la culpa por la demora en la nueva estación es atribuida a la dirección espacial rusa ya que sus problemas económicos han hecho que la construcción de los módulos habitacionales esté retrasada un año en relación con lo previsto.

MILSTEIN Y LOS HIBRIDOMAS

22-05-98

Los inmunólogos españoles han finalizado la celebración de su XXIV Congreso de un modo relevante, con la participación de dos grandes premios Nobel de Medicina y Fisiología: el francés Jean Dausset y el argentino-británico César Milstein. Este último pronunció la lección inaugural del Congreso sobre la diversidad de las inmunoglobulinas.

Las aportaciones científicas de ambos galardonados son excepcionales. Dausset, descubrió en humanos el sistema de los antígenos de histocompatibildad, sistema HLA, esencial en las tecnologías de los trasplantes de órganos. César Milstein, obtuvo los hibridomas, células híbridas productoras de anticuerpos monoclonales. Ambos, con sus logros, han marcado hitos señeros en la historia de la Medicina del siglo XX. Hoy nos referiremos a la persona y obra de César Milstein.

BIOGRAFÍA. César Milstein nació en Bahía Blanca, Argentina. Sus padres, de modesta economía hubieron de realizar grandes sacrificios para que sus tres hijos alcanzasen estudios universitarios. Se licenció en Química en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Buenos Aires, en 1952. Su interés científico se despertó en su época escolar, con la lectura de los trabajos de van Leeuwenhoek y de Pasteur. Por ello, fue lógico que se interesase por la química de los seres vivos, por la bioquímica.

Tras su licenciatura contrajo matrimonio y al año siguiente comenzó la tesis doctoral dirigida por el profesor Stoppani, catedrático de Bioquímica de la Facultad de Medicina de Buenos Aires, estudiando la cinética de la enzima aldehído deshidrogenasa. La tesis fue realizada sin ningún apoyo económico por lo que el matrimonio hubo de dedicar parte de su tiempo a los análisis clínicos para proporcionarse el sustento. Al finalizar el doctorado, en 1957, consiguió una beca del British Council, ampliando estudios, entre 1958 y 1961 en el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Cambridge, donde también obtuvo otro doctorado. De vuelta a Buenos Aires, durante los dos años siguientes dirigió la División de Biología Molecular del Instituto Nacional de Microbiología.

REINO UNIDO. Sin duda, el ambiente de los años 60 en Argentina no era buen caldo de cultivo para una investigación serena ni para el propio Milstein quien, durante su época de estudiante, ya había mostrado su espíritu luchador. Cuando se generalizó la persecución política de los intelectuales liberales y científicos y ello alcanzó al director de su propio Instituto, Milstein se trasladó inmediatamente y nuevamente a Cambridge, adoptando la nacionalidad británica, sin perder la argentina. Allí se reunió con Frederick Sanger con quien había colaborado en su anterior etapa británica. Sanger había recibido el premio Nobel de Química en 1958, por su determinación de la estructura de la hormona insulina y acababa de ser nombrado director de la División de Química de Proteínas del nuevo Laboratorio de Biología Molecular del Medical Research Council. Por cierto, en 1980, obtuvo un segundo Premio Nobel de Química por sus métodos de estudios químicos y biológicos de las moléculas de ADN.

Desde su llegada a Cambridge Milstein ha trabajado allí. En 1975, Milstein y Köhler, quien estaba en Cambridge con una beca posdoctoral, realizaron su trascendental descubrimiento de la obtención de anticuerpos monoclonales. Sin duda este descubrimiento será considerado como uno de los avances biomédicos más importantes del siglo XX.

HIBRIDOMAS. Era conocido que, tras la activación por un antígeno, una célula B sanguínea circulante (un linfocito B) puede multiplicarse, formando un clon de células plasmáticas, en el que cada una de las células clonales produce el mismo anticuerpo o inmunoglobulina o anticuerpo monoclonal.

Desde el punto de vista científico y médico era muy importante poder disponer de estos anticuerpos en grandes cantidades, pero los linfocitos son incapaces de ser cultivados *in vitro*. Por otra parte, existía una condición en la que podía existir una gran cantidad de una inmunoglobulina simple en el suero sanguíneo. Ello ocurría al desarrollarse un mieloma múltiple (un cáncer de los linfocitos), una tumoración de una célula B simple, que prolifera formando un clon de células secretoras de inmunoglobulinas. Los mielomas, frecuentes en diversos animales de laboratorio, pueden cultivarse y multiplicarse

indefinidamente, en contraste con las líneas celulares normales. Sin embargo, esos cultivos frecuentemente pierden la capacidad de producir inmunoglobulinas.

En esta situación Milstein y Köhler lograron fusionar linfocitos B de corta vida y altamente específicos, productores de anticuerpos, procedentes del bazo de un ratón inmunizado, con células cultivadas de mieloma, capaces de crecer indefinidamente, pero que habían perdido su capacidad de producir inmunoglobulina. La célula híbrida resultante, un **hibridoma**, simultáneamente poseía la capacidad productora de anticuerpos, propia de las células B, y la capacidad de multiplicarse indefinidamente, característica de las células del mieloma, pudiendo proporcionar así, mediante las selecciones previas oportunas, cantidades potencialmente ilimitadas de cualquier anticuerpo deseado. Era una verdadera revolución tecnológica en las ciencias biomédicas.

César Milstein recibía, en 1984, el premio Nobel de Medicina y Cirugía, junto con Nies K. Jerne y J.F. Köhler. El primero por " *las teorías relativas a la especificidad en el desarrollo y control del sistema inmune*", y Köhler y Milstein por el desarrollo y obtención de los hibridomas productores de los anticuerpos monoclonales. Antes y después de la concesión del Nobel la valía de César Milstein ha sido reconocida a través de un sinnúmero de distinciones y premios de las más prestigiosas Instituciones del mundo. La Fundación Nobel indicaba en la correspondiente presentación del galardón que la obtención de los anticuerpos monoclonales constituía el avance metodológico más importante realizado en el campo de la biomedicina en los años 70, permitiendo abrir nuevas posibilidades tanto en el campo de la investigación biomédica básica como en la aplicada, entre ellas ejemplos como los siguientes:

- Estudios detallados de la distribución de las diferentes funciones en diversos lugares de las moléculas de antígenos. Ello permite localizar relaciones de los elementos constituyentes de agentes infecciosos o en productos celulares como enzimas y hormonas, o en superficies celulares, etcétera.

- La consecución de un alto grado de purificación de sustancias, como en el caso del interferón, aprovechando la capacidad única de un determinado anticuerpo para enlazarse a un cierto antígeno.
- La caracterización diagnóstica de enfermedades, como las causadas por agentes infecciosos, identificando las adecuadas estructuras especiales celulares. O la distinción entre diferentes formas de tumores que, incluso, permiten seguir su desarrollo. También, la posibilidad de distinguir entre diferentes clases de células, como las blancas sanguíneas, lo que es importante en la caracterización de ciertas condiciones de inmunodeficiencias como la asociada al SIDA.
- Otra posibilidad diferente es la de la inmunización pasiva contra determinadas enfermedades, inyectando anticuerpos, en lugar de antígenos, o la aplicación, conocida con el nombre de **bala mágica**, uniendo el anticuerpo monoclonal adecuado a un fármaco tóxico o isótopo radiactivo, para que el anticuerpo reconozca y actúe sólo contra determinadas células, por ejemplo, tumorales, que posean el antígeno hacia el anticuerpo correspondiente.
- La generalización de la tecnología de los anticuerpos monoclonales ha permitido en los últimos muchísimas aplicaciones, así como abrigar fundadas esperanzas en otras, sobre todo las dirigidas contra ciertas células cancerosas o contra las células inmunitarias que rechazan el trasplante.

MILSTEIN: FACETAS

- El mes de octubre es del otorgamiento de los premios Nobel. También es el mes de los cumpleaños de los premios Nobel Jean Dausset y de César Milstein. Jean Baptiste Gabriel Joachim Dausset nació en Tolouse el 19 de octubre de 1916. El Nobel de Medicina le fue concedido el 10 de octubre de 1980. En cuanto a César Milstein, nació en Bahía Blanca, Argentina, y el Premio Nobel le fue concedido el 15 de octubre de 1984. Por tanto, el mes de octubre le sienta bien a la Inmunología.
- Hijo de un modesto inmigrante judío en Argentina y de una maestra, que hubieron de realizar grandes esfuerzos para educar a sus hijos, César Milstein, durante su época de estudiante, fue un infatigable luchador en agrupaciones y sindicatos estudiantiles Tras su licenciatura contrajo matrimonio con su esposa Celia y según sus propias palabras "disfrutaron durante un año entero de la luna de miel menos usual, pero más romántica posible", por diversos países europeos, haciendo autostop, incluyendo, asimismo, dos meses de trabajo en un kibbutz en Israel.
- La obtención de hibridomas de ratón, productores de anticuerpos monoclonales es relativamente sencilla. La de hibridomas funcionales humanos es más difícil, bien porque las células de mielomas humanos no crezcan bien en cultivo o porque no den lugar a hibridomas estables. La infección de células B sanguíneas con el virus Epstein-Barr (causante de la mononucleosis) permite, a veces, que esos linfocitos se puedan cultivar y, con técnicas particulares, lograr una selección que permita la obtención de la inmunoglobulina humana monoclonal deseada.

OBESIDAD: ¿GENES O HÁBITOS?

29-05-98

Una buena parte de la humanidad, en el Tercer Mundo, carece de los alimentos necesarios y se muere literalmente de hambre. Como contraste, en los países desarrollados la obesidad se convierte en uno de los problemas médicos más importantes. Su gravedad no remite con el tiempo, sino que se incrementa alarmantemente.

Recientemente se han hecho grandes avances científicos en el tema. La importante revista ***Science***, en su número de esta semana, le dedica una atención especial con artículos escritos por los más afamados investigadores mundiales. Hoy comentaremos las causas de la obesidad. La próxima semana resumiremos las posibilidades de actuación al respecto.

En cualquier caso, el sobrepeso o la obesidad son situaciones crónicas serias que afectan a casi la mitad de la población en países como Estados Unidos. No se trata de una enfermedad simple, sino de un síndrome o conjunto de enfermedades que acarrean múltiples complicaciones. Además, es una de las patologías más recalcitrantes al tratamiento y con mayores proporciones de fracasos, lo que significa un enorme costo en esfuerzos y en dinero, con resultados, por ahora, poco permanentes y brillantes.

EL PROBLEMA. Científicamente la obesidad se define de varios modos. Aunque no mide la grasa corporal sino el sobrepeso, el mejor de ellos es el recomendado por la Organización Mundial de la Salud, basado en el **índice corporal**. Se obtiene dividiendo el peso (en kilos) por el cuadrado de la altura (en metros). Así, una persona de 62 kilos y 160 cm poseerá un índice corporal de 62: (1,6 x 1,6) = 24,2. Un *peso saludable* corresponde a índices entre 18 y 25; un individuo es obeso si su índice corporal es superior a 30 y con índices comprendidos entre 25 y 30 se sufre de sobrepeso. Si el índice es superior a 35 la obesidad es de grado III, con peligros graves. Lo más preocupante es que, en muchos países, en los pasados 20 años se ha incrementado en casi la mitad el porcentaje de sobrepesos para los dos sexos y para todos los grupos de edad. Se podría, pues, hablar de una verdadera epidemia de obesidad.

En España la situación es menos grave pero las tendencias son también preocupantes.

Las complicaciones médicas asociadas al sobrepeso u obesidad acortan notablemente la vida. Entre ellas figuran la diabetes, la hipertensión, altas lipidemias, enfermedades cardíacas, infartos, apneas durante el sueño e, incluso, algunas formas de cáncer. Los humanos hemos desarrollado excelentes mecanismos fisiológicos para defendernos contra la pérdida de peso, pero, sin embargo, nuestros mecanismos fisiológicos son débiles para defendernos contra la ganancia de peso cuando los alimentos son abundantes.

Desde el punto de vista energético la Termodinámica es bien clara y tajante: todo depende del balance entre el gasto y la adquisición de energía. El gasto de energía al final se convierte en calor emitido (consecuencia de las actividades metabólicas, de transporte, nerviosas, etcétera) y en trabajo mecánico (actividad física). La adquisición de energía es la derivada del catabolismo oxidativo de los alimentos que ingerimos. Si la salida de energía supera, iguala o es menor que la entrada de la energía ello se traduce, respectivamente, en pérdida, conservación o ganancia de peso. Desde luego, dos personas, semejantes físicamente, pueden distribuir su gasto energético de un modo diferente, entre calor y actividad física, por lo que para una misma intensidad de esta última, pueden necesitar diferentes ingestas energéticas. De ahí las diferencias individuales existentes, y la facilidad o la resistencia de algunas personas hacia la ganancia de peso.

HÁBITOS Y AMBIENTE. ¿Cuáles podrían ser las causas últimas de la obesidad? Como este problema se ha intensificado en las últimas dos décadas y, presumiblemente, nuestros genes no han cambiado, hay que concluir en una necesaria e importante participación de los hábitos y el ambiente. Podríamos enumerar entre ellos:

a) Disponibilidad de mayor variedad y cantidad de alimentos, más apetitosos, ofrecidos en porciones cada vez mayores.
b) Mayores proporciones de grasas en muchos alimentos, más sabrosos, con lo que se consumen en mayor cantidad. Aunque en los últimos años ha bajado el porcentaje que representan las grasas en la ingesta calórica total, sin embargo, el total de gramos

diarios de grasa ingeridos no se ha reducido, es decir, que se ha cambiado la distribución de los componentes de la dieta, pero globalmente la energía ingerida ha aumentado.

c) La intensificación de la vida sedentaria, con una decreciente actividad física. Existen datos clínicos demostrativos de que la actividad física mitiga los efectos de las dietas ricas en grasa sobre el balance energético. Las experiencias se realizaron con personas libremente consumidoras de dietas clasificadas como bajas, medias y altas en grasas, bajo condiciones sedentarias o de actividad física activa. En cualquier combinación posible, lo importante fue la interacción de ambos factores: el positivo de la actividad física y el negativo del mayor contenido graso.

Cuantitativamente los factores de hábito o ambientales pueden responsabilizarse de casi un 50% del desarrollo de las obesidades por lo que las recomendaciones al respecto son evidentes: consumir cantidades limitadas de alimentos con menor contenido graso y energético y, sobre todo, incrementar la actividad física.

GENES Y SEÑALES. Aproximadamente otro 50% de la variación en los fenotipos relacionados con la obesidad humana parecen heredables. En modelos animales se han identificado diversas mutaciones monogénicas, de un solo gen, causantes de la obesidad o de su evitación. En humanos la situación es más compleja, con la interacción de múltiples genes. Las aproximaciones genéticas han sido variadas y entre los genes candidatos figuran ya unos 20, previamente identificados en investigaciones animales. Algunos de ellos están relacionados con la diferenciación de las células grasas, los adipocitos; otros lo son con las sensaciones relacionadas con la regulación del apetito, tales como la saciedad; otros con el balance energético (desacoplamiento, distribución de la energía entre calor y actividad física); y otros con la propia obesidad. Los estudios genéticos en humanos son complejos pues se necesitan series y familias muy extensas para establecer el grado de relación entre el gen o marcador sospechoso y el fenotipo considerado. Para cuantificar esa relación existen varios parámetros genéticos, encontrándose porciones genéticas

muy interesantes, ligadas a la obesidad, ubicadas en los cromosomas 2 y 8.

Otro aspecto a destacar es el de localizar y conocer cómo actúan las señales moleculares que regulan la ingesta de alimentos. Entre ellas se encuentran los factores de saciedad modulados por los propios alimentos, de los que ya se han identificado varios. Su defectuoso funcionamiento o el no ser reconocidos por sus receptores correspondientes provoca que no llegue la señal de saciedad al cerebro, con lo que la ingesta alimenticia no se controlaría bien. Y otro lugar regulador importante es el sistema nervioso central, que se modula a través de señales catabólicas y anabólicas de las que se han identificado ya, de cada clase, a más de una docena, algunas de ellas reguladas, a su vez, por hormonas como la insulina o la recientemente descubierta leptina.

SUPERASPIRINA

La aspirina ejerce buena parte de sus efectos por inhibición de una enzima denominada ciclooxigenasa (COX). Desde 1991 se sabe que existen dos variedades de la enzima, COX-1 y COX-2. La aspirina inhibe las dos. El bloqueo de COX-2 mitiga el dolor y la inflamación, pero la inhibición de COX-1 provoca hemorragias estomacales. Ahora, los investigadores de la Universidad de Vanderbilt han desarrollado una "superaspirina", la APHS, que bloquea la COX-2 de un modo 60 veces más potente que la aspirina pero que, sin embargo, no afecta a la COX-1, es decir que no presenta los efectos perjudiciales hemorrágicos de la aspirina.

PROTEÍNAS CIRCADIANAS

Se acaba de publicar en la revista *PNAS* el hallazgo de dos proteínas CRY-1 y CRY-2 (criptocromos 1 y 2) que se encuentran en casi todas las células estudiadas, con la particularidad de que la CRY-1 se concentra en mayores cantidades en la zona cerebral que controla los ritmos circadianos, diarios. Se trata de unas proteínas fotoreceptoras con actividad fotoliasa participantes en procesos de reparación del ADN. Su existencia generalizada es compatible con el hallazgo reciente de que los ritmos circadianos podían modularse con la iluminación posterior de la zona de la rodilla, en las piernas.

EFECTOS DEL NIÑO

La Sociedad Entomológica americana ha alertado contra algo que parece de filme de ciencia ficción: este verano habrán en Estados Unidos grandes e inusuales invasiones de hormigas, saltamontes, escarabajos, grillos, termitas, garrapatas, avispas, etcétera. La causa radica en la corriente de EL NIÑO que ha provocado un invierno excepcionalmente húmedo y relativamente cálido favorecedor de la reproducción de los insectos, algunos de los cuales son transmisores de enfermedades como la de Lyme (las garrapatas).

OBESIDAD: ¿SE PUEDE COMBATIR?

05-06-98

Las dietas milagrosas no existen. Los "maravillosos" efectos de las cremas adelgazantes suelen ser meros engaños. Y ningún medicamento o sustancia consigue que el organismo humano se sustraiga a las leyes de la Termodinámica o que "queme" las grasas de una forma misteriosa, ajena a los postulados científicos.

Para perder peso, a medio o largo plazo **necesariamente** la ingesta calórica ha de ser inferior al gasto o salida de energía. Los tratamientos y actuaciones que se dirijan a este fin han de tener sólidas bases científicas y lo positivo es que, en la actualidad, el avance de las investigaciones realizadas en el campo de los mecanismos del origen, desarrollo y regulación de la obesidad nos ofrecen nuevas perspectivas muy interesantes.

POSIBILIDADES. Los factores esenciales que participan en el desbalance energético causante de la obesidad y/o sobrepeso pueden resumirse en: 1. La ingesta energética o cantidad y clase de los alimentos con los que nos nutrimos; 2. El gasto energético o energía que usamos para realizar nuestras actividades útiles: físicas, metabólicas, nerviosas, iónicas, etcétera; 3. La transformación de la ingesta energética en gasto, ya que en este proceso una proporción importante de la energía se elimina como energía no utilizable, en forma de calor. Esta proporción puede variar individualmente, según diversos condicionamientos genéticos y metabólicos, por lo que, para una misma ingesta energética, en tres personas aparentemente muy iguales, el efecto, para una de ellas, puede ser distinto: para la primera una pérdida de peso, para la segunda el mantenimiento de su masa y, para la tercera, el desarrollo de sobrepeso, dependiendo ello, en cada caso, del porcentaje de la energía que se transforma en calor y no en energía útil.

Todo ello nos lleva a la conclusión de que el control de la obesidad o sobrepeso se podrá realizar en todos o cada uno de los siguientes niveles o procesos: 1. Cantidad total de la ingesta energética;

2. Cantidad total del gasto energético; 3. Distribución de este gasto energético entre energía útil y calor. Si ello es así, ¿cuáles son las armas disponibles para modular o regular esos procesos?

HÁBITOS Y GENES. Ciertos cambios de hábitos pueden influir al respecto. Con ellos se conseguiría: 1. Reducir la ingesta energética total, disminuyendo la cantidad de alimentos ingeridos y su contenido en grasas muy energéticas; 2. Incrementar el gasto energético total a través de la realización de una mayor actividad física; 3. Modificar la distribución del gasto energético, favoreciendo su conversión en calor. Son evidentes cuáles serían las recomendaciones prácticas respecto a los dos primeros objetivos. En cuanto al tercero, carecemos de base científica para poder postular medidas de tipo práctico.

Algunos defensores de ciertas dietas, como las disociadas, opinan que tales dietas pueden favorecer cambios hormonales que hacen posible una distribución del gasto energético con más calor y menos energía útil, pero realmente no existen evidencias científicas que, por ahora, puedan justificar esta suposición.

En cuanto a los genes, los hallazgos van muy deprisa, y, por ahora, existe evidencia de la localización de, al menos, una veintena de ellos que guardan relación con el fenotipo humano de la obesidad. Estos genes pueden regular la producción o síntesis de diversos péptidos o proteínas con diferentes cometidos fisiológicos. 1. Modular el comportamiento alimenticio, favoreciendo o desfavoreciendo la atracción de un individuo hacia las grasas u otros alimentos; 2. Regulación del apetito, por ejemplo, a través de factores tales como los que favorecen la sensación de saciedad; 3. Control de procesos celulares como la diferenciación de los adipocitos (células almacenadoras de grasas) o el crecimiento muscular; 4. Alteraciones metabólicas del metabolismo de las biomoléculas, sobre todo las grasas; 5. Desacoplamiento energético por medio de hormonas y/o proteínas, reconocidas por receptores celulares específicos, cuya actuación favorece la transformación de energía en calor.

MEDICAMENTOS. La adecuada modificación de los genes reguladores de la obesidad sería la solución definitiva de este problema. Pero todavía

no se conocen muchos de estos genes ni su modificación es factible en el estado actual de la Terapia Génica. Lo que sí es posible es el desarrollo de agentes terapéuticos antiobesidad que actúen sobre los productos de esos genes o sus cometidos. En este sentido, en la actualidad, se están estudiando más de 25 posibilidades diversas, sobre todo en la estimulación o bloqueo de receptores proteínicos específicos de los factores reguladores, dentro de tres campos activos diferentes: 1. Búsqueda de inhibidores de la ingesta energética: supresores de la sensación de apetito; 2. Aumentadores del gasto energético a través de desacopladores energéticos, tales como las recién descubiertas proteínas desacopladoras; 3. Estimulantes de la movilización y catabolismo de las grasas.

¿Cuál es, pues, la situación? La FDA americana, debido a unos efectos laterales indeseables descubiertos, ha retirado a la previamente autorizada **fenfluoramina** como fármaco supresor del apetito, pero tiene aprobadas otras dos sustancias con el mismo efecto: la **fentermina**, que actúa sobre las neuronas adrenérgicas, y la **sibutramina**, cuya actividad es sobre las neuronas noradrenérgicas y serotonérgicas. En avanzada fase de aprobación está el **orlistat**, que es un inhibidor de la absorción intestinal de las grasas, y en plena prometedora investigación, en la fase clínica II, se sitúa otra posibilidad. Está relacionada con la **leptina**, una hormona que activa al receptor cerebral ob (obesidad), reduciendo la ingesta alimenticia e incrementando la movilización de las grasas. Se trataría, pues de suministrar leptina a la persona obesa. Pero ciertos obesos sí poseen suficiente leptina y lo que les falla es su reconocimiento. En estos casos se están desarrollando sustancias estimulantes capaces de activar el receptor de la leptina.

Aunque son precisas muchas investigaciones complementarias farmacológicas, fisiológicas y de comportamiento, los expertos opinan que el campo de las moléculas antiobesidad es uno de los más activos en la Farmacología, por lo que las nuevas y veloces aportaciones científicas al tema hacen esperar que en el futuro el tratamiento de la obesidad sea mucho más efectivo y con más brillantes resultados que los reducidos actualmente obtenidos.

SINDROME DE LA GUERRA DEL GOLFO

El "Síndrome de la Guerra del Golfo" es una misteriosa patología que ha afectado a numerosos excombatientes americanos de aquella operación militar, y se traduce en problemas de comportamiento y neurocognistivos, dolores articulares, inflamaciones, complicaciones pulmonares y fatiga crónica. La controversia respecto a sus causas es muy viva. En el último número de la revista *NATURE* un equipo investigador israelita muestra apuesta a favor de que tanto un estrés traumático agudo como los componentes de las armas químicas y biológicas utilizadas alteran de forma bastante permanente el metabolismo del neurotransmisor acetilcolina, radicando en ello la causa última del síndrome.

NITROSAMINAS Y TABACO

En el último número de la revista *CHEMICAL RESEARCH IN TOXICOLOGY* una amplia revisión analiza el papel importante que juegan las nitrosaminas en la aparición de cánceres ligados al tabaquismo, sobre todo el de pulmón. Los metabolitos de estas nitrosaminas no sólo se encuentran en los fumadores sino incluso en la orina de los fumadores pasivos, lo que fortalece el argumento de que los fumadores pasivos también pueden sufrir cánceres de pulmón inducidos por el tabaco que fuman sus familiares, amigos o vecinos.

EMBARAZO Y TABACO

Nuevas y más precisas investigaciones sobre los peligros del consumo de tabaco por parte de las madres embarazadas, en el número de junio del *JOURNAL OF PHARMACOLOGY AND EXPERIMENTAL THERAPEUTICS*. Aproximadamente la cuarta parte de las embazadas son fumadoras. Aparte del escaso peso de los bebés, otras consecuencias son: daños en los fetos superiores a los causados por la cocaína, centenares de miles de muertes fetales, graves problemas neurológicos en muchos recién nacidos, responsabilidad en alrededor del 50% de todos los casos del síndrome de muerte súbita infantil, etcétera. Es curioso que las publicaciones sobre el riesgo del tabaco representen únicamente el 50% de las dedicadas al alcohol y el 7% de las de las sustancias de abuso. Sin embargo, el tabaco, globalmente, mata 8 veces más que el alcohol y miles de veces más que las sustancias de abuso.

LOS NEUTRINOS TAMBIÉN PESAN

12-06-98

En los últimos días todos los espacios informativos de la prensa, radio y televisión se hacían eco, de un modo destacadísimo, de las noticias procedentes de Takayama, Japón, sobre el proyecto Super-Kamiokonde: el hallazgo, calificado de histórico, de que los neutrinos tienen masa y de que ello puede explicar el misterio de la materia negra del Universo, que puede significar más del 90% de la masa total del Universo.

De confirmarse, efectivamente se trataría de un avance cosmológico importante y de grandes consecuencias para la Física moderna. Pero conviene que seamos prudentes. Vivimos en una época en la que la saturación de la información hace que se busque el interés usando adjetivos superlativos para las noticias. Pero, aunque un golpe de suerte siempre sea posible, usualmente el avance científico se hace de una forma acumulativa, con pasos más o menos largos, pero siempre pasos.

¿NOVEDAD? Respecto a lo que informativamente se ha presentado como gran novedad, podemos recordar que en otro artículo divulgativo, hace ya casi 5 años, bajo el título de "**El misterio de la materia invisible**" indicábamos la posibilidad de que los neutrinos fuesen la explicación de la misteriosas materia negra "*pues en 1990 algunos científicos, entre ellos el premio Nobel Hans Bethe, afirmaron que las teorías convencionales sobre los neutrinos podían ser erróneas ya que era demostrable la posibilidad del cambio de variedad entre ellos, lo que indica la existencia de alguna masa, por lo que si se agrupasen en suficiente cantidad podrían ser la causa de la materia negra*". Dos años después, en otro artículo sobre "**La invisible materia negra**", relatábamos las experiencias realizadas, desde 1994, en Los Álamos, experimentos que habían conseguido detectar hasta ocho fenómenos de **oscilaciones de neutrinos**, es decir, de conversiones de neutrinos de una clase en otra clase. También nos referíamos a diversos grupos españoles participantes en proyectos relacionados con este tema. Sobre la dificultad del estudio de los neutrinos, en un artículo, también en esta Sección, publicado el pasado año, bajo el título de "**Los misteriosos**

neutrinos", recordábamos que su descubridor, en 1931, el gran físico austriaco Pauli llegó a decir: *"He hecho una cosa terrible. He postulado la existencia de una partícula que no puede ser detectada".* Asimismo, en este artículo, se revisaban los principales proyectos internacionales, previstos o en ejecución, destinados a la investigación de la naturaleza de los neutrinos.

SUPER-KAMIOKANDE. La Teoría Estándar establece que las partículas elementales de la materia se pueden clasificar como **bosones** o como **fermiones**. Se diferencian ambas clases en su "espín", que es una propiedad mecánica cuántica relacionada con su rotación. El espín de un bosón es un número entero: 0, 1 y 2. Sin embargo, los fermiones poseen espines de 1/2 y 3/2. Entre los fermiones se encuentran los neutrinos, que no poseen carga ni masa (o es mínima, inferior a una diezmilésima parte de la de un electrón). Los neutrinos se producen en ingentes cantidades en el Sol, o en otras fuentes astronómicas (rayos cósmicos que inciden en la atmósfera, explosiones de supernovas, etcétera). Existen tres clases de neutrinos, el neutrino electrón, el neutrino muón y el neutrino tau, pero sus interacciones con la materia son tan débiles que pueden atravesar fácilmente el planeta Tierra. Su número es tal que, en un segundo, cada uno de nosotros, es atravesado por millones de neutrinos, sin efecto aparente alguno. Para detectar los neutrinos hay que obstaculizarlos, esperar a que una minúscula fracción de ellos consiga interaccionar con la materia y, después, analizar las características de esa interacción.

Esta es la finalidad del Super-Kamiokande, un proyecto japonés-americano, en el que colaboran 23 Instituciones científicas de ambos países, con la finalidad de disponer del mayor observatorio subterráneo de neutrinos del mundo. La inversión realizada hasta ahora supera los 100 millones de dólares y se concreta a 200 Km al norte de Tokio, en los Alpes japoneses, en la antigua mina de zinc Kamioka, situada bajo tierra, en la base del monte Ikena, a 1.000 metros de profundidad. Allí se ha ubicado un gran tanque de 40 m de diámetro y 40 m de altura lleno con 50.000 toneladas de agua totalmente purificada. En el fondo y superficies laterales del fondo están colocados los detectores, que consisten en más de 13.000 fototubos, muy sensibles a la conocida

como radiación de Cerenkov, que puede ser originada como consecuencia de las interacciones de los neutrinos con los átomos del agua purificada. Los neutrinos llegan por la parte superior, tras atravesar las rocas del monte, o por la parte inferior tras haber atravesado toda la Tierra, estudiando sus diferencias. El proyecto está funcionando desde hace casi un año y cada día se llegan a registrar aproximadamente un millón de reacciones en el agua. La mayoría de ellas se deben a la radiación de fondo, procedente de las rocas y otras fuentes, pero unas 30 detecciones se adscriben como originadas por neutrinos solares y otras 10 por los neutrinos atmosféricos.

RESULTADOS. La semana pasada se anunciaron los resultados preliminares obtenidos en estos primeros meses de operación por los investigadores. El motivo fue la celebración, en Takayama, Japón, de la conferencia NEUTRINO'98, así como la de la reunión de primavera, en Washington, del congreso de la American Physical Society. Aunque las conclusiones necesitarán dos años antes de que puedan ser confirmadas con todo rigor, todo apunta a que: a) en el experimento sólo se pueden detectar neutrinos electrones y no los neutrinos muones ni neutrinos tau; b) la detección de únicamente el 50% de los neutrinos esperables, procedentes del Sol, se debe al fenómeno de la "oscilación de los neutrinos, es decir, a la conversión de neutrinos detectables hasta forma no detectables; c) la explicación de esas conversiones significa, necesariamente, que los neutrinos poseen masa, aunque sea mínima; d) la pérdida de masa en la conversión de un neutrino es del orden de cinco millonésimas partes de la masa de un electrón. Sin embargo, no se tienen datos todavía sobre la masa real de los diferentes neutrinos; e) posiblemente las conversiones vayan desde neutrinos electrones hasta neutrinos muones o neutrinos tau, pero no se descarta tampoco que pueda existir otra clase de neutrinos hasta ahora no conocida, la de unos hipotéticos neutrinos estériles; f) en cualquier caso, que los neutrinos tengan masa podría explicar que la materia negra esté compuesta íntegra o parcialmente (al menos en su 10%) por neutrinos invisibles, que son difícilmente detectables.

Por tanto, la conclusión es clara: se ha dado un paso, un gran paso, pero sólo un paso, en la comprensión de la naturaleza de los

fantasmagóricos neutrinos, confirmando hipótesis científicas anteriores que ya estaban apoyadas, aunque más débilmente que ahora, por diversas evidencias experimentales.

ÓRGANOS ARTIFICIALES

Ya existen vejigas urinarias artificiales. Han sido probadas en perros y ratas, con gran éxito, tal como se ha anunciado en el 93 Congreso Anual de los urólogos americanos, celebrado la pasada semana en San Diego, California. Se trata de una vejiga construida con un polímero artificial especial. Para que funcione adecuadamente se recubre de células, procedentes de la vejiga original del animal, que se hacen cultivar en el laboratorio para aumentar su número. De este modo la vejiga artificial alcanza las características de la normal en 4-6 semanas y realiza su función con el 95% de la eficacia de una vejiga normal. Ya han comenzado las gestiones para iniciar los primeros ensayos clínicos preliminares en humanos.

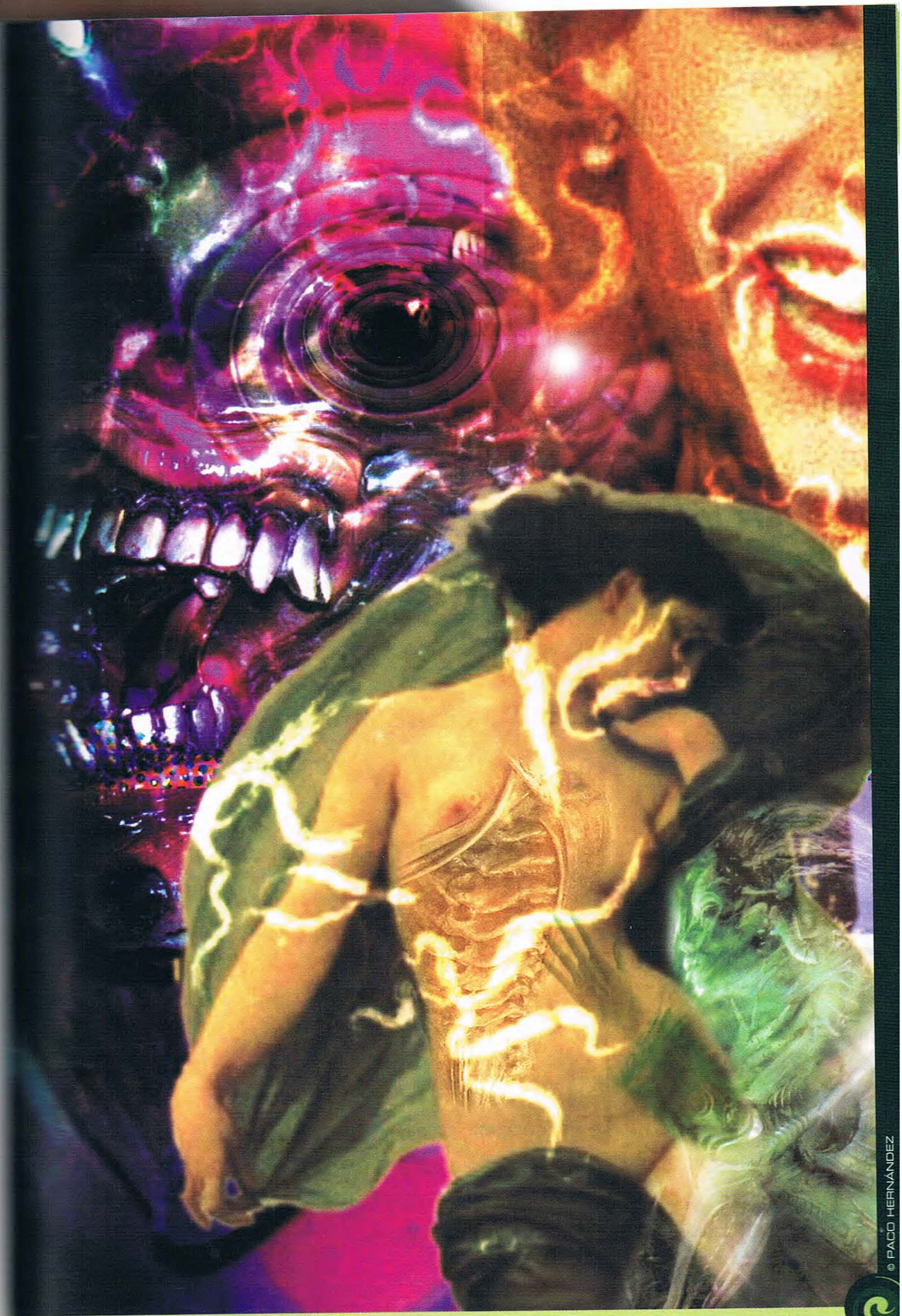
TELESCOPIO DESEADO

Tras diversos aplazamientos previos, recientemente, el gobierno español ha tomado la decisión de que se construya un telescopio óptico de 10 m en las Islas Canarias, que se sume a los ya existentes, con la finalidad de que la astronomía española adquiera un adecuado nivel internacional. La respuesta internacional para participar en el proyecto ha sido muy positiva. El límite para la participación internacional se ha fijado en un 35% que ya es superado por las peticiones procedentes deEstados Unidos, Reino Unido, Italia, Mexico y la India.

HEPATITIS C

La hepatitis C es una infección vírica hepática que puede ser asintomática, pero que también puede derivar a cirrosis, fallos hepáticos y cáncer hepático. Ahora, se abren nuevas esperanzas en el tratamiento de la hepatitis C a través de terapias combinadas, en una vía parecida a la que tanto éxito está obteniendo en el control del virus causante del SIDA. En el caso de la hepatitis C, la FDA americana acaba de aprobar una terapia combinada basada en la colaboración entre el interferón alfa-2b y la ribavirina. En los enfermos que recayeron tras su tratamiento con sólo interferón, la nueva administración de interferón

sólo consiguió en un 5% de los casos disminuir la cantidad de virus en la sangre, mientras que la terapia combinada hizo que la cifra alcanzase un valor del 45-50%


© PACO HERNÁNDEZ

TUBERCULOSIS: LAS DOS CARAS

19-06-98

Margarita Gautier se constituyó en un símbolo desde que, en 1848, Alejandro Dumas, hijo, la hiciese protagonizar su novela "La dama de las camelias" convertida, cuatro años más tarde, en un gran drama teatral, "Camille". Fueron legendarias las interpretaciones del personaje realizadas a finales del siglo pasado por la gran Sarah Bernhard. La historia fue inmortalizada por Giuseppe Verdi en su ópera La Traviata. Y los aficionados al cine siempre recordarán la versión cinematográfica protagonizada por Greta Garbo (Margarita) y Robert Taylor (Armando Duval).

Simbólicamente, Margarita revivía el mito de Manon Lescaut, la heroína creada un siglo antes por Prévost: la lucha de la mujer por el amor y por ser libre. En este caso su desgraciado final, presa de la tuberculosis, era un fiel reflejo de cómo, en el siglo XIX y comienzos del XX, se representaba este mal como una enfermedad que solía golpear a personas jóvenes, delicadas y sensibles, en lo más prometedor de sus vidas.

TUBERCULOSIS. Pero Margarita Gautier no sólo era un símbolo. Para crear el personaje, Dumas se basó en una "cortesana", Marie Duplesis, cuyos padres eran porteros de un inmueble. Pero lo que a nosotros nos interesa es que, en esos tiempos, la tuberculosis era una enfermedad ampliamente extendida. Una enfermedad extraña: causada por un bacilo, pero muy dependiente de las situaciones de pobreza; exógena y a la vez endógena.

A mediados del presente siglo el milagro de los antibióticos hizo concebir la esperanza de su erradicación. Sin embargo, ello no ha sido así y, peor aún, recientemente se han disparado diversos sistemas de alarma alertándonos respecto a los nuevos peligros de un rebrote generalizado de la enfermedad, que ahora es más resistente a los tratamientos.

En realidad, la situación siempre ha permanecido peligrosamente larvada. Hace ocho años la OMS (Organización Mundial de la Salud) estimaba que, anualmente, se diagnosticaban cerca de ocho nuevos

millones de casos de tuberculosis; que morían tres millones de afectados; que el 90% de ellos vivían en los países menos desarrollados. Todo ello hacía que, abarcando a todo el mundo, la tuberculosis constituyese la principal causa de muerte, originada por un organismo, entre las edades de 15 y 49 años. Esas aterradoras cifras, actualmente siguen estando vigentes e, incluso, incrementadas, de modo que, en 1993, la OMS llegó a declarar la situación ocasionada por la tuberculosis como de **emergencia global**.

ALARMAS. Actualmente se estima que, posiblemente, la tuberculosis ha infectado a una tercera parte de la población mundial y que, por término medio, una persona con tuberculosis infecta a otras 15 personas en el curso de un año. ¿Qué nuevos factores han obligado a que las autoridades sanitarias se pongan en guardia? Uno de ellos es que los tratamientos contra el *Mycobacterium tuberculosis* no son sencillos, por lo que suelen ser incompletos en amplias zonas de nuestro planeta. Ello favorece que la situación de los enfermos se haga crónica, así como que se desarrollen variaciones bacterianas más resistentes a los medicamentos.

En 1940 comenzaron a aflorar los primeros casos de bacterias resistentes a alguno de los medicamentos eficaces que existían. Actualmente la situación es bastante más grave: en un estudio auspiciado por la OMS, recientemente hecho público por el equipo investigador dirigido por el Dr. Ariel Pablos-Méndez, se ha demostrado que en la India ya el 13% de los casos son multirresistentes y que el actual porcentaje del 2-3% de resistencia múltiple existente en África, Brasil o Estados Unidos, tiende a aumentar rápidamente. La multirresistencia está presente en más de 35 países investigados. En pacientes que están en tratamiento más de un mes, se da un 36% de casos de resistencia a alguno de los cuatro medicamentos más comunes (isoniazida, estreptomicina, rifampina y ethambutol) así como un 13% de situaciones de multirresistencia.

La epidemia mundial de SIDA ha complicado el panorama, debido a la sensibilidad a la infección de tuberculosis que muestran esos enfermos. Peor aún, los responsables de la OMS reconocen los pobres resultados obtenidos en muchos países en la lucha eficaz contra una

enfermedad que, además, ignora la existencia de fronteras entre las naciones, estando retornando a los países del Primer Mundo, como en una especie de venganza. Si la situación actual no mejora apreciablemente se calcula que hacia el año 2020 estarán nuevamente infectadas más de mil millones de personas, de las que morirán anualmente más de setenta millones.

Ante este preocupante porvenir, ¿qué hacer? Se han de desarrollar nuevas y mejores vacunas. pero hasta tanto ello no se consiga, bastaría con seguir fielmente el tratamiento que recomienda la OMS, basado en un régimen de seis meses, usando una combinación de cuatro medicamentos. Este tratamiento es capaz de curar totalmente más del 95% de los casos, con un costo individual inferior a 11 dólares, es decir, menor de dos mil pesetas. Sin embargo, el problema consiste en implementar estos tratamientos de forma eficaz en los países más pobres. Para lograrlo, la OMS reclama que se realice un gran esfuerzo mundial al respecto.

ESPERANZAS. Otra línea de esperanza hacia el futuro se abrió hace pocos días tras el anuncio realizado por un grupo de científicos anglo-franceses pertenecientes al Centro Sanger de Cambridge y al Instituto Pasteur de París. Han conseguido completar la secuenciación, el conocimiento molecular, de los más de cuatro millones de pares de bases que constituyen los más de cuatro mil genes del genoma del *Mycobacterium tuberculosis*. Es el segundo mayor genoma de un ser vivo secuenciado hasta la fecha, tras el más amplio ya conocido de la bacteria *Escherichia coli.* El bacilo de la tuberculosis procede evolutivamente de una bacteria del suelo que logró pasar a infectar a los bovinos. Hace unos 10.000 años, tras la domesticación del ganado, se produjo el salto desde los bovinos a la especie humana.

De los datos preliminares existentes se puede deducir que un buen número de los genes de la bacteria de la tuberculosis juegan un papel importante para lograr evadir al sistema inmunológico humano. En muy breve plazo se va a completar la secuencia de otra variante bacteriana de la tuberculosis, todo lo cual hace albergar esperanzas de que la información que se obtenga, junto a los modernos avances de la ingeniería genética, facilitarán en un próximo futuro la consecución de

nuevos fármacos y de nuevas vacunas contra la tuberculosis más eficaces que los actuales.

MISTERIOS SOLARES

Hasta ahora constituía un enigma científico la observación, conocida hace medio siglo, de que la atmósfera del sol era mucho más caliente (alcanza millones de grados centígrados) que la propia superficie solar (con tan "sólo" unos 6.000 grados centígrados). Un grupo de astrónomos y matemáticos franco-británicos han resuelto el misterio. Los datos de un telescopio situado en el satélite espacial Yohkov atribuyen la causa a los campos magnéticos que ocasionan docenas de explosiones liberadoras de energía, de modo semejante a lo que ocurre con una corriente eléctrica en un bulbo eléctrico.

ESPÍAS CELESTIALES

El próximo día 24 de junio en Internet podremos disponer de un nuevo portal, TerraServer, nacido de la asociación entre Microsoft y la empresa Aerial Images. Su propósito es proporcionar imágenes de toda la superficie terrestre con fotografías procedentes de satélites, concretamente las del proyecto científico U.S. Geological Survey, y los del programa espacial ruso Sovinformsputnik. En el inicio del servicio se ofrecerán imágenes de unos dos millones de kilómetros cuadrados que necesitarán una capacidad de almacenado cercana a la equivalente a unos 700.000 diskettes normales de ordenador. Pronto pues, podremos disponer de imágenes celestiales de nuestra región, nuestra ciudad, nuestro barrio, nuestra casa y, posiblemente en un futuro próximo, hasta de nuestros vecinos.

NUESTROS ORÍGENES

¿Dónde tuvo su origen el moderno *Homo sapiens*? Un equipo internacional de investigadores, ha hecho que el debate siga abierto e incrementado tras el descubrimiento y estudio de los restos de un cráneo, de hace un millón de años, con una mezcla de las características propias del *Homo erectus* y del *Homo sapiens*. El lugar ha sido en la región de Afar, Etiopía, una zona asociada a una rica fauna mamífera del

Pleistoceno inicial e inicial-medio. Con esa datación existen muy pocos restos en Africa y, hasta ahora, las morfologías semejantes al *H. Sapiens*, se creía que correspondían a épocas posteriores en unos 300.000 años.

LOS JUEGOS DEL REY

26-06-98

Era un Rey muy sabio y poderoso. Un día llamó a su hijo y le comunicó que se iba y dejaba el reino en sus manos. Pero no incondicionalmente. Y las condiciones, en sí mismas constituían un GRAN JUEGO, en el que el hijo tendría que tomar decisiones. Según acertase o errase al adoptarlas ello le permitiría conservar o perder el reino, disfrutar o no de una vida de holganza e, incluso, tener o carecer de la libertad.

Hace unos 70 años John von Neumann, un gran matemático americano de origen húngaro, creaba una nueva especialidad matemática conocida como **la teoría de los juegos**. Se basaba en las estrategias seguidas en los juegos sencillos, que se rigen por reglas fijas, como sería el caso de las apuestas de cara o cruz, tres en raya, ajedrez o póquer. Lo que Neumann hizo fue desarrollar esas reglas y aplicarlas a juegos mucho más complicados, es decir, propugnar un análisis matemático de las situaciones en las que aparezcan un conflicto de intereses. La finalidad perseguida es la de encontrar las opciones óptimas para que, en las circunstancias consideradas, se consiga el resultado deseado. Ello es también aplicable a los diversos problemas que pueden aparecer en los campos de la sociología, la economía de la ciencia política y militar, o cualesquiera otros. En la II Guerra Mundial, se aplicó la teoría de juegos en las áreas de la logística, la guerra submarina y la defensa aérea. A partir de entonces esta teoría evolucionó intensamente dentro del campo de las ciencias sociales, con una gran aplicación en la Economía, en el que uno de los múltiples ejemplos es el del equilibrio de Nash: en un juego con dos jugadores, X y Y en el que la elección de X es óptima dada la de Y, y la elección de Y es óptima dada la de X. Por sus aplicaciones a diferentes situaciones prácticas John Nash obtuvo el Premio Nobel de Economía en 1994.

EL REY. En la teoría de juegos, la palabra **juego** se refiere a un tipo especial de conflicto en el que toman parte *n* individuos o grupos (conocidos como los jugadores). Hay ciertas reglas del juego que dan las

condiciones para que éste comience, las posibles jugadas legales durante las distintas fases del juego, el número total de jugadas que constituye una partida completa y los posibles resultados cuando la partida finaliza. Pero volvamos a nuestro Rey juguetón.

El "juego" propuesto por el Rey a su hijo podríamos contarlo así: "*Hoy me marcho y en mi ausencia reinarás. No sabrás de mí nada hasta el día que regrese, ni siquiera si regresaré. Si lo hago y ese día te encuentro seriamente ocupado en la gobernación, a partir de ese momento serás el Rey definitivo. Pero si volviese y ese día estuvieses holgazaneando, disfrutando de los placeres, serás hecho prisionero para siempre. Y debes saber que poseo los mecanismos de información necesarios para saber, cada noche, lo que has hecho cada día y que yo siempre podría presentarme aquí el próximo día, cualquier día*".

Al hijo del Rey le interesa reinar para siempre, pero no quiere renunciar a otros placeres que le atraen, más agradables que el de la gobernación. Pero sabe si escoge los placeres, por cada día de holganza que se vaya acumulando los riesgos son mayores. ¿Qué hacer entonces? Sus decisiones, y las del Rey, se corresponden a los de la lógica probabilística. ¿Existen soluciones matemáticas?

Este problema, el **gran juego**, fue propuesto, de forma general, no en forma de cuentecillo, en 1957, por el matemático D. Gillette. Las soluciones dependerían, para los dos jugadores implicados en cualquier variante del juego, de los valores respectivos que ellos le diesen a los diferentes resultados u opciones, así como del modo en que valorasen el futuro, comparado con el presente. Salvo para algún caso particular, hasta ahora no se había encontrado una solución general matemática para abordar las soluciones del gran juego.

LA SUMA NULA. Se dice que un juego es de suma nula si el total de las ganancias al final de la partida es cero; es decir, si el total de las ganancias es igual al total de las pérdidas. En el caso concreto campo de la economía, los juegos de suma nula se refieren a la no existencia de producción o destrucción de bienes durante el **juego económico**.

Respecto al gran juego, en 1968 Blackwell y Ferguson encontraron una solución para el caso particular de una suma nula, es decir, si los

intereses del Rey y su hijo fuesen los mismos, pero opuestos. Ello podría ocurrir si suponemos que, cogido en falta, el hijo pudiera salir de la cárcel y alcanzar la libertad pagándole al Rey una cierta cantidad C de dinero diaria. Por el contrario, si regresara el Rey y encontrase a su hijo gobernando, para recuperar el Rey su reinado, diariamente tendría que pagar al hijo esa misma cantidad C. En tal situación, de **suma nula**, matemáticamente la mejor estrategia para el Rey sería escoger al principio un número N grande y cada día calcular el valor $D = N + A - B$. En esta expresión A sería, hasta entonces, el número de días verdaderos de gobernación del hijo y B los días que, también hasta entonces, hubiera holgado. La probabilidad de regresar del Rey, cada día, sería la de la inversa del cuadrado de D.

LA SOLUCIÓN. Las cosas permanecieron así durante unos diez años, hasta que, en 1981-1982, Mertens y Neyman fueron capaces de extender la solución a juegos con más de dos posibles resultados. Pero aún permanecía la restricción de la **suma nula**, es decir, que lo que un jugador perdiese habría de equivaler, exactamente, a la ganancia del otro.

Han tenido que transcurrir otros 17 años para que un matemático francés, Nicolas Vieille, encuentre lo que parece ser una solución compleja, pero definitiva al problema del gran juego, publicada en una serie de cuatro artículos desde 1992 hasta el presente. En todo caso, no se trata de una prueba constructiva. Por ello, en bastantes ocasiones, no se puede dar una solución concreta, como la del cuento del Rey y su hijo, sino simplemente alcanzar la conclusión de saber que existe solución. De cualquier modo, los expertos en la Teoría de Juegos opinan que el obtenido es un gran logro, que ha necesitado el uso de herramientas muy sofisticadas de todas las ramas de las matemáticas, desde la geometría algebraica a la teoría ergódica (derivada de la mecánica estadística).

Lo que parece evidente es que el hecho de haber encontrado soluciones al problema general del gran juego dará lugar a la aparición de nuevas clases de modelos, más adecuados que los existentes, para estudiar cualquier clase de fenómenos de conflicto y de cooperación.

También está claro que tales modelos serán de gran utilidad para el estudio científico de todo tipo de interacciones sociales y económicas.

DINOSAURIOS EMPLUMADOS

Parecen resolverse dudas sobre la íntima relación filogenética existente entre las aves y los dinosaurios, tal como se expone en la revista *NATURE* de esta semana. Han participado investigadores canadienses, chinos y americanos, quienes han descrito dos especies de dinosaurios terópodos chinos, parecidos al dinosaurio *Velociraptor*. La característica principal de estas dos especies es la de poseer plumas, bien en el extremo de la cola o en el antebrazo. Aunque ellas mismas no parecen corresponderse a especies voladoras si parecen pertenecer a un tronco común del que se derivarían éstas.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Un consumo adecuado, en la zona de tiempo cercana a la concepción, de ácido fólico o de vitaminas que lo contengan, consigue evitar hasta un 70% de los defectos en el tubo neural de los niños, tales como la espina bífida. Sin embargo, hasta ahora, el modo concreto de acción del ácido fólico no se conocía totalmente. Investigadores ingleses publican en el número de hoy de la revista *SCIENCE* un artículo en el que se demuestra que la función del ácido fólico es la de corregir un defecto metabólico en la biosíntesis de uno de los nucleótidos pirimidínicos que forman parte de los ácidos nucleicos.

TELÉFONOS MÓVILES E HIPERTENSIÓN

En la revista LANCET se incluye una investigación que demuestra que la exposición, durante 35 minutos, a los campos electromagnéticos generados por los teléfonos celulares, hace aumentar la presión sanguínea en reposo en valores comprendidos entre 5 y 10 mm de mercurio, a través de mecanismos que aún no son conocidos. De acuerdo con la revista ello podría tener efectos adversos sobre las personas hipertensas. En el mundo científico no existe acuerdo unánime respecto a los efectos que tienen sobre la salud los campos electromagnéticos débiles producidos por los instrumentos domésticos. La Organización Mundial de la Salud anunció hace pocos meses su

propósito de invertir 100 millones de dólares en la investigación de los efectos de los campos electromagnéticos como los producidos por los teléfonos móviles, las conducciones eléctricas y los equipos de radar.

ÓRGANOS HUMANOS, ¿RENOVABLES?

03-07-98

Conforme los logros médicos avanzan en numerosos frentes, se va convirtiendo en uno de los problemas sanitarios más importantes del mundo el ocasionado por el deterioro irreversible de nuestros órganos más comunes: corazón, hígado o riñones. Por ejemplo, en los países del primer mundo, las enfermedades cardíacas causan unas 10 veces tantas muertes como las ocasionadas por la suma combinada del SIDA y el cáncer de pulmón.

La donación de órganos trasplantables resulta totalmente insuficiente para resolver el problema. Únicamente uno de cada seis potenciales pacientes llega a recibir el trasplante del órgano que precisa. En cuanto al xenotrasplante a humanos de órganos procedentes de animales genéticamente modificados, por hoy, sólo es una esperanza, una bella esperanza, que precisa de importantes descubrimientos científicos antes de que se pueda convertir en una realidad clínica cotidiana. Ante esta situación, ¿podría pensarse en la reparación de los órganos defectuosos e, incluso, en su nueva formación, dentro del propio cuerpo del paciente afectado?

No se trata de un supuesto de ciencia-ficción, sino que ya es un sólido proyecto científico-comercial en el que participan instituciones muy prestigiosas como lo son una interesante y prometedora empresa biotecnológica, uno de los centros investigadores de mayor calidad del mundo, y uno de los más famosos centros clínicos americanos. Lo mejor de todo es que los resultados preliminares están siendo muy prometedores.

LOS SOCIOS. ADVANCED TISSUE SCIENCES, de la Jolla, California, es una compañía biotecnológica que ha desarrollado una tecnología propia para fabricar productos tisulares humanos destinados a la reparación y al trasplante. Entre ellos, están ya comercializados en varios países el Dermagraft(R), que es un tejido vivo humano sustitutivo permanente, usado en el tratamiento de las úlceras que se forman en las piernas de

algunas personas diabéticas. También el **Dermagraft-TC(R)**, que se utiliza para recubrir temporalmente las quemaduras profundas.

El MIT (MASSACHUSSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) es uno de los mejores centros universitarios investigadores del mundo. Con unos diez mil estudiantes, hasta doce de sus profesores y médicos han sido galardonados con el Premio Nobel. Las patentes que se originan en sus centros superan a las de cualquier otra Universidad americana. Anualmente conciertan más de 70 acuerdos conjuntos con compañías privadas.

En cuanto al tercer socio, el HOSPITAL INFANTIL DE BOSTON, es el centro pediátrico (cubre desde el nacimiento a los 21 años de edad) de más alto nivel de Estados Unidos, formando parte de la Harvard Medical School, el conjunto pediátrico investigador más importante del mundo.

TECNOLOGÍA. Tan prometedores son los resultados previos que los responsables del proyecto acaban de obtener tres patentes (las 5.759.830, 5.770.193 y 5.770.417, respectivamente) que cubren la tecnología que se piensa aplicar. Las investigaciones en las que se basan estas patentes han sido publicadas en los últimos años en revistas científicas de gran calidad y consisten en hacer crecer *in vivo*, en el cuerpo, tejidos humanos vascularizados u órganos. Ello se consigue en dos fases. En la primera, en el laboratorio, se sitúan sobre un andamiaje tridimensional los oportunos cultivos celulares, que se alimentan y hacen crecer sobre ese armazón, que está hecho con sustancias biocompatibles y biodegradables (esto último si ello es conveniente para los fines perseguidos). Tras ello, la "plataforma" se implanta en el interior del cuerpo, en el lugar adecuado para efectuar la necesaria reparación o, incluso, sustitución.

Al exponer las posibilidades existentes, la doctora Gail Naughton, presidenta de la compañía ADVANCED TISSUE SCIENCES, se refirió a otros logros ya obtenidos por el grupo, relativos al crecimiento, a partir de unas pocas células, de una articulación de un dedo. También se han obtenido avances significativos en el crecimiento de válvulas y músculos cardiacos, así como en el de vasos sanguíneos. La clave, en todos los casos, consiste en recrear las condiciones del cuerpo humano, tanto las moleculares, los celulares, o las anatómico-fisiológicas. Por ejemplo,

cuando hacen crecer un ligamento lo someten a un estiramiento lo más parecido al real, mientras que el tejido de cartílago se somete a presión para endurecerlo o el tejido arterial se hace pulsar.

PERSPECTIVAS. Las más inmediatas son las relacionadas con la piel y articulaciones, que presentan menos problemas de rechazo. En breve tiempo se espera que, para tratar lesiones deportivas, se podrán suministrar articulaciones cultivadas completas listas para ser implantadas, en un rango de tamaños "a la medida", adaptables a cada paciente individualmente.

La tecnología también ha tenido ya éxito para promover crecimiento de hígados nuevos en ratas y perros así como para generar nuevos músculos cardiacos en animales. En cuanto a las posibilidades relacionadas con la sustitución de órganos humanos, he aquí algunas de las optimistas afirmaciones de la Dra. Naughton: *"La técnica tiene el potencial de hacer crecer un hígado en un recién nacido en un periodo de tres a cuatro semanas*"; "*se podrán usar células del paciente o las de otras personas compatibles, colocarlas en órgano defectuoso sobre el correspondiente armazón y permitir que se desarrollen hasta convertirse en tejido funciona"*l; "*las aplicaciones más inmediatas podrían ser para pacientes con esclerosis hepáticas, daños hepáticos causados por alcohol o drogas, enzimopatías hepáticas, etcétera*", "*podría usarse también para reemplazar partes de esófago, huesos o músculo cardíaco...Potencialmente, sería posible desarrollar cualquier órgano nuevo si se crean y controlan las condiciones correctas*".

Si todo discurre adecuadamente, según las mejores esperanzas fundadas en los datos obtenidos hasta ahora, los investigadores esperan que los ensayos en humanos se podrían iniciar en unos pocos años, a los que habría que sumar en caso positivo, al menos otros tres años para poder obtener las autorizaciones precisas para su aplicación técnica.

La historia presente puede servirnos para hacer un par de reflexiones finales. En primer lugar, que los avances de las investigaciones básicas (en biología molecular, en factores controladores de la fisiología celular, en obtención de biopolímeros y en tantos otros campos), antes o después, redundan en aplicaciones

concretas prácticas. Hay que fomentar estas investigaciones, sin excesivas prisas por sus consecuciones finalistas. En segundo lugar, la falsedad del establecimiento de barreras científicas formales artificiales. Difícilmente podrán encontrarse, dentro de la Medicina, campos aparentemente tan distanciados como el de la Biología Molecular y el de la Cirugía. Sin embargo, nuestros cirujanos del mañana, si quieren saber lo que realmente están haciendo, habrán de tener sólidos conocimientos de Biología Molecular y Celular. Y los biólogos moleculares y celulares, en sus investigaciones, se encontrarán más próximos a los problemas prácticos reales.

PARKINSON

En el último número de la revista *NEUROLOGY* investigadores del Medical College de la Universidad Thomas Jefferson de Filadelfia demuestran que una sustancia natural presente en las membranas celulares puede bien proteger o estimular la actividad celular cerebral por lo que ayuda a a detener o frenar el deterioro de los pacientes con la enfermedad de Parkinson e, incluso, a mejorar su situación. Se trata del ganglióside GM1, que se aplicó a 45 pacientes con esta enfermedad durante un periodo de 16 semanas de tratamiento. Los resultados positivos hicieron prolongar ese periodo otros dos años y ahora está en marcha una investigación más amplia al respecto. En animales de experimentación ya se ha comprobado que el GM1 aumenta los niveles cerebrales de dopamina y estimula el rebrote de terminales nerviosos.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En el número de julio de 1998, la revista *INTERNATIONAL JOURNAL OF CANCER*, publica una interesante investigación dirigida por la Dra. Liliane Chatenoud, del Instituto de Investigación "Mario Negri" de Milán, en la que han estudiado a unos 8.000 pacientes durante 13 años. Concretamente han analizado detalladamente la relación entre la ingesta de cereales o harina de cereales y la incidencia de diversos tipos de cáncer. Lo más significativo y llamativo es el factor protector que representan las cáscaras, encontrando que las altas ingestas de alimentos integrales derivados de granos o harinas sin descascarillar producían una reducción de los riesgos de neoplasmas de diversas localizaciones, no únicamente gastrointestinales.

TECNOLOGÍA DE AHUMADOS

¿Cómo usar exactamente la sal necesaria en los pescados ahumados? Ello es importante, no sólo por cuestión de gustos, sino sanitaria ya que, por una parte, un exceso de sal perjudica la salud, pero, por otra parte, para evitar los crecimientos bacterianos es necesario que se sobrepase un mínimo. La solución se ha alcanzado en forma de un instrumento analítico, un espectrofotómetro del infrarrojo cercano, que es capaz de analizar el contenido en sal del pescado que se procesa mientras aún

está vivo, con lo que sólo se tendrá que adicionar la sal necesaria para llegar desde ese propio contenido hasta la concentración final ideal.

¡AAATTTCHISSS...!

10-07-98

Para la Real Academia Española las dos acepciones principales del adjetivo "común" son las de ordinario y vulgar. Pero el conocido resfriado "común" va acompañada de una serie de peculiaridades muy alejadas de lo ordinario y vulgar, y su investigación nos está descubriendo en los últimos meses una serie de circunstancias de gran interés.

El resfriado común es la primera causa de absentismo laboral y escolar. Para mitigar sus síntomas se gastan cantidades enormes de dinero. ¿Cuál es su causa? La contestación no es tan obvia como pudiera parecer. Ciertamente, su etiología es vírica, por lo que los antibióticos no son útiles para combatirlo, a pesar de lo cual más del 60% de los pacientes con resfriados suelen ser tratados con antibióticos.

En un reciente estudio realizado por el Instituto Nacional de la Salud finlandés sobre varios centenares de universitarios, se ha llegado a identificar al agente infeccioso en el 70% de los afectados. Únicamente se dio el caso de un paciente que no poseyera una infección vírica, aunque sí una bacteriana. En todos los demás casos siempre existieron infecciones víricas que incluyeron a coronavirus, virus A de la gripe, virus sincitial respiratorio y, sobre todo, a los grandes responsables del resfriado, los rinovirus. Como el resto de los virus conocidos su composición es una mezcla de proteínas y de ácidos nucleicos. Pertenece a los picornavirus, debido a sus pequeños tamaños (pico) y a que poseen ácido ribonucleico (ARN).

RINOVIRUS. Los fracasos sucesivos en lograr una vacuna eficaz contra el resfriado común hicieron que, hace unos 20 años, los Institutos de la Salud de Estados Unidos renunciasen a las investigaciones encaminadas a ese fin. En el caso de la polio, cuya vacuna ocupó a los investigadores durante años existen sólo tres tipos de virus responsables. Pero los rinovirus poseen numerosas variantes, conociéndose más de 200 serotipos diferentes, entre los que, posiblemente, un 25-50% puedan ser responsables del resfriado común, transmitiéndose persona a

persona o a través de la contaminación vía aerosol. Muchas de esas variantes aun no se conocen y otras de ellas sufren rápidas mutaciones.

Es, pues, muy difícil luchar eficazmente contra un ente al que ni siquiera se le ha podido identificar bien. Una fotografía de uno de estos virus obtenida en el microscopio electrónico nos lo muestra como una pequeñísima esfera rugosa en cuya superficie se observan una serie de protuberancias y "cañones" que le dan un aspecto singular. En esas irregularidades superficiales radica el secreto de su carácter infeccioso, ya que son reconocidas de un modo muy selectivo y específico por las células humanas, favoreciendo que el virus penetre en la célula y que en su interior tenga lugar el proceso de multiplicación vírica.

ICAM-1. Recientemente, varios equipos científicos americanos han logrado penetrar en el misterio del mecanismo de la infección del rinovirus 16, que es el principal causante del resfriado. Para ello han usado técnicas de cristalografía de rayos X que les han permitido obtener imágenes atómicas del receptor celular del virus, es decir, de esa especie de portal químico que el virus aprovecha para infectar a las células. El receptor celular es una proteína localizada en la superficie de nuestras células conocida con el nombre de **ICAM-1**, iniciales, en inglés, de Molécula 1 de Adhesión Intracelular. Esta molécula consiste en una sola proteína, cuya forma recuerda la de una mano, con un pulgar y otras tres proyecciones o "dedos".

Pero la ICAM-1 es una molécula que posee, además, otras funciones beneficiosas que ya se conocían anteriormente, relacionadas con las respuestas inmunológicas. Generalmente, estas moléculas receptoras actúan como sujetadoras de las células inmunológicas cuando éstas combaten una infección o una herida. Y lo interesante ha resultado ser que las células inmunológicas blancas normalmente sólo se unen a la proyección en forma de pulgar que posee la molécula de ICAM-1, mientras que un rinovirus-16 se liga a las proyecciones de la ICAM-1en forma de dedos. Esta selectividad posee un gran interés potencial, ya que ello posibilitará en el futuro diseñar un fármaco que bloquee selectivamente los "dedos" del receptor, pero no el "pulgar", en cuyo caso se conservarán sus propiedades beneficiosas, pero,

simultáneamente, combatiremos eficazmente el resfriado al bloquear la entrada del rinovirus a las células.

Otro punto interesante es el comentado por el Dr. Rossman, uno de los directores de las investigaciones anteriores, quien ha indicado que los humanos y los chimpancés puede ser que tengan receptores ICAM-1 idénticos, lo que sería una razón molecular aclaratoria de por qué sólo estos seres se resfrían.

BENEFICIOS. La infectividad de algunos de los virus del resfriado común, genéticamente modificados, podría aprovecharse terapéuticamente. Vamos a citar dos de las investigaciones más prometedoras al respecto. La primera de ellas se basa en la relación directa existente entre una enzima (una ATPasa), que regula el flujo de los iones calcio en el músculo cardíaco, y la intensidad del latido cardiaco. Para corregir ciertas patologías cardiacas haría falta que se expresase una mayor cantidad de esa enzima, pero en tales patologías existe una insuficiencia de la misma. Algunas investigaciones en marcha han demostrado las posibles aplicaciones de virus del resfriado común, modificados genéticamente para que no se reproduzcan, pero que poseen en su genoma varias reproducciones insertadas del gen de la ATPasa. Estos virus pueden transportar estas reproducciones hasta las células musculares afectadas que, de este modo, mejoran su fuerza contráctil, superando o corrigiendo la afectación cardiovascular.

La segunda aproximación se enmarca dentro de la lucha molecular contra el cáncer y su relación con la proteína supresora de tumores p53. En muchos tumores cancerosos, concretamente en, al menos, el 50% de todos los cánceres humanos, se encuentra mutada e inactivada la p53. Por otra parte, los adenovirus, como el del resfriado, codifican a otra proteína que es capaz de enlazarse e inactivar a la proteína p53. Asimismo, se ha demostrado que los adenovirus que carecen de esa proteína inactivadora no se pueden reproducir en las células normales (células que poseen las p53 supresoras) pero sí lo hacen, llegando a destruir a la célula huésped, en células tumorales (que carecen de p53 o poseen p53 mutadas). En definitiva, lo que sucede es que ciertos virus del resfriado, genéticamente modificados son capaces de actuar como virus anticáncer, al menos en ciertas situaciones experimentales

investigadas en el laboratorio. Ello es muy esperanzador y los primeros ensayos clínicos, en tumores de cuello y cerebrales, están ya en marcha existiendo bastantes esperanzas de que, antes o después, se alcanzaran avances significativos en este tipo de terapia génica, que actualmente está en sus inicios.

NUEVA RESONANCIA MAGNÉTICA

La Resonancia Magnética usa un campo magnético para inducir fenómenos de resonancias atómicas. Constituye una excelente técnica no invasiva que permite visualizar el interior del cuerpo basándose en los contrastes entre los tejidos corporales ocasionados por las variantes atómicas de los tiempos de relajación o de los "spines". Para incrementar la definición y el contraste, con lo que se aumentará la eficacia de la detección, por ejemplo, de pequeños tumores, se acaba de desarrollar una técnica sensible a las concentraciones de oxígeno existentes en los tejidos. Esta nueva técnica se deriva de la propiedad de los átomos de las moléculas del agua que se conoce con el nombre de IZQC (Intermolecular Zero-Quantum Coherences).

GENÓPOLIS

Prosiguen los esfuerzos franceses por contar en las afueras de París, en Evry, con un "valle genético" o "Genopolis", en el que colaboren laboratorios públicos y empresas privadas en investigaciones y aplicaciones relacionadas con el material genético. Allí ya se encuentra el centro Genéthon cuyos logros han sido espectaculares en el desarrollo de los primeros mapas genéticos existentes. También se ubican los centros nacionales de secuenciación de genomas y el de "tipaje genético". Ahora, el esfuerzo ha corrido a cargo de la región de Esonne que ha financiado el proyecto con 30 millones de francos franceses.

CONTAMINACIÓN

El uso de retardantes ignífugos bromados está muy generalizado en textiles, equipos electrónicos de ordenadores o componentes de los televisores, automóviles, etcétera. Su consumo anual alcanza unas 200.000 toneladas. Una investigación acaba de demostrar que su efecto contaminante puede ser mayor que el supuesto. Concretamente se ha

podido detectar la presencia de restos de dos de sus variedades (bifenilos polibromados y difenil éteres polibromados) incluso en los cuerpos de algunos cetáceos del Océano Atlántico que usualmente viven a grandes profundidades. Ello significa que hasta allí han llegado estos contaminantes, cuya toxicidad y efectos contaminantes son similares a los ya conocidos del DDT o los PCB (Bifenilos policlorados).

LA MISTERIOSA MUERTE DE UN DIOS

17-07-98

Año 324 antes de Cristo. Eran tiempos en los que se decía que "Los dioses son hombres inmortales. Los hombres son dioses mortales". Alejandro Magno había conquistado gran parte de Asia y casi había hecho realidad el sueño de una única monarquía universal. Las ciudades griegas siguen el ejemplo de Atenas, que publica un escueto decreto indicando: "Puesto que Alejandro quiere ser Dios, que lo sea".

Pero el 11 de junio del año siguiente, a los 33 años, moría, en circunstancias misteriosas, el gran Alejandro, cuya figura constituye un ejemplo perfecto de la exacta simbiosis que, en algunas ocasiones, se da entre la historia y la leyenda. Él, que envidiaba a Aquiles, por haber tenido en Homero como cantor de sus proezas, corrió una suerte paralela y sus hazañas constituyen un insuperable conjunto de relatos épicos, situados entre la realidad y el mito.

No es de extrañar que, desde los reyes helenísticos a Napoleón, pasando por los emperadores romanos o por Felipe V de España, hayan sido muchos los gobernantes que han pretendido ser "*un nuevo Alejandro*". Todo lo relacionado con su vida o hazañas sigue interesándonos. Hace unos años, tras las tres novelas históricas de la novelista e historiadora Mary Challans, y su análisis comprensivo sobre la homosexualidad masculina, se levantó la controversia sobre su vida. Hace unos días, el misterio de su muerte ha vuelto a alcanzar actualidad ya que unos informes científicos pretenden haberlo aclarado. Pero antes de referirnos a ello recordemos algunas facetas características de Alejandro Magno.

DIVINIZACIÓN. El proceso de la divinización de Alejandro, a quien se le depararon en vida los honores reservados a los dioses olímpicos, había comenzado en su propio nacimiento. No en vano Olimpia, esposa de Filipo, rey de Macedonia, contaba haber tenido diversas visiones mágicas, llegando a sugerir que en la concepción de su hijo no había sido ajeno el propio dios Zeus.

La culminación tuvo lugar en la primavera del año 331 a. C., año en que fundó una de las 70 ciudades que se le atribuyen, concretamente

la de Alejandría, en el delta del Nilo, en un intervalo entre sus conquistas. Alejandro peregrinó al gran templo y oráculo de Amón-Ra (la traducción egipcia de Zeus). Deseaba ser igual que los primeros faraones egipcios, quienes se consideraban hijos de Amón-Ra. Tras saludar al gran sacerdote Zammon, Alejandro fue admitido a solas ante la propia efigie del dios a la que se le atribuía la posibilidad de moverse, hablar, y aceptar o rechazar los papiros en los que se escribían las preguntas. Alejandro preguntó: "*Decidme, oh Zeus, ¿venceré a mis enemigos?*". Y Amón le contestó "*El imperio del mundo te pertenece. Tu siempre vencerás hasta el día que seas llamado al cielo*". Reasegurado en sus poderes, abandonó el templo y el gran Rey se despidió de Zammon diciéndole: "*Dios es el padre común de todos los hombres, pero por una predilección que deriva de su ser perfecto, elige entre los mortales sólo a los mejores. ¡Sólo ellos pueden proclamarse en verdad hijos suyos!".*

VIDA PORTENTOSA. El rey Filipo de Macedonia, padre de Alejandro, buscó como preceptor de su hijo a la mayor personalidad de su tiempo, Aristóteles, por quien tenía el aprecio mostrado en su ofrecimiento: "*Me alegra el haber tenido un hijo, pero mucho más todavía el que haya nacido en la época que tú vives. Únicamente bajo tu guía podrá él ser digno de la misión que está llamado a cumplir*". Realmente, esa misión fue portentosa. Tras el asesinato de su padre, con 20 años de edad, Alejandro ascendió al trono de Macedonia. En sus restantes 13 años de vida conquistó buena parte de los reinos de la antigüedad, desde la Antigua Grecia hasta la lejana Asia, alcanzando el Indo, en el sur de la India. Ello incluía todos los territorios intermedios, entre ellos Persia, Turquía, Frigia, el actual Oriente Medio y Egipto, extendiéndose también sus dominios a lo largo y ancho de la orilla sur del mar Caspio, con las actuales Afganistán, Beluchistán y, hacia el norte, con el Turquestán ruso o Asia Central.

El carácter valiente y generoso de Alejandro quedó impreso en numerosos episodios que protagonizó: la doma de su caballo Bucéfalo; la "solución" para el nudo gordiano; la renuncia a todos sus bienes, salvo el de la esperanza, cuando en el año 335 a. C. comenzó su expedición contra Darío, rey de Persia; su favorecimiento de las fusiones

raciales; sus muestras de respeto por los vencidos y por las costumbres de los países conquistados. En contrapartida, también fue cruel y despiadado en otras ocasiones. Era notorio su interés por la ciencia, la medicina y la filosofía y su estrategia militar contenía una buena proporción de aplicaciones tecnológicas. Posiblemente, albergaba el grandioso plan de unificar Oriente y Occidente en un sólo imperio, una hermandad ilustrada entre los hombres. Diodoro, el historiador griego del siglo I, creía en su propósito de instauración de una monarquía universal si hubiese vivido más y completado sus conquistas

MUERTE. A principios del año 324 Alejandro había desposado con Estatira, la hija mayor de Darío. Varios meses más tarde muere Hefestión, su amigo favorito, hecho que le sume en una gran tristeza. Los funerales se celebrarán, bastante después, tras la toma de Babilonia. Al día siguiente se siente mal. Con el paso de los días empeora y consultado el oráculo de Serapis el dios contesta con un oráculo de muerte, que se hace realidad al día siguiente, el 11 de junio del año 323 a. C.

Un grupo de científicos, entre ellos historiadores como el prof. Borza de la Universidad de Pennsylvania, y especialistas en enfermedades infecciosas como el Dr. Oldach, de la Universidad de Maryland, acaban de descubrir la causa de la hasta ahora misteriosa muerte del gran Alejandro Magno. El trabajo se ha publicado en uno de los últimos números de la prestigiosa revista **New England Journal of Medicine**. Los relatos históricos indican que su cuerpo no se había deteriorado tras varios días después de su muerte y que durante la semana previa a ella sufrió escalofríos, sudores, agotamiento y fiebre alta, todo lo cual señala hacia una enfermedad infecciosa. También se ha descubierto que sufrió grandes dolores abdominales que le hacían gritar en su agonía. Todos estos síntomas y otros más les han llevado a la conclusión de que el gran Rey murió víctima de una fiebre tifoidea. Al no ser tratadas adecuadamente ello condujo a una perforación intestinal, razón para sus intensos dolores abdominales. Otra complicación posible de las fiebres tifoideas es la denominada parálisis ascendente, una condición neurológica que comienza en los pies y va ascendiendo, paralizando los músculos y reduciendo la respiración. Ello

puede provocar que una persona parezca muerta, aunque aún no lo esté. Alejandro pudo permanecer en ese estado durante unos pocos días antes de que tuviese lugar su muerte real, lo que confundió a sus cortesanos que le creían muerto.

La tumba de oro del gran Rey aún permanece sin descubrir, una obstinada misión que pretende realizar un equipo de arqueólogos griegos, en tierras egipcias. Cuando ello ocurra, sin duda, podremos conocer más detalles de la vida y la muerte del gran Alejandro Magno.

ARTRITIS

Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) que actualmente se prescriben contra la osteoartritis o la artritis reumatoide inhiben a las dos clases de enzimas ciclooxigenasas COX-1 y COX-2, participantes en la síntesis de prostaglandinas. La inhibición de COX-2 explica sus efectos antidolorosos y antiinflamatorios, pero la inhibición de COX-2 desprotege al riñón y al estómago. Antes de finales de año se comercializará una nueva "superaspirina" con los efectos favorables, pero sin los desfavorables de los AINE. Se llamará CELEBRA y podrá servir de gran alivio a ese 40% de personas mayores de 65 años que sufren esas patologías.

EJERCICIO

El "colesterol malo" se relaciona con las lipoproteínas de baja densidad (LDL). ¿Qué relación existe entre el ejercicio y los altos niveles perjudiciales de LDL? En la revista *ARTERIOSCLEROSIS* del presente mes una investigación demuestra que el ejercicio regular de moderada intensidad hace bajar los niveles de LDL y sus formas peores, las oxidadas. Por el contrario, el ejercicio de alta intensidad resulta perjudicial. Estos efectos son más intensos en los varones que en las hembras.

RAYOS CÓSMICOS

Hace algún tiempo un equipo investigador de astrofísicos israelitas propusieron la teoría de la radiación cósmica, que postula que las masivas destrucciones de especies, que se sabe ocurrieron en la historia de la Tierra, fueron ocasionadas por grandes chorros de radiaciones cósmicas, sobreviviendo sólo las especies más protegidas terrestre o marítimamente. Ahora acaban de ampliar su teoría en el sentido de explicar que tras esas catástrofes la radiación cósmica aumentada también ayudó al desarrollo de nuevas especies debido al incremento de mutaciones genéticas que provocaron. Los grandes chorros de radiación

cósmica se producen en las colisiones y destrucciones de las estrellas y las galaxias.

EL FUTURO ES BORROSO

24-07-98

En 1950 el gran filósofo galés Bertrand Russell recibió el Premio Nobel de Literatura. Pero, sin duda, sus aportaciones más importantes e imperecederas son las encuadradas dentro de la filosofía y de la lógica matemáticas. A principios de siglo Russell se interesó por la vieja paradoja griega del cretense que afirmaba que todos los cretenses mienten. En tal caso, ¿miente el cretense? Si miente al hacer la afirmación, entonces no está diciendo la verdad, es decir, no miente. Pero si no miente, está diciendo la verdad, es decir, miente.

La contradicción del cretense es evidente: su enunciado, simultáneamente, resulta ser cierto y falso. Pero, aunque lo parezca, este ejemplo no es una simple paradoja. Sus derivaciones actuales marcan multitud de procesos industriales, informáticos o económicos. En realidad esta paradoja se relaciona con el mismo corazón de la teoría de conjuntos y de la lógica moderna. El mismo Russell ya encontró otra paradoja semejante en la teoría matemática de los conjuntos. El conjunto de todos los conjuntos es, a su vez, otro conjunto, por lo que sería miembro de sí mismo. Pero, si pensamos, por ejemplo, en el conjunto formado por todas las naranjas, no sería un miembro de sí mismo, ya que sus miembros son naranjas y no conjuntos. Entonces Russell se preguntó ¿es el conjunto de todos estos conjuntos, que no son miembros de sí mismos, un miembro de sí mismo? Si lo es, no lo es, pero si no lo es, entonces lo es. Nuevamente la paradoja contradictoria.

ARISTÓTELES Y LOS ORDENADORES. Intentaremos aclarar este embrollo, es decir, la contradicción existente entre la lógica clásica y la lógica borrosa o difusa. El origen de sus diferencias radica en lo que Aristóteles expuso como *ley del tercio excluso*. Lo usual en la teoría de conjuntos es que un objeto cualquiera pertenezca a un conjunto o bien no pertenezca a él, sin términos medios posibles. Así, una persona a la que le falta un brazo pertenece al conjunto de los mancos y no pertenece al conjunto de los no mancos. O el número 4 forma parte del conjunto de los números pares, pero en absoluto del de los números

impares. Un objeto no puede pertenecer simultáneamente a un conjunto y a su complementario.

El funcionamiento de los ordenadores se basa en este tipo de lógica. El "razonamiento" de un ordenador consiste en tratar con situaciones concretas y precisas que se corresponden a la disyuntiva verdadero / falso, a través de un lenguaje binario consistente en series de unos y ceros. Pero al cerebro humano no le basta con esta lógica tradicional, sino que utiliza expresiones más inciertas e indeterminadas que incluyen juicios de valor: "*esta naranja está bastante jugosa*", "*la subida de la bolsa está siendo relativamente elevada*", "*este joven está suficientemente preparado*" o "*ayer hizo un día fresco y hoy es caluroso*".

LA LÓGICA BORROSA. La Inteligencia Artificial pretende construir sistemas capaces de realizar las mismas funciones que caracterizan al pensamiento humano mientras que los Sistema Expertos son aplicaciones informáticas que adoptan decisiones o resuelven problemas de índole variada (industriales, económicos, tácticos, médicos), utilizando los conocimientos y las reglas analíticas definidas por los expertos en esos campos. El nexo de unión entre la Inteligencia Artificial y los Sistemas Expertos es la lógica borrosa. Mediante la lógica borrosa la Inteligencia Artificial se aplica a los ordenadores a fin de transformar el blanco / negro de la lógica ordinaria hasta los tonos de grises que caracteriza nuestra percepción de un mundo que es incierto.

La lógica clásica no tenía contestación para la paradoja del cretense. Para la lógica borrosa sí la hay: el cretense es un 50% veraz y un 50% mentiroso. Algo puede ser simultáneamente una porción de verdadero y la porción complementaria de falso. Fue el lógico polaco Jan Lukasiewick quien, a principios de siglo, desarrolló los principios de la que se denominó lógica multievaluada o lógica borrosa. Los enunciados de esta lógica pueden poseer valores fraccionarios situados entre el 0 y el 1 de la lógica binaria. Otro gran protagonista de esta teoría fue el matemático de origen austriaco Karl Meyer, quien había realizad, además, grandes aportaciones a la geometría, a la economía matemática, a la ética racionalista e, incluso, a la lógica deóntica. En 1951 publicó unos artículos en los que introdujo una serie de conceptos

pioneros para la teoría de los conjuntos borrosos. El tercer gran protagonista científico es el actualmente profesor emérito de la Universidad de California, Lofti A. Zadeh, con su publicación FUZZY SETS (Conjuntos borrosos), que marcó un hito, sirvió de bautizo para esta disciplina borrosa e incluyó a la lógica tradicional como un caso particular de la borrosa.

CONJUNTOS BORROSOS. A los conjuntos borrosos, pues, sólo se pertenece en parte. Sus bordes están difuminados, por lo que la condición de pertenencia no es un escalón sino una curva. La condición más obvia es que la suma de los grados de pertenencia de un objeto a conjuntos complementarios debe ser la unidad. Por ejemplo si el aire de una habitación con acondicionador nos parece fresco en un 80% es porque debemos considerarlo como no fresco en un 20%.

El gran éxito de la lógica borrosa, plasmada en forma de desarrollos matemáticos, ha sido el de su aplicación, ya que está resultando ser muy útil para modelar infinidad de sistemas continuos: físicos, biológicos, ingenieriles, económicos, industriales, etcétera, lo que se traduce en la construcción de electrodomésticos "inteligentes" (lavadoras, frigoríficos, acondicionadores), supervisión eficaz de multitud de procesos de manufactura e industriales, e, incluso, en la perfecta y más económica conducción de trenes y metros sin conductor. Hace siete años los responsables industriales japoneses ya calculaban que la categoría **Productos Borrosos** superaba en su país los dos mil millones de dólares, cantidad que se ha incrementado enormemente con la incorporación a esta filosofía de muchas empresas de Estados Unidos y Europa. Y es que, para resolver los problemas, los modelos de sentido común, borrosos, resultan ser mucho más útiles que los matemáticos normales. Por ello, en la próxima colaboración consideraremos algunos de los ejemplos más llamativos de la aplicación de la lógica borrosa. Y, sin duda, al futuro, en muchos de sus aspectos, podemos considerarlo cada vez más borroso.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Un equipo investigador dirigido por el Dr. Jerry McLaughlin de la Universidad de Purdue, en Indiana, ha encontrado que los aguacates en maduración poseen hasta tres compuestos químicos, estructuralmente relacionados entre sí, que son capaces de matar a las células cancerosas en cultivo y son especialmente potentes contra el cáncer de próstata. Las tres moléculas poseen también fuerte actividad pesticida, que en uno de los casos supera la del conocido pesticida rotenona. Está previsto iniciar las investigaciones sobre el posible uso clínico de estos compuestos.

ALZHEIMER

Se está celebrando en Amsterdam la 6ª Conferencia Internacional sobre la Enfermedad de Alzheimer. De las nuevas aportaciones destacamos dos. La primera consiste en el descubrimiento de una nueva mutación genética (que codifica a la proteína A2M o alfa-2 macroglobulina), lo que posibilitará el desarrollo futuro de nuevas estrategias terapéuticas. La segunda noticia procede de la empresa JANSSEN RESEARCH, filial de JOHNSON & JOHNSON, indicando los buenos resultados de las pruebas sobre un medicamento, la galantamina, capaz de enlentecerr el proceso de la enfermedad. Se comercializará con el nombre de REMINYL y actúa inhibiendo la enzima acetil colinesterasa y, simultáneamente, liberando más acetilcolina.

CLONACION DE MAMÍFEROS

En el último número de la revista ***NATURE***, científicos de la Universidad de Hawai, utilizando la técnica que denominan Honolulú, relatan lo que constituye la primera prueba reproducible de la clonación de mamíferos (ratones), a partir de células desarrolladas. Han sido capaces de lograrlo, con éxito, a lo largo de tres generaciones, obteniendo hasta 50 ratones clónicos idénticos. Ello demuestra claramente que el caso de Dolly no fue un artefacto o accidente, sino que los mamíferos pueden ser clonados reproduciblemente. Es más, los científicos hawaianos han conseguido un alto porcentaje de éxitos: hasta el 3% de todos los intentos finalizaron en la obtención de ratones clónicos viables. La

empresa biotecnológica PROBIO AMERICA INC. ha financiado estas investigaciones y ha patentado las tecnologías utilizadas.

APLICACIONES DE LA LÓGICA BORROSA

31-07-98

Hace ya algún tiempo se celebró en Kobe, Japón, un Congreso Internacional sobre Células Pigmentadas al que nuestro grupo de investigación había sido invitado para presentar unas ponencias. Lo que, de modo más llamativo nos impresionó no fue ningún templo exótico japonés, sino que el Metro que nos trasladaba desde el centro de la ciudad al Palacio de Congresos no tenía conductor humano, aunque era conducido inteligentemente.

¿Qué significa que un sistema artificial actúe inteligentemente, con los esquemas de la Inteligencia Artificial? Que no lo hace con la forma binaria verdadero / falso, sino de un modo parecido al razonamiento humano, con reglas de la forma "*si...., entonces...",* usando los principios, que en la divulgación de la semana pasada exponíamos, como propios de los conjuntos borrosos. La lógica borrosa o difusa transforma entradas en salidas, un conjunto borroso en otro. Las reglas de un conjunto borroso definen un conjunto de zonas que se solapan entre sí, relacionando una serie completa de entradas con otra serie completa de salidas

Ello se consigue aplicando los Sistemas Expertos, que utilizan la información previamente suministrada por expertos en cada campo concreto. De este modo, el sistema funciona flexiblemente en respuesta a las situaciones concretas tales como serían, en el caso del Metro, las variaciones en el número de viajeros, las condiciones del trayecto, las características de las vías, los imprevistos, etcétera. En realidad, la primera aplicación práctica de la lógica borrosa ya tuvo lugar en 1973, cuando el científico británico Ebrahim H. Mamdani inventó un controlador borroso para un motor de vapor controlado por 24 reglas. Pero el primer éxito espectacular japonés de la aplicación de la lógica borrosa se situó unos años después, con el Metro de la ciudad japonesa de Sendai.

METRO DE SENDAI. El proyecto era difícil, ya que un Metro es un sistema que funciona en tiempo real y, por tanto, los sistemas de control deben regular los cambios no sólo en el momento de producirse sino anticipándose a ellos. El tema fue abordado por los investigadores Shoji Miyamoto y Seiji Yasunobu y el 15 de julio de 1987 tuvo lugar la inauguración. La conducción resultó ser más suave que cualquier otra previamente conocida controlada, humana o mecánicamente. La precisión de la frenada fue de 7 cm, mientras que la realizada por un conductor suele superar los 20 cm. Las aceleraciones y desaceleraciones resultaron ser mucho más suaves. El número de cambios de marcha se redujo a un tercio de los de la conducción humana o de los controlados informáticamente por sistemas no borrosos. Todo ello redundó, además, en un ahorro del 10% de energía. No es de extrañar que pronto el Ayuntamiento de Tokio contratase a Hitachi para que instalase sistemas borrosos de control en buena parte de la gran red del Metro de Tokio.

Tampoco fue ilógico el que en Japón, hacia 1988, se produjese una especie de "boom" de la lógica borrosa. En consecuencia, actualmente más de cien empresas, entre ellas muchas de las mayores, realizan investigación y desarrollo en estos campos, con miles de patentes realizadas, de las que, aproximadamente, un millar están en explotación.

CHIPS BORROSOS. Los productos borrosos ejecutan algoritmos borrosos de inferencia. Para ello usan sensores que miden las condiciones de entrada variables, así como microprocesadores especiales diseñados para almacenar y procesar las reglas borrosas suministradas por los Sistemas Expertos. El primer circuito digital borroso se produjo en 1985 en los laboratorios AT&T BELL. Procesaba unas 80.000 inferencias lógicas borrosas por segundo. Diez años después la capacidad se había multiplicado por un factor de 30.

La mayoría de las empresas de microprocesadores investigan el desarrollo de circuitos borrosos, aunque una buena parte de los productos ofrecidos comercialmente siguen basándose en microprocesadores corrientes a los que los ingenieros programan con unas pocas líneas de códigos de inferencia borrosa. A pesar de ello, el

mercado mundial de los microprocesadores borrosos alcanza cuantías superiores a los miles de millones de dólares anuales.

En cualquier caso, las reglas de los sistemas borrosos, su dependencia de instrucciones confeccionadas por expertos, constituye su punto débil. Para automatizar el proceso se intentan construir sistemas adaptativos basados en las conocidas como **redes neuronales artificiales** que puedan llegar a ser capaces de afinar, o incluso formular, las reglas iniciales. Constan de "neuronas" y "sinapsis" (componentes de silicio o ecuaciones escritas en soportes lógicos), que simulan el comportamiento neuronal, modificándose los valores en respuesta a los estímulos procedentes de sinapsis y neuronas circulantes, de modo que cada "neurona" procesa todas las señales de entrada procedentes de otras "neuronas" y emite una señal en forma de respuesta numérica.

APLICACIONES. Las aplicaciones de los **sistemas borrosos inteligentes** se han ido haciendo innumerables, en cualquier campo que consideremos. Así, a partir de 1975, en Europa se desarrollaron sistemas de control borroso, iniciados con una planta de agua caliente en Holanda, sistemas intercambiadores de calor en Dinamarca, o una planta de sinterización para la BRITISH STEEL Co. en el Reino Unido. También en Dinamarca el científico Holmblad desarrolló un sistema de control borroso para un horno cementero que constituyó el primer gran éxito industrial al ahorrar combustible y mejorar a los operadores humanos. Desde 1982 se pudo aplicar un lenguaje especial de programación numérico sustitutivo de las previas reglas lingüísticas de control, con lo que el proceso se aplicó a centenares de instalaciones industriales.

En Japón, la **ingeniería borrosa** se hizo realidad con el control de una planta de purificación de agua, para la compañía FUJI ELECTRIC, en 1982. Otro hito fue el desarrollo de un robot (un automóvil en miniatura) con capacidad de reconocimiento del habla y de comprensión, adaptando las instrucciones "con sentido común", a las condiciones concretas de la conducción. En 1988 se lanzó el primer producto borroso mundial de consumo: un aparato para regular a voluntad la temperatura de salida del agua de un grifo con suministro de agua fría y caliente. Las válvulas correspondientes obedecen a un

controlador borroso, un microprocesador de 4 bits, que determina la temperatura y flujo de salida en respuesta a un mando manual exterior.

Actualmente existen todo tipo de instrumentos, máquinas y procedimientos controlados borrosamente, adaptándose "inteligentemente" a cada situación particular: acondicionadores de aire, frigoríficos, lavadoras / secadoras, aspiradoras, hornos microondas, mantas eléctricas, ventiladores, autoenfoques fotográficos, estabilizadores de imágenes en grabadoras de vídeo, transmisiones de automóviles, suspensiones activas, controles de ascensores, dispensadores de anticongelantes para los aviones en los aeropuertos, sistemas de toma de decisiones industriales o económicas, y un largo etcétera en el que se incluye hasta un helicóptero no tripulado, cuyo prototipo, de más de 4 m. de envergadura ha sido capaz de mejorar al convencional, consiguiendo su estabilización tras perder una pala, cosa que ningún piloto humano ha logrado jamás.

Una vez más la experiencia nos demuestra, pues, como un concepto inicialmente básico, tan abstracto como el de los conjuntos o la lógica borrosa, puede convertirse, en relativamente poco tiempo, en aplicaciones útiles para nuestra vida diaria y el progreso de la humanidad.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

No existen dietas ni tratamientos antiobesidad milagrosos, pero según publican unos científicos en la revista médica *LANCET*, algunas ayudas pueden ser muy positivas al respecto. En este caso se trata de la sustancia *orlistat*, que comercializará Roche con el nombre de Xenical. Su efecto es el de inhibir la enzima lipasa pancreática, por lo que las grasas presentes en la dieta no se hidrolizan y se dificulta la correspondiente absorción intestinal, eliminándolas, en gran parte, con las heces. En las pruebas realizadas, junto con una dieta hipocalórica controlada, se han conseguido pérdidas de peso mensuales sostenidas de un kilo y la reducción la concentración del "*colesterol malo*".

ENCONTRADO EL SOHO

El SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) es un satélite observatorio solar conjunto construido por la NASA y de la Agencia Espacial Europea que se lanzó en 1995 para estudiar el Sol y que, desde entonces, ha proporcionado datos muy valiosos. El pasado 24 de junio se perdió el contacto con el satélite. Ahora se acaba de localizar y el problema se ha identificado en sus paneles solares que se han desalineado y no le proporcionan energía. Aunque no se ha restablecido la comunicación se tiene la esperanza de que aún sea posible solucionar el problema y que el observatorio vuelva a ser operativo.

AVIÓN SOBRE MARTE

La idea de que un pequeño avión no tripulado pueda volar sobre Marte en los próximos años no es descabellada. La NASA está estudiando 29 proyectos al respecto y el próximo noviembre espera tomar la decisión final. El MAGE (Mars Airborne Geophysical Explorer) sobrevolaría durante unas tres horas, con un recorrido de unos dos mil kilómetros, el Valle Marineris de Marte, una especie de Gran Cañón de ese planeta. El MAGE, con un peso total de sólo 150 kilos, 10 CV de potencia y una envergadura de 10 metros, irá dotado de un gran número de instrumentos destinados a investigar los orígenes y la evolución del Cañón. El viaje hasta Marte lo realizará en un cohete Boeing Delta.

IMAGENES MEDICAS: DE LOS RAYOS X A LA LUZ

04-09-98

Pablo Artal, Catedrático de Óptica del Departamento de Física de la Universidad de Murcia.

Un objetivo común de la Física, la Ingeniería y la Medicina en las últimas décadas es el desarrollo de técnicas que proporcionen mejores imágenes del interior del cuerpo humano de forma no invasiva. Los sistemas de diagnóstico por imagen se han convertido, desde la generalización de los rayos X, en unos aliados fundamentales del médico, evitándoles a los enfermos la realización de penosas pruebas de diagnóstico invasivo.

Ejemplos de técnicas de este tipo que se utilizan con éxito en la actualidad son la resonancia magnética nuclear, la tomografía computerizada o la tomografía de emisión de positrones. Dos características que buscan los investigadores que desarrollan nuevas técnicas para obtener imágenes del interior del cuerpo humano son la máxima inocuidad para el paciente, con los mínimos efectos laterales, y la posibilidad de obtener imágenes funcionales, es decir, que informen sobre que zonas del área analizada realizan una determinada función.

ALTERNATIVAS. En particular, las imágenes funcionales del cerebro son especialmente atractivas porque ilustran qué partes están activadas cuando el sujeto realiza una tarea determinada, desde mirar unas figuras coloreadas hasta pensar en sus pasadas vacaciones. Por otro lado, desde un punto de vista práctico, el precio y el tamaño de los equipos, pensando en su portabilidad, son otros requerimientos de los sistemas de diagnóstico por imagen que también deben considerarse.

Aunque las técnicas de imágenes no ópticas antes mencionadas están bien establecidas y seguirán siendo de gran utilidad, en el futuro se contará con una interesante alternativa: las técnicas de imágenes ópticas, que utilizan luz para iluminar la parte del cuerpo en estudio. Entre las ventajas que presentan se puede señalar el pequeño tamaño de las fuentes de luz, lo que hará los sistemas suficientemente compactos

como para llevarlos hasta el paciente y no lo contrario, como normalmente sucede ahora. Además, la gama de colores de la luz permitirá analizar el contenido de diversas sustancias en la zona de observación, sin necesidad de usar agentes de contraste químicos o radiactivos como las técnicas actuales.

A pesar de estas potencialidades, parece extraño que puedan obtenerse imágenes del interior del cuerpo en zonas tan aparentemente opacas a la luz como el cráneo o el pecho. Pero lo cierto es que el cuerpo humano es ligeramente transparente a la luz. Tanto es así, que al interior de la cabeza, en un día soleado, penetra luz suficiente para leer este periódico, lo que sin duda es un ejemplo sorprendente. No lo es tanto si se piensa en la experiencia común de iluminar por detrás los dedos o las orejas, que aparecen translúcidos en tonos rojizos, lo que indica que es precisamente la luz roja e infrarroja la que más penetra en los tejidos.

AVANCES. Las técnicas simples de hacer imágenes ópticas por transiluminación se han utilizado desde antiguo para detectar algunos tipos de cáncer, pero su resolución y precisión para el diagnóstico era muy pobre. Sin embargo, en los últimos años la investigación en esta área está produciendo tal número de avances que es de esperar que, en un futuro próximo, las imágenes con luz complementen a otras técnicas y puedan incluso evitar biopsias quirúrgicas, detectando si un tumor es maligno o benigno por sus propiedades ópticas.

Una de las dificultades de las técnicas ópticas es precisamente el alto grado de opacidad de los tejidos a la luz. Cuando un tejido se ilumina, solo una parte de la luz en un millón penetra lo suficiente, mientras que el resto se absorbe o dispersa. Esto hace el problema de hacer imágenes de objetos en el interior de los tejidos similar a hacer una foto de un letrero distante en un día de niebla muy espesa, pretendiendo leer después las letras más pequeñas. Sin embargo, las técnicas de detección son cada vez más sensibles y capaces de capturar los pocos fotones (llamados balísticos) que consiguen atravesar los tejidos sin desviarse de su trayectoria y que son los que llevan la información sobre los objetos ocultos. Esto comienza abrir las puertas a todas las ventajas de la luz para hacer imágenes muy seguras y con

mucha información del interior del cuerpo humano. Otro de los problemas de usar luz ha sido la baja resolución alcanzada, es decir, que sólo era posible detectar objetos de tamaño relativamente grande, y por lo tanto las estructuras más pequeñas permanecían ocultas, limitando la utilidad de estos métodos ópticos para la detección precoz y fiable.

AVANCES. Sin embargo, se están logrando avances muy importantes. Por ejemplo, un grupo de investigadores en Boston ha conseguido, recientemente, mediante una técnica que usa luz, denominada tomografía óptica coherente, detectar objetos de tan sólo centésimas de milímetro ocultos en el interior de tejidos humanos, lo que es significativamente más pequeño que los detalles que pueden apreciarse con resonancia magnética o ultrasonidos.

Estos avances hacen pensar que en un futuro las técnicas ópticas se emplearán de forma rutinaria como potentes herramientas de diagnóstico. Se utilizarán equipos portátiles, y entre otras posibilidades identificarán tumores o proporcionarán información durante las intervenciones quirúrgicas lo que permitirá evitar posibles errores en tiempo real. Al igual que otros campos ya están siendo, pacífica y silenciosamente, invadidos por sistemas y técnicas ópticas, los métodos de diagnóstico por imagen en medicina también parece que bien pronto lo serán, para beneficio de los potenciales usuarios.

CÁNCER DE PRÓSTATA

Por sexto año consecutivo el Memorial Sloan-Kettering Cancer Center ha sido considerado la mejor institución del cáncer en EE.UU. En el número de septiembre del *JOURNAL OF THE NATIONAL CANCER INSTITUTE*, uno de sus grupos investigadores demuestra que existen, al menos, dos formas diferentes de cáncer de próstata, con diferentes grados de agresividad y que la hiperplasia benigna de próstata no actúa como una forma precursora del desarrollo posterior del cáncer de próstata. Todo ello está relacionado con la proteína p27. Esta proteína fue descubierta anteriormente en ese Instituto y se clasifica dentro de las llamadas inhibidoras de ciclo celular, o supresora de tumores. Los tejidos prostáticos normales poseen abundancia de esa proteína. En el caso de los cánceres prostáticos, existe una mayor carencia de la proteína supresora de tumores p27 conforme el cáncer sea más agresivo.

MEJOR HANDICAP PARA GOLFISTAS

Se está experimentando un nuevo y mejor material para hacer los extremos de los palos de golf, que podrá significar un incremento en los rendimientos obtenidos por los jugadores de este deporte. La nueva aleación metálica, conocida como "metal líquido", posee una estructura similar a la del vidrio, en el sentido de que es muy fuerte en relación con su peso, así como es extremadamente dura. Al chocar contra la pelota del golf, absorbe menos energía que los materiales convencionales por lo que se transmite más energía del "swing" a la pelota y ésta logra mayores recorridos. Asimismo, las propiedades de la aleación hacen que el golpe parezca más suave, tal como se indica en el número de septiembre de la revista *MATERIAL WORLD*, publicada por el INSTITUTE OF MATERIALS, que agrupa a 18.000 científicos e ingenieros de esta rama en Europa.

PLANTAS TRANSGÉNICAS PROMISCUAS

Los conservacionistas se oponen al desarrollo comercial de las plantas transgénicas. Pero los peligros no radican en ciertos peligros, clasificables como de ciencia-ficción, que algunos esgrimen. El peligro real es que los genes insertados a las plantas transgénicas para que, por ejemplo, sean resistentes a los herbicidas, pueden ser tranferidos a

otras variedades vegetales genéticamente próximas, con lo que, al contrario de la finalidad perseguida, se pueden producir nuevas formas de hierbas indeseables, más resistentes, que hagan necesario el desarrollo de nuevos herbicidas más potentes. La Dra. Joy Bergelson así lo ha demostrado en algunos casos de plantas hasta ahora consideradas como exclusivamente autopolinizantes. Sus resultados se publican en el último número de la revista *NATURE*. Un peligro sería, por ejemplo, que genes de resistencia a un herbicida insertados en las plantas de maíz, pasen a ciertas clases concretas de otras hierbas forrajeras, que se convertirían en resistentes al herbicida, extendiéndose con facilidad, compitiendo por el agua y los nutrientes que necesitan las cosechas.

BACTERIAS CONTRA LAS MINAS TERRESTRES

11-09-98

Se estima que, diariamente, unas 800 personas son gravemente heridas o muertas como consecuencia de la activación de alguna mina terrestre antipersonal. Desde que la fallecida princesa Diana se interesó por el tema, éste se ha hecho más popular, aunque su dramatismo es bien conocido desde hace mucho tiempo, desde que hace unos 50 años se extendió el uso masivo de tales minas.

Se calcula que existen en total unos cien millones de minas enterradas, abandonadas, tras conflictos como los de Afganistán, Angola, Camboya, Iraq o Bosnia. Hay vastos campos de minas en Georgia, Armenia, Arzebaiyán o Tadyiskistán y, por ejemplo, quedan unos dos millones de minas en las zonas arrasadas por la guerra en el territorio de la ex-Yugoslavia. Las minas matan 10 veces más civiles inocentes, que soldados. Las heridas que producen, frecuentemente exigen la amputación de miembros y los más perjudicados suelen ser los refugiados que retornan a su antiguo hogar en las zonas devastadas.

EL PROBLEMA. En diciembre de 1993 las Naciones Unidas aprobaron una resolución no vinculante prohibiendo las minas terrestres. Y, aunque existe un reciente tratado internacional sobre prohibición de las minas terrestre su eliminación definitiva es un problema más complicado. Las minas terrestres son pequeños dispositivos explosivos situados bajo la superficie de los terrenos. Se construyen de metal, plástico, vidrio o madera y la explosión se activa mediante mecanismos retardadores o por contacto con un alambre detonador. Las minas antipersonas suelen contener cargas de TNT que van desde los 100 gramos a los 2000 gramos.

Dejando aparte otras consideraciones, la principal dificultad de la eliminación de las minas terrestres es la económica. Mientras que la construcción y colocación de una mina terrestre puede costar menos de 3.000 pesetas. su detección y eliminación son complejos, con una relativa falta de eficacia y necesitan una gran cantidad de mano de obra, por lo que el costo medio unitario de su eliminación supera las 150.000 pesetas, sea cual sea el método que se utilice para ello. Entre estos

procedimientos, los más populares consisten en la utilización de largas bayonetas, por parte de personal debidamente protegido, que se introducen en el suelo para localizar las minas, tras lo cual, éstas se extraen cuidadosamente. La principal limitación del uso de detectores de metales es que son "ciegos" ante las minas construidas con materiales plásticos, vidrio o madera. Y el hacer recorrer los campos minados, para hacerlas explosionar, con el concurso de vehículos adecuados o con el de diversos animales presentan inconvenientes evidentes, de costo o de crueldad, respectivamente.

Aparte de la presión internacional que se pueda y deba hacer en la lucha contra las minas terrestres, su uso se haría obsoleto si se descubriese algún método que hiciese que su eliminación fuese menos costosa que su colocación. ¿Es ello posible? La Ciencia y, en concreto, la Biotecnología puedan abrirnos pronto una puerta de esperanza.

POSIBILIDADES. Para conseguirlo, aparte de otras muchas investigaciones en curso, las dos que vamos a comentar hoy presentan un gran interés. En ellas participan muy activamente varios equipos científicos americanos. La primera aproximación es la de tipo químico y la segunda es de naturaleza biológica.

La química se está realizando bajo la supervisión del investigador Ronald Woodfin en los prestigiosos SANDIA NATIONAL LABORATORIES, en Nuevo Méjico. Para ello, están desarrollando minúsculas partículas ahuecadas de silicio, que contienen mezclas apropiadas de las sustancias químicas detectoras que, al contacto con el TNT, reaccionan y producen un brillo detectable. *A priori*, uno de los inconvenientes de este método es el posible efecto contaminador sobre las aguas y los suelos de las sustancias químicas utilizadas.

En la aproximación biológica colaboran dos equipos. El primero de ellos pertenece al SAVANNAH RIVER TECHNOLOGY CENTER, en Carolina del Sur, dirigido por el biólogo Carl Fliermann, con la misión principal de buscar en la Naturaleza, entre los millones y millones de bacterias existentes, en su mayor parte aún no caracterizadas, aquellas que sean las más adecuadas. El segundo equipo científico pertenece al OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, en Tennessee, siendo su portavoz el Dr.

Robert Burlage, Su misión es la de modificar genéticamente, por técnicas biotecnológicas, a las bacterias escogidas.

LA DETECCIÓN. La bioluminiscencia es un fenómeno biológico bien estudiado mediante el cual ciertos organismos utilizan la forma de energía química por excelencia, la de la hidrólisis de las moléculas de ATP ("la moneda energética" de los seres vivos), que sirve para activar a ciertos sustratos, y al volver al estado natural desactivado la energía acumulada se emite en forma de fluorescencia, como luz de una longitud de onda que le hace ser detectable. Se conocen las enzimas y sustratos que catalizan este proceso (luciferina; luciferasa), y se han aislado y clonado los genes correspondientes. Por ello, la existencia de bacterias bioluminiscentes, naturales o modificadas genéticamente para conseguirlo, es un hecho biológico normal.

Por otra parte, también se conocen a otras bacterias que son capaces de "alimentarse" de TNT para obtener su energía metabólica. Sumando ambas características, el consumo de TNT y la fluorescencia, nos encontraríamos cerca de la solución ideal. Se podrían adicionar ambos efectos y conseguir que el TNT activase a los genes de la fluorescencia. Los actuales métodos biotecnológicos han permitido hacerlo así, utilizando unas bacterias *Pseudomonas* "comedoras" de TNT a las que se les han insertado los genes luminosos procedentes de ciertos peces bioluminiscentes. Ello puede posibilitar los cultivos masivos y baratos de tales bacterias que podrían esparcirse sobre los terrenos contaminados sospechosos. Serían capaces de detectar las partículas de TNT, aún en el rango de una en mil millones. En unas pocas horas se produciría suficiente fluorescencia para, con un detector de radiaciones UV, detectar las zonas de acumulación de radiación, es decir, de la existencia de TNT, y de la mina terrestre, facilitando su extracción y destrucción. Por otra parte las bacterias restantes esparcidas sobre el terreno se cree que morirían, al cabo de dos o las radiaciones solares.

Todavía queda mucha investigación por hacer y muchas complicaciones y dudas por resolver, pero la situación actual es la de que ya se está preparando la primera prueba práctica del procedimiento. Se hará en un terreno adecuado, situado en Carolina del Norte, previamente sembrado

con algunas minas. Para la prueba se escogerá una noche oscura de luna nueva, para facilitar la detección de la fluorescencia, aunque posteriormente se espera contar con equipos detectores que puedan operar a plena luz del día.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Son bien conocidos los beneficios cardiovasculares derivados del consumo de los "*ácidos omega-3*", que son ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en el pescado y aceite de pescado. Ahora, tres importantes investigaciones extienden sus efectos a la lucha contra ciertos desórdenes psiquiátricos. La primera de ellas ha demostrado que alivian los síntomas de los desórdenes bipolares (maníaco-depresivos). El segundo estudio se concretó en el aceite EPA (eicosapentanoico), que obtuvo mejoras del 25% en el tratamiento de esquizofrenias, comparado con los controles. En la tercera, también el EPA ayudó sensiblemente a luchar contra las tendencias suicidas de pacientes que previamente habían sufrido ya algún intento de suicidio.

MILDIU DE LA PATATA

Hace unos 150 años la enfermedad fúngica del mildiu de la patata destruyó las plantaciones europeas, muriendo de hambre millones de personas. Ahora, se alerta de su extensión, por todo el mundo de nuevas cepas agresivas del hongo culpable, el *Phytophtora* infestan, que se ha hecho, además, resistente al metalaxyl, que es el único fungicida conocido que controlaba la infección. EL CENTRO INTERNACIONAL DE LA PATATA, con sede en Lima, está auspiciando el desarrollo de nuevas variedades de patata que sean resistentes al mildiu. En Méjico ya se han conseguido algunos resultados muy positivos al respecto.

UN MUNDO DE ANCIANOS

De acuerdo con las tendencias demográficas actuales, en los países más desarrollados, con bajos índices de natalidad, el porcentaje de personas mayores de 60 años pasará desde el 22% actual hasta más del 35% en el año 2025. ¿Significará ello la quiebra económica de los servicios sociales? Dejando aparte otros factores, es esperanzador que, en los pasados 15 años, en los EE. UU, los índices de incapacitación de los ancianos hayan disminuido, esperándose que esta tendencia continúe si, como es esperable, también disminuyen, debido a los avances médicos, los porcentajes de las enfermedades crónicas no mortales, como la artritis, migrañas, osteoporosis, depresión, etcétera.

ASPIRINAS CONTRA EL SÍNDROME DE LYNCH

18-09-98

Tras más de cien años de su descubrimiento y uso, la aspirina, el ácido acetilsalicilíco, sigue sorprendiéndonos. Una reciente investigación sugiere que la aspirina también puede ser un quimioprotector útil en un cierto número de casos de cánceres de colón hereditario, en particular el síndrome de Lynch. Los resultados son preliminares, por lo que no deben llevar a esperanzas precipitadas, pero abren una nueva vía para tratar de luchar contra algunas formas particulares del cáncer.

El equipo investigador posee gran solidez científica. Está dirigido por el Dr. Richard Fishel, catedrático de Inmunología y Microbiología del Kimmel Cancer Center, de la Universidad Thomas Jefferson, de Filadelfia, y el Dr. Josef R Yschoff, de la Universidad de Regenbusburg, en Alemania. Su trabajo acaba de aparecer, en la prestigiosa revista los *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS).*

Hay que recordar que, en los países desarrollados, como Estados Unidos, el cáncer rectal y el de colón ocupan el tercer lugar en la lista de incidencia de cánceres, con cifras, tan sólo en ese país, que suponen más de 200.000 nuevos casos diagnosticados cada año, con la consecuencia de más de 30.000 muertes debidas a ello. Las causas del cáncer colorrectal son multifactoriales. Entre el 15 y el 30% de los mismos parecen mostrar un origen hereditario. Dentro de éstos, en aproximadamente el 50% de los casos ello se debe al mal funcionamiento de nuestras maquinarias intracelulares de reparación genética. Y este mal funcionamiento, a su vez es ocasionado por mutaciones genéticas en las líneas germinales.

REPARACIÓN. Nuestras células, continuamente, se dividen y multiplican a velocidades variables, dependientes del tipo de tejido considerado. Ello significa que su material genético, su ADN, ha de replicarse, es decir, se han de obtener reproducciones idénticas del ADN original para su inserción en las nuevas células. Este proceso se repite millones y millones de veces. Por ello, a pesar de la precisión de los fenómenos biológicos que intervienen, no es de extrañar que, a veces, se produzcan errores en el proceso de replicación. Esos errores harán que

los genes correspondientes, que pueden ser esenciales en procesos celulares importantes, resulten afectados, y no cumplan adecuadamente su misión.

Para obviar este problema nuestras células disponen de una especie de talleres de reparación, comparables a los de los automóviles, con especialidades concretas en chapa, pintura, electricidad, carburación, suspensión, alineamientos de dirección, etcétera. Tales **talleres intracelulares de reparación del ADN con fallos** se encargan de detectar la anomalía concreta en el ADN y de solucionarla, según sea la naturaleza del fallo, usando maquinarias dotadas con las enzimas especializadas correspondientes.

Cuando en un taller de reparación de automóviles lo que se estropea es el instrumento de reparación, como sería, por ejemplo, el de alinear las direcciones, está claro que no se podrá efectuar la reparación, aunque, posiblemente, el coche pueda seguir funcionando, con problemas. Pero si el automóvil sigue acumulando fallos y estos no se reparan llega un momento en que dejará de funcionar. Algo parecido les sucede a nuestras células con los fallos producidos en su división y multiplicación: si los fallos no se reparan y se acumulan, las células alteran su papel biológico, su misión y llegan a malignizarse, dando lugar a tumores, a cánceres, con crecimientos y multiplicaciones incontroladas. De ahí la importancia de que los sistemas de reparación de ADN operen adecuadamente.

GENES Y CÁNCER COLORRECTAL. Fue el propio Dr. Fishel, anteriormente citado, quien descubrió, en 1993, la causa de una de las variantes hereditarias más comunes del cáncer colorrectal, la conocida como HNPCC, forma no polipósica, o síndrome de Lynch. En las células humanas, en el proceso de reparación del ADN celular, participa activamente la maquinaria molecular conocida como hMLH1 y, en este proceso, un complejo proteínico, que contiene hMSH2, reconoce y se une a los nucleótidos erróneos, para iniciar su reparación.

Recordemos que las cadenas de ADN están constituidas por cuatro nucleótidos diferentes que se van engarzando linealmente, de modo semejante a un largo collar que contase de cuatro clases de cuentas diferentes. Para que una célula normal se convierta en tumoral,

usualmente, han de ocurrir bastantes mutaciones que afecten a los nucleótidos. La acumulación de esas mutaciones genera inestabilidad genética. Esto es lo que sucede cuando se dan mutaciones genéticas en los genes de hMSH2 o hMLH1, ya que faltan o no operan bien hMSH2 o hMLH1, por lo que si ocurren ciertos errores en la replicación del ADN, no puede tener lugar la adecuada reparación. Ello significa que el ADN celular se inestabiliza, se acumulan los errores y llega un momento en se origina la malignización, el cáncer.

ASPIRINA. Los investigadores han analizado el papel quimioprotector de la **aspirina** y del **sulindac**, que son dos fármacos antiinflamatorios no esteroides, sobre cultivos de células tumorales de colon. El resultado, muy esperanzador, ha sido el de observar que, con ese tratamiento, se suprimía la inestabilidad genética que constituye la base del desarrollo del cáncer colorrectal hereditario no polipósico, o síndrome de Lynch, evitando el desarrollo del tumor. Resulta especialmente interesante que, independientemente, otros investigadores, hayan encontrado que el consumo de aspirina también reduce la incidencia del llamado cáncer colorrectal esporádico, que no se trata de una forma hereditaria.

¿Cómo actúa la aspirina en esta nueva faceta como quimioprotectora de la malignización? Los efectos de la aspirina, previamente conocidos, se realizan a través de su acción inhibidora sobre el sistema enzimático ciclooxigenasa (COX) participante en la biosíntesis de las hormonas prostaglandinas y de otras sustancias biológicamente activas. Pero, por ahora, las investigaciones dirigidas por el Dr. Fishel, no han encontrado esa ninguna relación entre COX, aspirina y actividad quimioprotectora de la malignización. Por ello, será muy interesante profundizar sobre este mecanismo, por ahora desconocido.

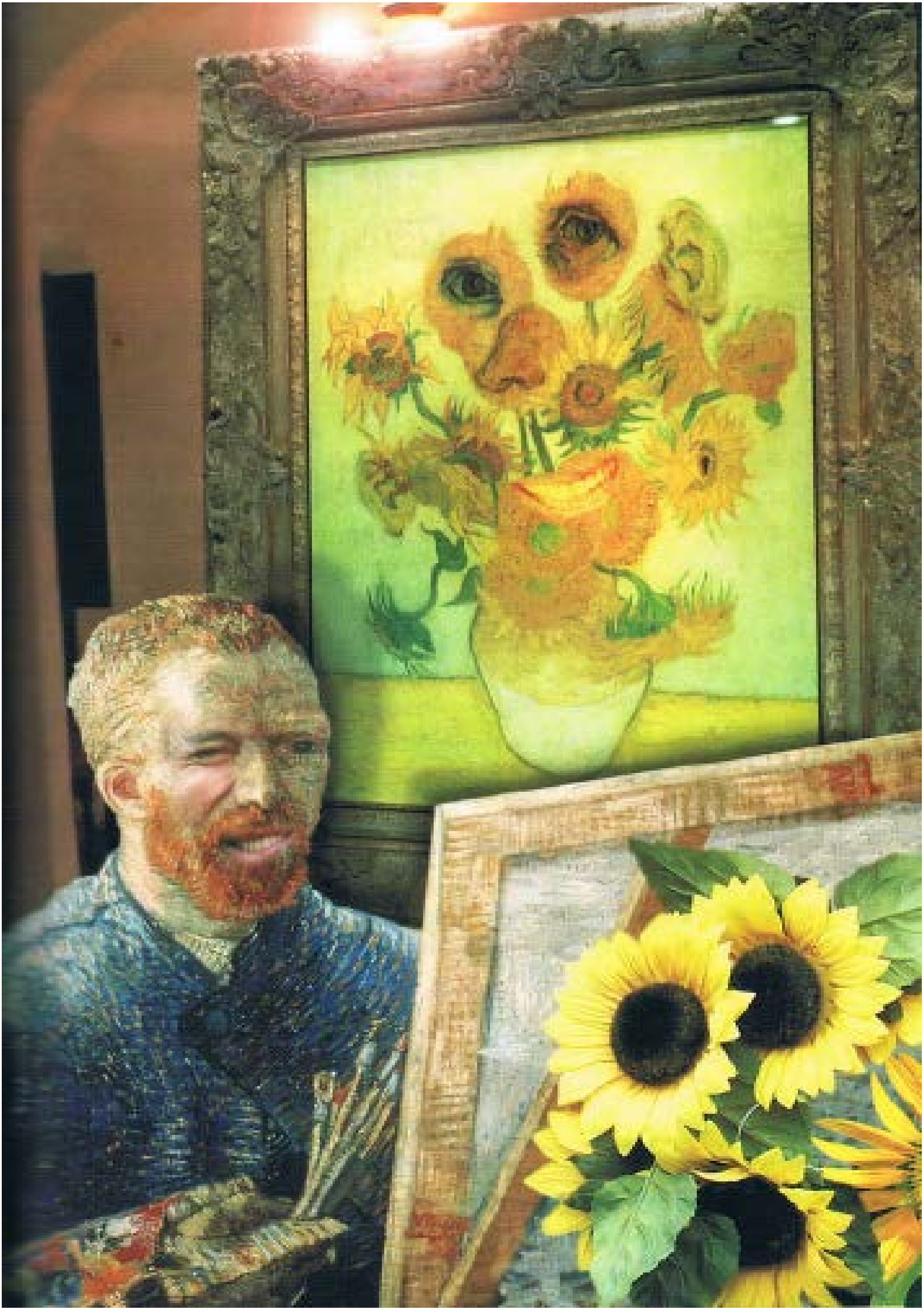
El Dr. Henry Lynch, quien, en su día, fue uno de los caracterizadores del síndrome bautizado con su nombre, ha considerado tan prometedoras las investigaciones realizadas que se ha unido al equipo investigador y a otros nuevos grupos de investigadores europeos, para iniciar un gran estudio europeo al respecto. Se realizará sobre los grupos de poblaciones humanas, familiares de afectados, con mayor riesgo de contraer la forma hereditaria del síndrome de Lynch,

analizando el posible papel preventivo de la aspirina, usada en dosis altas, que conjuguen la efectividad supresora con una toxicidad mínima. Por ello, el propio Dr. Fishel aclara que, por ahora, nadie, aún considerándose dentro de la población con riesgo hereditario de contraer la enfermedad, debe lanzarse al consumo de aspirina, que, siempre, habría de realizarse de la forma correcta y con adecuada prescripción y control médico.

MÁS LYNCH

- Desde el punto de vista genético los síndromes de Lynch I y II son desórdenes hereditarios autosómicos, de carácter dominante, que representan, aproximadamente un 5% de todos los cánceres colorrectales. El síndrome de Lynch II muestra las características de síndrome de Lynch I, además de dar lugar a un gran número de cánceres colorrectales extracolon, particularmente carcinomas de endometrio, ovarios, intestino delgado, estómago, etcétera. La penetrancia genética del genotipo defectuoso se estima que es del 85 al 90%.
- Primeramente, en varias familias afectadas, hace unos pocos años, se descubrieron mutaciones de hMSH2, localizadas en la región cromosómica 2p. Después, se encontraron otras mutaciones de hMLH1 en la región cromosómica 3p. Por sí solas, esas mutaciones son las causantes de hasta el 90% de todos los casos conocidos de síndrome de Lynch. Las mutaciones afectan al proceso de reparación del ADN y se detectan como errores en las largas secuencias genéticas "tandem" repetitivas, lo que origina inestabilidad en los microsatélites de las células tumorales.
- En el síndrome de Lynch la orientación genética presintomática de los miembros de las familias afectadas, a fin de comprobar si presentan algunas de las mutaciones genéticas que pueden desencadenar la enfermedad, no sólo es posible sino necesaria, y se facilita con el desarrollo actual de la Biología Molecular, que permite realizar el análisis genético, incluso prenatal. A fin de prevenir la progresión acelerada desde adenomas a carcinomas, ello debe acompañarse de colonoscopias bianuales hasta los 35 años, que serán anuales a partir de esta edad, o desde que se sepa que una persona es portadora de una

de las mutaciones genéticas en la línea germinal, en cuyo caso también es posible la opción de una colectomía subtotal profiláctica.



¿QUÉ SIENTEN LAS FLORES?

02-10-98

"Las flores realizamos en la vida sañuda / un intento divino, por misterioso modo; / no anhelar nunca nada, mas soportarlo todo; / absorberse en sí mismo con voluntaria muda / inconstancia... Este es el ensueño de Budha...".

August Strindberg (1849 – 1912) ha sido la figura más gloriosa de la literatura sueca de todos los tiempos y uno de sus pensamientos fue el que inspiró el bello poema anterior, incluido en la obra **Las Voces**, del poeta y diplomático Amado Nervo, a quien se considera como el poeta mejicano más distinguido del movimiento modernista de comienzos del presente siglo.

¿Se corresponde a la realidad científica esa visión de Nervo sobre el papel pasivo de las flores, de las plantas en general? Indudablemente, los vegetales no poseen ojos, narices ni oídos y carecen de sistema nervioso, pero algunos científicos opinan que las plantas también son capaces de sentir, de ver, oler, gustar u oír, de algún modo. Crucíferas es el nombre común de una familia de hierbas de jugo picante entre las cuales hay muchas plantas usadas como alimento. La familia contiene unos 390 géneros y 3.000 especies, entre ellas la col de Bruselas, brócoli, berro y mastuerzo. Una de sus especies, la *Arabidopsis thaliana*, es muy utilizada por los investigadores de los "sentidos" de las plantas. Ello se debe a su pequeño tamaño y a su reducido ciclo vital de unos 30 días, que le hacen ser ideal para los genetistas, quienes estudian sus mutaciones genéticas "silenciosas", es decir, con un gen no operativo, con lo que, comparativamente pueden deducir cuál es el papel de ese gen y el de la proteína que codifica.

CÓMO VEN. Todos sabemos que las plantas responden a la luz, a fin de ajustar su desarrollo y optimizar su crecimiento y supervivencia, pero ¿cómo "ven" y reconocen las plantas a los rayos luminosos? El Dr. Nam-Hai Chua, de la Universidad Rockefeller de Nueva York, con humor, indica que "*las plantas también han de levantarse por las mañanas*", por lo que poseen capacidades para reconocer características de la luz, como intensidad, calidad, dirección y periodicidad. Más aún, cubren un

espectro luminoso más amplio que el del propio ojo humano, abarcando longitudes de onda fuera de nuestro alcance e intensidades tan débiles que nosotros no reconocemos. Para conseguirlo, usan sus proteínas sensibles a los fotones o paquetes de luz. Se conocen dos familias de estas proteínas. Una de ellas es la de los fitocromos, hasta cinco diferentes, que responden a la luz hacia el extremo rojo del espectro. Los diversos fitocromos estudiados posibilitan a las plantas el cálculo de la **calidad** de la luz, lo que es vital para su competencia respecto a la vegetación próxima. La otra familia es la de los criptocromos, que son proteínas que se estimulan por la luz que va del azul-verde visible hasta el ultravioleta A. Ello ayuda a que las plantas establezcan si es día o de noche, la longitud del día, la cantidad de luz, la dirección de procedencia, etcétera.

Las proteínas fotosensibles poseen otras aplicaciones. Así, el fitocromo A, cuando la semilla germina y la plántula emerge, provoca el salto alimenticio de la planta desde su situación anterior heterotrófica (a partir de las reservas), hasta su crecimiento fototrófico, basado en la energía luminosa. Otros investigadores han hallado que el fitocromo B ayuda a responder a la planta de modo adecuado para no ser estorbada por sus vecinas. Entre otras finalidades descubiertas para los criptocromos figuran la de activar a enzimas que participan en la síntesis de pigmentos que, a su vez, controlan a diversos genes. Y, concretamente, el criptocromo 2, posibilita la medición de la longitud del día y, también, lanza la señal oportuna cuando la planta ha de detener su crecimiento vegetativo y comenzar el desarrollo floral. Los científicos piensan que aun quedan por descubrir muchos más de estos verdaderos **ojos moleculares** de las plantas o proteínas fotosensibles.

EL GUSTO. Cuando la composición del suelo no es homogénea existen zonas que, por ejemplo, son más ricas en minerales y nutrientes como los nitratos y sales amónicos. Las plantas de *Arabidopsis*, son capaces de "gustar" el suelo, a fin de que el crecimiento de las raíces tenga lugar diferenciadamente hacia el alimento para ahorrar energías y esfuerzos inútiles. Los genes responsables de ese reconocimiento han sido estudiados, identificando, por ejemplo, que el gen ANRI sirve para la detección de nitratos. Más llamativo aún es la recién descubierta

existencia de una enzima, apirasa, en la superficie de las raíces, que localiza las moléculas de ATP (la rica moneda energética biológica universal) producidas por los microorganismos y hongos próximos a la raíz. Tras ello, lo secuestra y rompe, consiguiendo fosfato, que es absorbido.

La existencia de plantas devoradoras de hombres es ciencia-ficción, pero no así la de plantas insectívor, que son variadas y se agrupan en tres órdenes distintos de dicotiledóneas. En el orden *Scrophuralial* y género *Striga* existen un gran número de plantas parásitas de los cultivos cereales, capaces de hurgar en el suelo y raíces de las plantas próximas aprovechándose del agua y los minerales. Otras plantas son capaces de **probar** la saliva de las orugas que las atacan, y cuando sus hojas detectan la presencia de la sustancia **volicitina** en la saliva del insecto, producen compuestos indólicos y terpénicos aromáticos volátiles que se fijan al insecto y son reconocidos por las hembras de ciertas avispas parásitas. éstas ponen sus huevos sobre las orugas y tras la correspondiente incubación las recién nacidas avispas matan al huésped.

OTROS SENTIDOS. Se conocen otros muchos ejemplos de sensibilidad hacia el medio ambiental y adaptación a las mejores circunstancias para la supervivencia. He aquí algunos: producción preventiva de moléculas protectoras contra ataques (caso del jasmonato de metilo); producción de sustancias atrayentes de predadores de los atacantes; capacidad de detección del humo tras un incendio, estimulando la reforestación mediante el estímulo de las semillas enterradas en el suelo; control de los flujos de iones calcio en relación con lo que se puede denominar **sentido del tacto**, lo que ayuda a desarrollarse a las plantas escaladoras, o a resistir el embate de los vientos, a través de la regulación de la fuerza de las paredes celulares.

Si hasta ahora todo es admirable, la última pregunta podría ser: ¿las plantas pueden **oír**? Se ha demostrado que el crecimiento de ciertas plantas se modula con frecuencias sonoras análogas a la de voz humana y con intensidades del mismo orden. También se consiguió estimular la germinación de semillas de rábano, posiblemente a través de la síntesis del ácido giberélico, una hormona vegetal. Es por todo ello, y por lo que

de repercusión práctica que puede suponer en la mejora de cosechas, por lo que las investigaciones sobre los **sentimientos** de las plantas merecen una seria atención.te en la

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Una investigación, publicada en el último número del *JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION* indica que el calcio, abundante en la leche, ayuda a unir los ácidos grasos y biliares en el colon, impidiendo su efecto irritante sobre las paredes internas del colon, con lo que ello puede hacer que se reduzca el riesgo de sufrir cáncer de colon. Si esta investigación se confirmase con otras posteriores ello significaría una nueva acción beneficiosa del consumo de leche adicional al ya establecido del fortalecimiento óseo.

ERITROPOYETINA

La hormona eritropoyetina, la EPO, últimamente está añcanzando una desafortunada popularidad en relación con el dopaje deportivo. Pero, terapeúticamente la EPO es valiosísima para luchar contra ciertas anemias. La EPO sintética podría ser más barata y saludable, pero, hasta ahora, su eficiencia ha resultado ser menor que la humana. En la revista Nature de esta semana se descubre la razón de ello, que radica en la orientación de los complejos EPO-receptor, hallazgo que permitirá, en el futuro, desarrollar EPO sintéticas mucho más eficaces que las actuales.

OZONO

Todos estamos sensibilizados respecto a las pérdidas de ozono en la estatosfera. Y ahora se acaba de descubrir que también existe una disminución de ozono en la troposfera polar y que el fenómeno está asociado a la acumulación de compuestos halogenados, sobre todo de monóxido de bromo (BrO). El estudio cuantitativo se ha podido realizar gracias a los instrumentos del experimento GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) situados sobre el satélite ERS-2. Todo indica que la liberación del bromo procede de las sales marinas con lo que se eleva la concentración de BrO en el aire cercano a la superficie marina lo que, a su vez, conduce a la destrucción del ozono troposférico.

LA MARGARINA ANTICOLESTEROL

09-10-98

Hace bastantes años estudios epidemiológicos demostraron la estrecha y directa relación existente entre el alto consumo de grasas saturadas y de colesterol con respecto a la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Desde entonces, en todo el mundo la tendencia ha sido la de disminuir el consumo excesivo de esas sustancias lipídicas.

Sin embargo, las estanterías de los comercios de alimentación en Finlandia se vacían rápidamente cuando en ellas se encuentran a la venta paquetes de una cierta margarina, la **Benecol**. La razón es que, según diversos estudios, el consumo diario de tres raciones de esta margarina puede reducir hasta un 25% la concentración del colesterol en la sangre. Por ello, a pesar de que su precio es bastante mayor que el de las margarinas de la competencia, su éxito se reproducirá pronto en otros muchos países, cuando sea comercializada allí. Dos preguntas son inmediatas: ¿Podemos tomar con nuestra alimentación suplementos que hagan bajar nuestro nivel sanguíneo de colesterol?, y ¿cuál es el secreto anticolesterolémico de esa margarina producida en Finlandia?

SUPLEMENTOS. El deseo de toda persona hipecolesterolémica es el de bajar el nivel de colesterol **naturalmente. E**xisten docenas de sustancias naturales a las que se les ha adjudicado ese efecto, a veces con un cierto carácter milagroso. Enunciaremos algunas de ellas, adelantando que, en general, sus efectos beneficiosos, son de naturaleza limitada.

Desde una mayor a una menor eficacia comenzariamos con la niacina o ácido nicotínico que, con ciertas reservas, se trata de una vitamina. Dosis farmacológicas de 2-3 gramos diarios, efectivamente reducen el colesterol, sobre todo el **colesterol malo** (LDL-colesterol), pero se dan ciertas complicaciones laterales indeseables.

Respecto a las fibras, una dieta rica en cereales, leguminosas, frutas y vegetales ricos en fibras solubles ayuda a bajar el colesterol, pero ¿sucede lo mismo con la ingesta de determinadas fibras comercializadas? Depende de cada caso particular, siendo significativo el resultado de un estudio americano que mostró que, entre las muchas

analizadas, sólo dos preparados comerciales fueron suficientemente activos al respecto, ambos conteniendo fibra de la planta *Psyllium*.

Otra posibilidad es la de ingerir ciertos compuestos naturales vegetales, los **fitoesteroles**, estructuralmente parecidos al colesterol, por lo que interfieren su absorción. Existen diversos preparados comerciales y la dificultad principal es que, normalmente, se necesitan dosis muy altas, más de 3 gramos diarios, para que el colesterol se reduzca significativamente. Como comparación nos vale el dato de que una persona vegetariana suele consumir sólo unos 0,4 gramos diarios de estos fitoesteroles. Algo semejante sucede con los preparados comerciales de ajos fermentados en alcohol durante veinte meses (dosis necesarias superiores a los 7 gramos diarios), que contienen **tocotrienoles**, emparentados estructuralmente con la vitamina E, o con ciertos derivados de cromo, como el **picolinato de cromo**, con resultados poco reproducibles.

SITOSTANOL. En los años 70, en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Abo, en Finlandia, se desarrolló la extracción y purificación de ciertas sustancias vegetales a partir de pulpa de madera de árboles. Entre esas sustancias estaba el **sitosterol,** una mezcla de fitosteroles, o esteroles vegetales, con una estructura parecida a la del colesterol. El componente mayoritario es el beta-sitosterol, acompañado de campesterol y estigmasterol. Su producción, en cantidades significativas, comenzó en 1980, en un molino de pulpa de madera. Ingmar Wester, el director del departamento de I+D de la empresa RAISIO GROUP que produce fundamentalmente productos para la industria papelera y para la alimentación animal. Interesado Wester en el tema de los fitoesteroles, en 1995, fue capaz de desarrollar un método para convertir los esteroles de las plantas hasta la forma de **ésteres de estanol**, que son solubles en grasas.

El quid de la cuestión consistió en transformar el sitosterol en el éster sitostanol. Y la adición de esta última sustancia, que no tiene sabor por sí misma, es la que le confiere sus propiedades anticolesterol a la margarina Benecol. La ingesta apropiada de ese éster es la de unos dos o tres gramos diarios, que está contenida en unos 25 gramos de la margarina. Se calcula que en Finlandia existe una capacidad potencial de

obtener a partir del procesado de la madera, hasta 2000 ó 3000 toneladas anuales de sitosterol, potencialidad que, en el ámbito mundial, puede ser decuplicada.

EFECTOS. Nuestro colesterol posee dos procedencias. Podemos sintetizarlo en el interior de nuestras células, sobre todo en el hígado, a partir de ciertos precursores lipídicos. O bien lo absorbemos intestinalmente de la dieta. Los fitoesteroles interfieren este último proceso molecular de la absorción intestinal del colesterol presente en la dieta, por lo que ayudan a evitar el aumento de la colesterolemia. Adicionalmente, diversos estudios animales han mostrado que los animales de experimentación que toman el sitosterol también presentan una importante reducción en el riesgo de desarrollar cánceres de colon. Pero los datos que más difusión alcanzaron respecto a los efectos anticolesterol del sitostanol se produjeron tras una investigación realizada en la revista *Circulation.*

En la investigación se controlaron analíticamente a diversas mujeres posmenopáusicas, con diversos riesgos, que ingerían una margarina de aceite vegetal, adicionada, o no adicionada, con el éster sitostanol y que tomaban, o no tomaban, el medicamento simvastatina, que es un inhibidor de la síntesis endógena del colesterol.

Entre las mujeres no receptoras del medicamento simvastatina, el enriquecimiento de la margarina hizo disminuir su colesterol sérico total, así como el **colesterol malo**, en proporciones respectivas entre el 8 y el 15%. Los resultados fueron aún mejores en las mujeres medicadas con **simvastatina** ya que, en este caso, las correspondientes reducciones alcanzaron cifras del 11 y 16%, respectivamente. Es lógico que así sea ya que, como respuesta inmediata, cuando en el organismo se absorbe menos colesterol, los mecanismos de regulación tienden a incrementar la biosíntesis endógena del mismo que es inhibida por esa estatatina. En hombres se alcanzan resultados semejantes, por lo que todo parece indicar que, pronto, el consumo de estas margarinas enriquecidas con esos ésteres de los fitoesteroles, puede ser de gran eficacia en el control de la hipercolesterolemia, sobre todo si ello va acompañado de la simultánea medicación con inhibidores de la biosíntesis endógena del colesterol.

TABACO

Se acumulan los datos científicos sobre los tremendos efectos nocivos del tabaco. En el número de octubre de la revista *AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH* investigadores suecos publican los resultados que han obtenido al estudiar a 826 mujeres primíparas. Han enncontrado que la exposición maternal pasiva al humo del tabaco está directamente relacionada con el bajo peso de los niños recién nacidos. Globalmente, el riesgo de tener un niño de bajo peso, se multiplica por un factor de 2,7 en las fumadoras pasivas respecto a las controles no expuestas. En el caso de que las fumadoras pasivas sean, por sí mismas, fumadoras activas el riesgo se incrementa hasta alcanzar un factor de 3,6.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En una investigación realizada sobre 344 ratas investigadores americanos han concluido, en un trabajo que se publica en el número de octubre de 1998 de la revista *THE JOURNAL OF NEUROSCIENCE* que las dietas que contienen suplementos antioxidantes retardan la aparición de los problemas asociados con la vejez relacionados con los desajustes en la transducción de señales neuronales y del comportamiento cognistivo. Los suplementos antioxidantes que demostraron poseer un efecto retardante fueron la vitamina E o extractos de espinacas o de fresas. Los mejores resultados se obtuvieron con los extractos de espinacas.

LAS CABRAS Y EL BIOACERO

Investigadores canadienses han conseguido aislar el gen de las arañas responsable de la síntesis de una proteína de la telaraña extraordinariamente resistente. El gen lo han transferido a las células mamarias de unas cabras, con lo cual éstas producen leche que contienen la proteína, que es muy ligera, pero lo suficientemente fuerte y biodegradable para que se le haya bautizado con el nombre de bioacero. Se espera que, entre otras aplicaciones, pueda ser un excelente sustituto natural para ciertos plásticos usados en embalajes o para fabricar mallas de red comerciales. En unos pocos meses se cree que la proteína será producida no sólo por los cultivos celulares sino por las propias cabras y ya está todo dispuesto para fabricar nuevos y mejores tejidos basados en esta proteína.

UN NOBEL GASEOSO

16-10-98

Mariann Caprino, portavoz de los laboratorios Pfizer, fabricantes del medicamento Viagra, ha aprovechado que el Pisuerga pasa por Valladolid, (aunque posiblemente este hecho ella lo desconozca), para resaltar que los descubrimientos sobre el óxido nítrico, galardonados el pasado lunes con el Nobel de Medicina, contribuyeron al desarrollo de ese medicamento.

Hace aproximadamente un siglo desde que Alfred Nobel, un industrial sueco apasionado por los avances científicos, e inventor él mismo de la dinamita, dejó instituidos los premios Nobel. Al final de su vida Nobel sufría de ciertas dolencias cardiacas y, para combatirlas, su médico le prescribió tomar nitroglicerina, el componente activo de la dinamita, hecho que el inventor, en una carta que escribió por aquel entonces, calificó de irónico. Lo cierto es que, desde el siglo pasado, se conocían los efectos beneficiosos de la nitroglicerina en los casos de dolores de pecho consecuencia de dolencias cardíacas. Pero hubieron de pasar casi cien años hasta que se clarificó el mecanismo de acción de la nitroglicerina, consistente en la liberación del gas conocido como óxido nítrico. Esta molécula, hace pocos años, ya había conseguido el mérito científico de ser denominada Molécula del Año. Ahora es la base de los Nobel de Medicina 1998. ¿Qué hace a esta sustancia ser tan importante?

LA MOLÉCULA. En esta misma Sección de divulgación científica, bajo el título de "**Gases en el cerebro**", hace algo más de cinco años, ya describíamos particularidades químicas, fisiológicas y farmacológicas de este gas, el NO, que no debe ser confundido con otro óxido de nitrógeno, el óxido nitroso, cuyos efectos le hacen merecedor de la denominación **gas hilarante**. Químicamente, el átomo de nitrógeno del óxido nítrico posee un electrón no compartido, es decir, que el NO

pertenece al grupo de las sustancias radicales, muy reactivas e inestables, aunque, en este caso, el óxido nítrico lo sea relativamente.

Su descubrimiento químico se remonta al año 1620, cuando fue obtenido por primera vez por el científico belga van Helmont, siendo analizadas sus propiedades por el sacerdote, político y, simultáneamente, gran científico inglés Joseph Priestley (1733-1804).

En cuanto a su biología, hacia 1977, el farmacólogo Ferid Murad (uno de los tres premiados Nobel de Medicina 1998) investigaba el modo de acción de ciertos compuestos vasodilatadores como la trinitroglicerina, descubriendo que se liberaba el gas óxido nítrico que era el que actuaba como relajante de las células musculares lisas. El mundo científico acogió estos hallazgos con cierta incredulidad. Otro farmacólogo, Robert F. Furchgott, también ahora galardonado con el Nobel, con una línea de investigación totalmente diferente, hacia 1980 llegó a la conclusión de que los vasos sanguíneos se dilataban porque sus células superficiales internas endoteliales producían un factor desconocido (el EDRF o **factor relajante derivado del endotelio**) que, a su vez, inducía el relajo de las células musculares lisas. Un tercer farmacólogo molecular, el tercer Nobel de Medicina de este año, Louis J. Ignarro demostró, en 1986, que el EDRF se trataba del óxido nítrico. Quedaba demostrado, por primera vez, que un gas podía funcionar como una importante señal química en el organismo.

Cómo acabamos de ver, el descubrimiento del NO estuvo, desde el principio, muy asociado a los problemas de la fisiología cardiovascular. Por ello, muchos fisiocardiólogos lamentan que los científicos del Karolinska Institute se hayan olvidado de incluir en el listado Nobel de este año a un gran fisiocardiólogo, Salvador Moncada, quien también ha realizado excelentes aportaciones sobre el papel del óxido nítrico en este campo.

EFECTOS MÚLTIPLES. El óxido nítrico es una molécula gaseosa muy interesante. Se forma en la combustión del nitrógeno, por lo que es uno de los contaminantes de los gases de combustión de los automóviles. Su gran reactividad le hace convertirse en nitrito o nitrato en unos diez segundos. El óxido nítrico está presente en la mayoría de las células vivas, desde bacterias a hombres, y se fabrica en muy diversas clases de

células Su formación, en los seres vivos superiores, se realiza a partir del aminoácido arginina, mediante la enzima catalizadora de nombre **sintasa del óxido nítrico** (NOS), existiendo tres formas diferentes de NOS, con diferentes distribuciones en los tejidos y con genes ubicados en distintos cromosomas humanos. De este modo, se distingue entre la NOS neuronal, la NOS inducible y la NOS endotelial.

Actualmente sabemos que el NO posee múltiples acciones:

a) Es una molécula-señal en el sistema nervioso, donde se expande en todas direcciones y activa a las células vecinas, Con ello modula muchas funciones diferentes, como el comportamiento, la consolidación de la memoria, la movilidad gastrointestinal, el sentido del olfato, o las neuronas del plexo pélvico y, por ello, participa en la erección del pene.
b) Cuando se sintetiza en las capas internas del endotelio de las arterias, el NO se extiende a través de las membranas celulares y alcanza a las células musculares subyacentes, con lo que se paraliza su contracción, produciendo una dilatación arterial. Con ello el NO controla la presión sanguínea y evita la formación de trombos.
c) El NO se produce, como respuesta a las infecciones, en grandes cantidades, en las células blancas sanguíneas, tales como los macrófagos. Esa alta concentración es responsable de la muerte o de la inhibición del crecimiento de muchos agentes patógenos: bacterias, hongos, virus y parásitos. Su efecto citotóxico favorece la destrucción de las células hospedadoras y su efecto citostático presenta aplicaciones antitumorales.

Las alteraciones en el metabolismo del NO se relacionan con muchas enfermedades diferentes:

a) En la aterosclerosis el endotelio produce poco NO, lo que se alivia con la nitroglicerina, liberadora de su propio NO. La Farmacología pretende desarrollar drogas específicas capaces de estimular selectivamente la liberación de NO.
b) Diversas infecciones pueden producir sepsis y shock circulatorio, por lo que la respuesta inmunológica inmediata es sintetizar grandes cantidades de NO, de efectos muy dilatadores que pueden hacer caer tanto la presión sanguínea que, como consecuencia, se produzca la

inconsciencia. En este caso los inhibidores de la síntesis del NO podrían ser muy útiles en las UCI correspondientes.

c) En diversas insuficiencias pulmonares en pacientes de cuidados intensivos, la inhalación del NO, dilatador e hipotensor, ha salvado ya muchas vidas de adultos y niños, aunque el control debe ser muy cuidadoso para no llegar a las concentraciones tóxicas.
d) El efecto citostático sobre las células tumorales del NO producido por las células del sistema inmune está siendo muy investigado para su aprovechamiento posible anticanceroso.
e) Diversas enfermedades inflamatorias (pulmonares, intestinales, etcétera) conllevan una mayor producción de NO, cuya determinación analítica puede ayudar a su pronto diagnóstico.
f) El NO dilata los vasos sanguíneos de los cuerpos eréctiles del pene lo que facilita la erección. Este conocimiento está facilitando el desarrollo de nuevos fármacos eficaces contra la impotencia masculina.

El óxido nítrico no es el único mensajero químico celular conocido. El monóxido de carbono también lo es y sus funciones fisiopatológicas se han de investigar más profundamente. Por ello no sería de extrañar que, dentro de unos años, pudiese concederse otro Nobel relacionado con otra molécula gaseosa importante en la Medicina.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Entre las muchas sustancias con pretendidas acciones anticolesterol se encuentran algunos suplementos dietéticos de extractos vegetales de procedencia asiática. La *colestina* es un suplemento basado en la levadura y el arroz. El *mevaor* es una prescripción cuyos principios activos se extraen de un hongo. En ambos casos contienen *lovastatina*, sustancia perteneciente a la una familia de moléculas inhibidoras de la enzima responsable del comienzo de nuestra propia síntesis endógena intracelular del colesterol. La goma *guggul* es una resina extraída de una hierba que crece en la India. Faltan más datos serios sobre la eficacia de estos preparados, pero algunos de los disponibles son esperanzadores.

SIDA

Hace unos pocos dias se adelantaron los resultados de una importante investigación que se publicará en la revista AIDS JOURNAL del próximo 22 de octubre. Se trata del descubrimiento de que los virus VIH, de enfermos masculinos de SIDA, presentes en sus órganos reproductores y en su semen, no son necesariamente los mismos que se encuentran en el resto de su cuerpo. Lo más inmediato es que se harán necesarias nuevas estrategias terapéuticas ya que no será suficiente con analizar la carga vírica en la sangre, sino que se precisará garantizar que los virus también se han eliminado del semen.

CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Científicos suizos y alemanes han conseguido un nuevo y prometedor tipo de célula solar mucho más eficiente que las actuales. Los fotones llegan a convertirse en energía eléctrica con un rendimiento energético que supera la cifra del 33%. Se basa en el uso de un material amorfo flexible conductor heterounido a capas mesoporosas con un recubrimiento especial de dióxido de titanio. Aunque el descubrimiento acaba de nacer, se espera que los costos de producción serán bajos lo que estimulará el pronto desarrollo de aplicaciones prácticas.

NOBELES CUÁNTICOS

23-10-98

D. Miguel de Unamuno decía "Si un hombre nunca se contradice, será porque nunca dice nada". Esta frase es muy adecuada para recordar la situación de la Física, a principios del presente siglo, en relación con la comprensión de la naturaleza de la materia y de la energía. La Física decía muchas cosas, pero algunas parecían contradictorias.

La Física Clásica no lograba explicar diversos hechos, como eran los relacionados con los espectros luminosos emitidos por los gases calentados o sometidos a descargas eléctricas. O la coexistencia de dos teorías para la luz: la corpuscular y la ondulatoria. Tampoco, el hecho de no encontrar una base molecular para la Termodinámica.

Un gran avance fue la formulación de la Teoría Cuántica, que ha permitido que el conocimiento de nuestro mundo material sea mucho más profundo. Un exponente de ello es el Premio Nobel de Física de 1998, ligado a uno de los descubrimientos físicos consecuencia de la Teoría Cuántica, concretamente *"al descubrimiento de una nueva forma de fluido cuántico con excitaciones cargadas fraccionalmente*". O el Premio Nobel de Química de 1998, por "*el desarrollo de los métodos computacionales en la Química Cuántica*". Es, pues, oportuno que repasemos los fundamentos de la Teoría Cuántica e intentemos comprender el trabajo de los Nobel 1998 en Física y Química.

HISTORIA. El científico alemán Max Planck (Premio Nobel de Física de 1918) fue quien, por primera vez, introdujo el concepto de **cuanto**, al indicar que las radiaciones poseen carácter de partícula, pero también de onda, de modo que la materia puede emitir y/o absorber energía en pequeñas unidades discretas denominadas cuantos.

El gran Albert Einstein (Premio Nobel de Física de 1921) demostró la interconexión entre materia y energía, como dos caras de una misma moneda, así como que el espacio y el tiempo son inseparables. Utilizó el concepto de cuanto, de Planck, para explicar las propiedades del efecto fotoeléctrico, es decir, lo que sucede cuando se emiten electrones desde una superficie metálica en la que incide una radiación luminosa.

El danés Niels Böhr (Premio Nobel de Física de 1922), en 1913 realizó una de sus numerosas y grandes contribuciones científicas, su modelo atómico, en el que los electrones se desplazan en órbitas determinadas, correspondiendo el cambio de órbita a la absorción o emisión de cierto número de cuantos de radiación.

En 1924, el físico francés Víctor de Broglie (Premio Nobel de Física de 1929) había expuesto muy precisamente el concepto de la **dualidad onda-corpúsculo**, lo que permitió que el físico austriaco Erwin Schrödinger (Premio Nobel de Física de 1933) desarrollase su **ecuación de onda**, para describir las propiedades ondulatorias de las partículas.

Las bases de la teoría cuántica quedaron asentadas en 1927, cuando Werner Heinsenberg (Premio Nobel de Física de 1932) estableció el **principio de incertidumbre**, es decir, que es imposible especificar simultáneamente con exactitud la posición y el momento lineal de una partícula. Dicho de otra forma, no se puede determinar la posición de una partícula sin modificar su velocidad. El carácter ondulatorio y corpuscular de materia o radiación son propiedades complementarias.

El desarrollo de la Mecánica Cuántico pronto posibilitó una mejor comprensión de los átomos y de las partículas elementales, así como el desarrollo de nuevos campos de la Física: estado sólido, superconductividad, física nuclear, etcétera.

NUEVO FLUIDO. La Real Academia de Ciencias de Suecia ha concedido el Nobel de Física de 1998 a los científicos americanos Robert B. Laughlin, Horst L. Störmer y Daniel C. Tsui por sus descubrimientos de que, bajo los efectos de fuertes campos magnéticos y bajas temperaturas, los electrones pueden condensarse para formar una nueva forma de fluido cuántico. Ello da lugar a nuevas formas de partículas con cargas que son fracciones de la carga propia del electrón. Este nuevo fluido cuántico está relacionado con los fluidos cuánticos que se dan en el caso de la obtención del helio líquido o en el proceso de la superconductividad. Sus hallazgos comenzaron a plasmarse en el año 1982 y están permitiendo conseguir un conocimiento más profundo de la estructura interna general y de la dinámica de la materia.

Clásicamente, es conocido el **efecto Hall** que describe ciertos comportamientos peculiares de los electrones sometidos a moderados

campos magnéticos y temperatura ambiente. El efecto Hall es medido usualmente en muchos laboratorios que estudian los conductores y los semiconductores. A temperaturas extremadamente bajas y campos magnéticos muy intensos, a finales de los 70, se descubrió una **forma cuántica íntegra del efecto Hall**, que presentaba una resistencia cuantizada, explicable por las leyes de la Física cuántica. Los Nobeles de este año, al estudiar este fenómeno, con temperaturas aún más bajas y campos magnéticos más altos, descubrieron un nuevo y sorprendente comportamiento de los electrones bautizado como **forma cuántica fraccional del efecto Hall**. Poco después llegó la explicación en forma de que lo que se formaba era una nueva forma de fluido cuántico resistente a la comprensión, incomprensible, ya que reacciona a la comprensión formando más **cuasipartículas**, cargadas fraccionalmente.

QUÍMICA CUÁNTICA. Los premiados con el Nobel de Química de 1998 han sido el científico americano Walter Kohn "*por su desarrollo de la teoría funcional de la densidad*" y el británico John Pople, por "*su desarrollo de métodos computacionales en Química Cuántica*". Los químicos siempre han soñado en comprender cómo funcionan en las moléculas los enlaces entre los átomos, lo que permitiría interpretar y predecir las propiedades de las moléculas. La mecánica cuántica abrió nuevas posibilidades teóricas al respecto, pero la complejidad de los tratamientos hacía totalmente inviable su utilización.

El desarrollo de mejores y más potentes ordenadores abrió una puerta de esperanza para la aplicación de la mecánica cuántica a los problemas químicos, dando nacimiento a la denominada Química Cuántica. Walter Kohn y John Pople han sido pioneros de este campo. El trabajo teórico del Dr. Kohn fue imprescindible para simplificar las matemáticas de la descripción de los enlaces de los átomos, un prerrequisito de muchos de los cálculos que hoy son posibles de realizar. Y el Dr. Pople desarrolló toda la metodología cuanto-mecánica que actualmente es ampliamente utilizada en muchas ramas de la química, posibilitando un conocimiento más profundo de los procesos moleculares que la obtenible tan sólo por la experimentación.

CREUTZFELDT-JACOB

"A cualquier persona que, en cualquier tiempo desde 1980, haya vivido en una zona geográfica como el Reino Unido ... no debe permitírsele que done sangre o plasma hasta que no se evalúe su riesgo potencial de transmisión de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob". Esta enfermedad es la forma humana de la fatal "enfermedad de las vacas locas" o encefalopatía bovina espongiforme. La recomendación acaba de hacerla, en Canadá, como precaución, el Consejo Asesor Bayer de Bioética, recordando que a principios de los 80 millares de canadienses contrajeron SIDA o hepatitis C a través de transfusiones de sangre procedentes de los bancos de sangre de la Cruz Roja.

FOTOTERAPIA

La depresión invernal es un hecho muy normal entre los humanos y su forma severa se conoce con el nombre de desorden afectivo estacional. Causa fatiga, produce ansias de hidratos de carbono, entorpece el sueño y provoca la depresión. En el último número de la revista *ARCHIVES OF GENERAL PSYCHIATRY* investigadores de la Universidad de Columbia publican tres trabajos describiendo los efectos favorables que logra la fototerapia sobre esos pacientes. En concreto, resultó muy eficaz el uso de una fuente luminosa o "caja de luz" que proporcionase en el interior de la habitación correspondiente, durante 30 minutos diarios, un nivel lumínico semejante al externo de un día luminoso.

CLIMA

Con instrumentos muy sofisticados desarrollados para el proyecto U.S. Geological Survey, los científicos han investigado la profundidad de los hielos de Groenlandia determinado, por primera vez, y de un modo muy seguro la historia del clima en los últimos 50.000 años. Durante la denominada Pequeña Edad de Hielo (del año 1420 al año 1890) las temperaturas fueron inferiores en algo más de un grado respecto a las actuales. Por el contrario, durante el Periodo Medieval Caliente, hace mil años, cuando los vikingos se establecieron en Groenlandia, la temperatura superaba en más de un grado a la actual. Hace 5000 años estaba aún más caliente, unos tres grados, mientras que, en la última época glacial, hace 22.000 años, la temperatura llegó a ser 22 ºC inferior a la actual.

PROTEÍNAS BIOPESTICIDAS

30-10-98

Anualmente, las plagas destruyen más del 35% de las cosechas en todo el mundo. Pesticidas o plaguicida son los términos que se aplican a los agentes usados en el control de plagas. Cada año se usan en el mundo pesticidas por un valor de más de tres billones de pesetas. De ellos, el mercado de los insecticidas supone un 28% del importe total.

En la década de los 40 tuvo su inicio la utilización intensiva de los insecticidas químicos como el malatión, el paratión metílico, el endosulfan, la anizalina y otros. Sin embargo, su uso desmedido y, muchas veces, incontrolado, produjo consecuencias graves: daños a la salud humana, alteración de la flora y fauna de los ecosistemas, modificando sus ciclos biológicos, y la aparición de nuevas plagas o de plagas más resistentes.

Como los insecticidas son los pesticidas que menos ganancias industriales reportan y ante la alarma pública existente ante ellos, los fabricantes invierten poco en su desarrollo. Pero la necesidad de contar con pesticidas más seguros y menos contaminantes ha llevado a un nuevo enfoque del problema: la lucha biológica. En los últimos años se ha intensificado la utilización de microorganismos entopatógenos como virus, bacterias, hongos o protozoos a fin de intentar conseguir el control biológico de las plagas. Hoy, como ejemplo, nos vamos a referir a las que se pueden considerar como bioinsecticidas con mayor éxito a escala mundial: las proteínas originadas por las bacterias *Bacillus thuringiensis*.

LA BACTERIA. Dentro de los microorganismos bacterianos que poseen capacidad de producir proteínas bioinsecticidas se encuadran el *Bacillus sphaericus* y el *Bacillus thuringiensis*, éste último de forma destacada. El *Bacillus thuringiensises* es totalmente inocuo para el hombre, los animales domésticos y los insectos benéficos, por razones que analizaremos posteriormente. Sin embargo, sus proteínas pueden ser

extremadamente mortales para ciertos insectos indeseables. Por ello, desde el principio de los 50, ha sido uno de los primeros biopesticidas utilizados. La producción industrial de estas bacterias se realiza en medios líquidos de cultivo y la presentación comercial se hace en forma de productos líquidos o sólidos que constan de una mezcla de esporas de la bacteria y de sus proteínas, en forma cristalina, todo ello acompañado de diversos ingredientes como fotoprotectores, geles y espumas.

El número de cepas diferentes de la bacteria es muy amplio y cada cepa puede ser activa específicamente contra un estrecho grupo de insectos, sin causar efecto al resto de insectos o a otros organismos diferentes. A veces, esta especificidad esta ligada, a la forma cristalina de sus proteínas. Por ejemplo, los cristales de forma bipiramidal (patotipo I o A) suelen mostrar toxicidad hacia lepidópteros, los amorfos (patotipo II o B) hacia mosquitos, mientras que los cuadrados aplanados (patotipo III o C) la presentan hacia coleópteros.

ACCIÓN. ¿Cómo se ejerce la acción insecticida? En principio nos limitaremos sólo a una de las clases de proteínas producidas por la bacteria, las proteínas denominadas Cry, de las que existen variantes diferentes, presentes en las diferentes subespecies de la bacteria. Cada proteína Cry se puede considerar como una **protoxina**, en la que en la molécula global se distinguen dos mitades o zonas. Una de ellas, muy parecida en todas las proteínas Cry, es la responsable de que estas proteínas se agrupen en forma polimérica y también de que tiendan a cristalizar. En la otra mitad de la molécula de la proteína radica su carácter de toxicidad y varía de unas moléculas a otras.

Cuando una plantación o terreno es tratado con un producto comercial derivado del *Bacillus thuringiensis*, los insectos perjudiciales que atacan a la planta ingieren directamente los cristales de las proteínas Cry o las esporas de la bacteria. Como consecuencia del proceso digestivo posterior se liberan las formas individuales de las proteínas Cry, en forma de protoxinas. Entonces, las enzimas proteolíticas intestinales del insecto hidrolizan a estas protoxinas y separan a una porción de las mismas, en forma de las **delta-toxinas** activas correspondientes. Estas endotoxinas son reconocidas por

moléculas receptoras proteínicas específicas (cadherinas), presentes en las membranas de las células de la mucosa del intestino medio del insecto, lo que se desencadena un proceso de lisis o producción de poros en esas membranas, que impide la alimentación del insecto y provoca su muerte posterior.

La inocuidad hacia el hombre, los animales domésticos e insectos benéficos parece deberse a que en estos casos carecemos de las enzimas proteolíticas intestinales específicas capaces de hidrolizar a las protoxinas, así como también a que nos faltan los receptores o cadherinas, precisos para fijar las endotoxinas al intestino.

POSIBILIDADES. No se agotan aquí las posibilidades insecticidas de esta bacteria. También sintetiza otras proteínas interesantes diferentes a las Cry. Por ejemplo, se han encontrado unas proteínas citolíticas Cy, es decir, rompedoras de células, que son tóxicas hacia los mosquitos y otros organismos. Y otras denominadas proteínas *Vip* o proteínas insecticidas vegetativas, que se secretan durante el estado vegetativo y que han mostrado poseer efectos tóxicos hacia diversos lepidópteros.

Por otra parte, el rápido desarrollo de la Biología molecular ha hecho posible un mejor conocimiento del genoma, de los genes responsables del efecto insecticida, lo que abre un campo inmenso a las posibles consecuencias biotecnológicas derivadas de esos conocimientos. Como simple expresión del nivel ya conseguido al respecto, nos limitaremos a citar algún dato concreto respecto a las plagas de lepidópteros. Por ejemplo la *Plutella xylostella* es el nombre científico correspondiente al común de palomilla dorso de diamante, que ataca a los cultivos de bróculi, coliflor o coles de Bruselas. En este caso entre los genes o proteínas implicados están los Cry 1 Aa, Cry 1 Ab, Cry 1 Ac, Cry 1C y Cry 1F. Para la *Spodoptera exigua* o gusano soldado, atacante de alfalfa, algodón, sandía o soja, el gen y proteína implicados es sólo el Cry 1C. Y así se podría continuar con un gran número de diferentes insectos, cuyo conocimiento permitirá el adecuado abordaje y soluciones biotecnológicas a los problemas planteados.

No todo es de color de rosa. También, en este caso, ha comenzado a darse el fenómeno de resistencia, con la aparición de nuevas formas este hecho mediante el conocimiento de los genes

responsables del fenómeno, y favoreciendo las mutaciones de tales genes el proceso quedaría debilitado. Pero la mayor esperanza es que el conocimiento detallado molecular de los cristales de las toxinas y de sus receptores proteínicos permitirá a los investigadores, para beneficio de la humanidad, producir cepas de *Bacillus thuringensis* cada vez más eficaces en su acción bioinsecticida.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

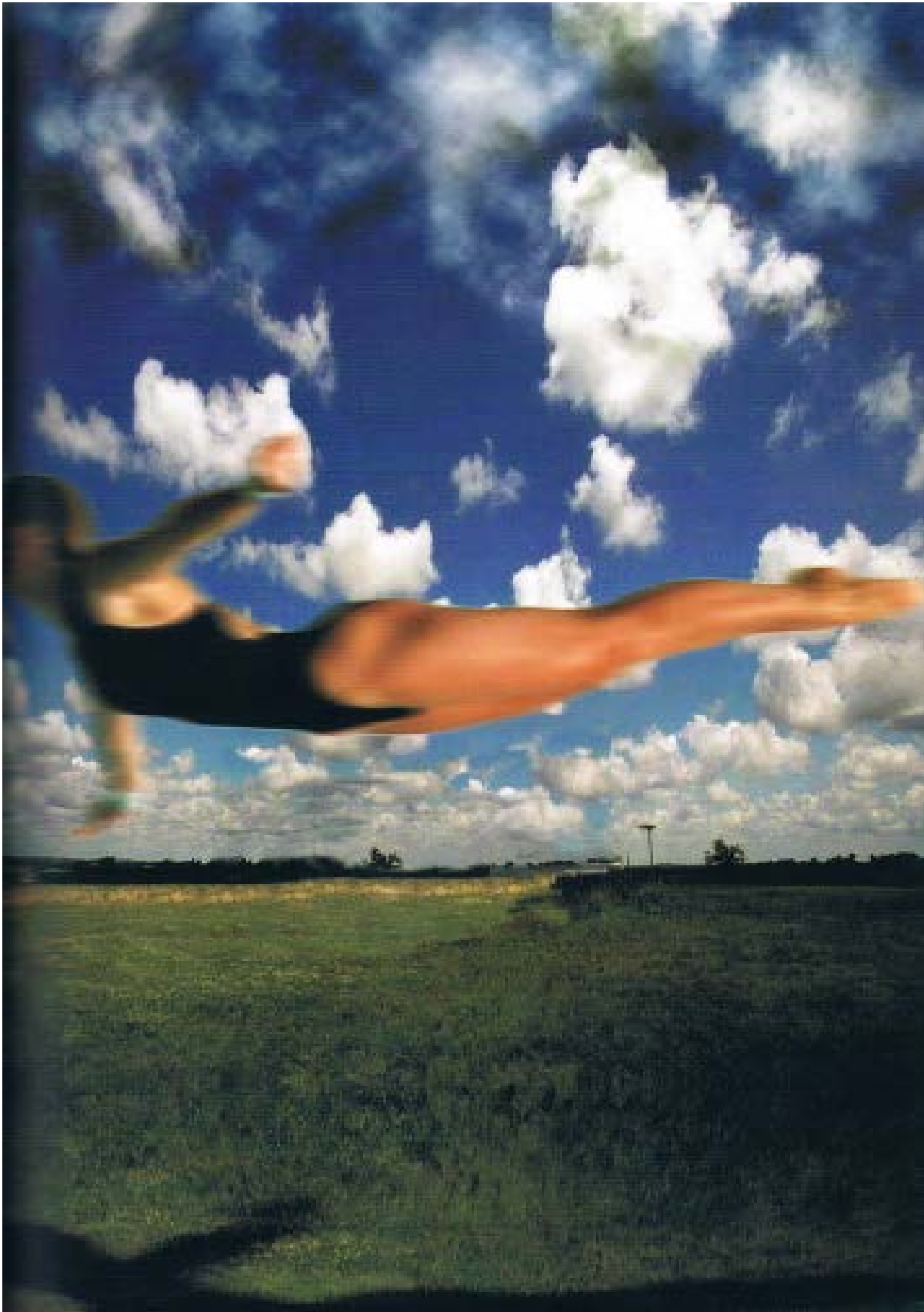
Los efectos perjudiciales derivados del consumo de bebidas alcohólicas dependen no sólo de la cantidad de alcohol ingerido sino del modo como se consuma y del tipo de bebida. Así lo ha confirmado un estudio científico realizado en el Centro de Investigación del Hígado, en Newcastle upon Tyne, en el Reino Unido. Aquellas personas que beben en horas fuera de las comidas presentan cinco veces más riesgo de cirrosis hepática que los que sólo beben en las comidas. Y, para una misma cantidad de alcohol, los bebedores que mezclan el consumo de bebidas distintas, aumentan ese riesgo hasta 23 veces. En cualquier caso, los efectos perjudiciales comienzan a hacerse evidentes si, en total, se superan tres copas diarias.

AGUJERO DE OZONO

Las noticias al respecto no son buenas. Los controles sobre la producción y uso de los clorofluorocarbonados se tomaron demasiado tarde y, posiblemente, si tales controles son muy severos, hasta el año 2015 no se produzcan los primeros tímidos signos de mejora de la capa de ozono. El agujero antártico de la capa de ozono del presente año 1988 acaba de ser evaluado con los datos procedentes del satélite NOAA, mostrándose como el más extenso y profundo de los conocidos, desde que a principios de los 70 se tuvieron noticias sobre este fenómeno.

SOHO OPERATIVO

Tal como hemos comentado en ocasiones anteriores, el Observatorio Solar y Heliosférico (SOHO) que estaba proporcionando datos de gran valor en sus investigaciones sobre el Sol quedó fuera de control el pasado mes de junio, tras una serie de errores temiéndose que no sirviera para investigar el máximo de actividad solar que se producirá en el año 2001. Ahora se acaba de conocer que ya han tenido éxito los intentos de recuperación, y se ha conseguido reprogramar y poner nuevamente en servicio a la mayor parte de los 12 instrumentos que el SOHO lleva a bordo.



TELETRANSPORTE

06-11-98

En muchas obras de ciencia-ficción y en series de filmes cinematográficos como STAR TREK, suele suponerse que el hombre ha conseguido lograr el teletransporte o telemudanza, es decir, la capacidad de transportar, de un modo casi instantáneo, desde un lugar, a otro diferente, por lejano que sea, un objeto material, o un ser vivo.

Ello implica, que las entidades materiales desaparezcan de su ubicación original, para aparecer casi simultáneamente, tal como son, en otro sitio diferente y lejano. La mayor parte de nosotros sonreiríamos con incredulidad ante un planteamiento de este tipo pero, en la prestigiosa revista Science, acaba de publicarse un trabajo, por parte del equipo investigador dirigido por el Dr. Furusawa, demostrando que lo han podido conseguir, con ciertas condiciones. Han logrado el teletransporte del estado cuántico de un rayo de luz. Evidentemente, este logro es minúsculo comparado con la posibilidad de teletransportar a un objeto o persona, pero demuestra la posibilidad real del fenómeno. Y es irónico el hecho que las leyes que rigen y permiten el teletransporte ya fueron descubiertas, hace décadas, por Einstein y sus colegas, cuando ellos intentaban realizar un análisis crítico de la mecánica cuántica, cuyo desarrollo comenzaba.

FUNDAMENTOS. Cualquier objeto físico, incluyendo a los seres vivos, consiste en un cierto número de átomos, con una determinada disposición. Un objeto podría ser totalmente descrito o "refabricado" reproduciendo el tipo y disposición exacta de todos y cada uno de los átomos del objeto. Por tanto, para lograrlo, no es necesario transportar, en el sentido clásico, las partículas, sino que sería suficiente transmitir velozmente la información (por ejemplo, mediante ondas luminosas) y reconstruir, en el lugar de destino, el patrón original. Por tanto, el proceso global constaría de: a) Un escáner de los objetos; b) Un sistema de transmisión-recepción; c) Un resintetizador de objetos.

Los instrumentos escáneres existentes hoy día son infinitamente rudimentarios en relación con la posibilidad de escanear en el ámbito

atómico a un objeto inanimado pequeño, más aún a un ser vivo, donde tiene lugar un constante movimiento interno, incluso intracelular, de moléculas y átomos, en un equilibrio que nunca es estático, sino dinámico. Respecto a los sistemas de transmisión de información, posiblemente serían los constituyentes más fáciles de lograr. Aún así, cabe recordar que el proyecto Humano Visible, de los Institutos Nacionales de la Salud, que está proporcionando a los estudiantes e investigadores información tridimensional de un cadáver humano con una resolución de un milímetro. Para ello, se requiere una capacidad de almacenado de información de 10 Gigabits (un diez seguido de diez ceros), equivalente a unos 10 CD ROM. Si en el hombre se pudiese alcanzar la magnitud atómica y determinar los movimientos atómicos, la información precisa alcanzaría la magnitud de un 10 seguido de 32 ceros. Para almacenarla, ello precisaría de todos los CD ROM que cupiesen en una inmensa caja cúbica de 1000 Km de lado. Desde luego, con las mejores fibras ópticas hoy concebibles, para transmitir esa gran cantidad de información, se necesitarían cientos de millones de años. En cuanto al tercer componente teórico de un sistema de teletransporte, el resintetizador de objetos, sería lo más difícil de conseguir, dada la complejidad de la ordenación de los átomos en forma de moléculas, macromoléculas, supermacromoléculas, estructuras celulares y así sucesivamente.

"ENREDAMIENTO" CUÁNTICO. Por ahora, por lo visto anteriormente, podemos olvidarnos de la posibilidad del teletransporte de objetos materiales y, mucho menos, de un ser vivo. Pero, ¿contradice el fenómeno del teletransporte a las leyes físicas establecidas o, al contrario, es una posibilidad permitida por las mismas? Hasta hace pocos años los científicos creían que el teletransporte no era posible ya que violaría el principio de incertidumbre de Heinsenberg, básico en la mecánica cuántica. El principio de incertidumbre establece que la observación de un objeto (escaneo) cuando más detallada es, hace que el objeto se modifique más profundamente. Lo entenderemos con un símil de nuestra vida práctica: cuando medimos la presión de un neumático con un manómetro, se deja escapar algo de aire y, por tanto, por el hecho de realizar la medida se cambia la presión ligeramente, es

decir, la situación original del objeto observado. El problema es que, en el caso de la dimensión electrónica o cuántica, su observación o escaneo produciría alteraciones muy importantes respecto a su situación original.

En esta situación, seis grandes científicos, en 1993, entre ellos algunos ligados a IBM, publicaron un artículo, en una importante revista física, concluyendo que el teletransporte podría ser posible y que no viola ninguna ley fundamental. Para soslayar el colapso causado en la misma por la observación detallada de una partícula se basaron en un aspecto paradójico de mecánica cuántica conocido como enredamiento cuántico o más precisamente como efecto Einstein-Podolsky-Rosen, desde que estos grandes físicos lo discutieron en los años 30. Veamos un ejemplo del mismo: un pión es una entidad subatómica que se puede transformar en dos partículas, un electrón y un antielectrón o positrón, cuyos espines (su dirección de giro) han de ser contrarios. De acuerdo con la teoría cuántica, tras la producción de estas partículas, no importa lo lejos que se encuentren entre sí, permanecen íntimamente ligadas. Si tratamos de medir su espín, antes de hacerlo, cada partícula se encuentra en un extraño estado indefinido, una especie de superposición de ambos espines. Pero si medimos el espín de una de las partículas, el de la otra, por lejos que se encuentre en el Universo, inmediatamente adquiere el espín opuesto.

TELETRANSPORTE. Lo que postularon, en 1993, los seis científicos antes citados, fue la posibilidad del teletransporte de una partícula original A utilizando el concurso de otra pareja de partículas, B y C, "enredadas" entre sí. Para ello, A se escanearía parcialmente (en lugar de totalmente, con lo que se evita su colapso) y la parte no escaneada de la información pasaría de A hasta C, que nunca se pone en contacto con A, mediante la partícula "enredada" B. Tras aplicar las transformaciones oportunas, C se convierte en la réplica exacta de A, que desaparecería. Tras esos estudios teóricos de 1993, diversos grupos investigadores comenzaron sus intentos de teletransporte de subpartículas o propiedades sencillas. En febrero de 1998, unos científicos austriacos, dirigidos por el profesor de Física William Wootters, afirmaban en la revista ***Nature*** que podían

teletransportar una propiedad física desde una partícula de luz hasta otra, sin una conexión física entre ellas.

Y, ahora, usando el sistema indicado previamente, el trabajo recién publicado en la revista ***Science***, ha confirmado la realización del teletransporte del estado cuántico de un rayo luminoso. Desde luego, la noticia no supone automáticamente la posibilidad del teletransporte de un ser humano ni siquiera la de un simple átomo, pero tiene una enorme importancia conceptual. En todo caso, se considera como una primera etapa en la creación de "ordenadores cuánticos" y los servicios militares americanos ya tienen varias líneas de investigación dirigidas al objetivo de usar las posibilidades abiertas, para el cifrado de mensajes y para guardar información sobre entidades atómicas inestables.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Investigadores de la Universidad Hacettepe de Ankara, en el número de noviembre de la revista ***DIABETES CARE***, publican sus resultados demostrativos de que la vitamina E puede contrarrestar eficazmente el daño nervioso que, frecuentemente, tiene lugar en pacientes diabéticos de tipo 2 (inicio en adultos). Tras seis meses de tratamiento de los pacientes la mejora se evidenció, sobre todo, en las funciones de brazos y manos, con más intensidad que en piernas y pies. El hallazgo apoya la teoría de que el daño nervioso en la diabetes se debe a un estrés oxidativo ya que la vitamina E actúa como un antioxidante que evita la producción de radicales libres dañinos.

CHIP ATÓMICO

Utilizando un microscopio de escaneo de túnel, científicos de la Universidad Técnica de Dinamarca han creado un chip de ordenador, tan pequeño que se basa en un único átomo de hidrógeno que se mueve sobre una minúscula superficie de silicio creando un código binario. Lo importante es que, en contraste con otros hallazgos anteriores, el proceso se realiza a temperatura ambiente, no siendo necesario situarse cerca del cero absoluto. Los expertos opinan que si, en el plazo de unos 10 años, se consigue la aplicación técnica del proceso, la capacidad de almacenado de información podría multiplicarse por un factor de un millón.

HORNO MICRONDAS

En la revista ***NEW SCIENTIST*** se describe un nuevo horno microondas fabricado por la firma americana TurboChef, del que ya se ha lanzado una versión comercial, y las versiones domésticas están a punto de aparecer. En el horno se combina un sistema de flujo de aire de alta velocidad con las microondas de modo que "*el calor sólo puede dirigirse hacia la comida, que se rodea de un manto caliente*". Su alto rendimiento permite asar un pollo en cuatro minutos, cocer vegetales en menos de dos minutos o preparar un bistec en unos tres minutos.

EL ÍNDICE GLICÉMICO

13-11-98

Estudios realizados en varios países desarrollados han demostrado que casi un 15% de la población presenta defectos en la tolerancia a la glucosa y, de ellos, más de una tercera parte desarrollan, posteriormente, la forma de diabetes conocida como no dependiente de insulina, asociada a diversas complicaciones patológicas que hacen aumentar las cifras de morbilidad y de mortalidad.

Lo que popularmente se denomina ***azúcar en la sangre***, es decir, la glucemia o concentración de la glucosa en sangre, depende de numerosos factores genéticos, metabólicos y hormonales. Pero, también, de modo importante, de la naturaleza y composición de los alimentos que ingerimos.

Para cuantificar esta última influencia se ha desarrollado el denominado **índice glicémico de los alimentos**, que permite clasificar a los mismos de acuerdo a cómo afectan a nuestra glucemia. Incomprensiblemente este concepto es bastante desconocido para una gran parte de la población e, incluso, de los especialistas. Un adecuado uso del índice glicémico puede ayudar a preparar comidas más saludables que faciliten el mantener controlada nuestras cifras de glucosa sanguíneas. Y esto es beneficioso no sólo para los diabéticos, sino para todas las personas que presentan desajustes en su tolerancia a la glucosa. También los deportistas y las personas con sobrepeso pueden beneficiarse del conocimiento adecuado del "índice glicémico" de los alimentos.

METABOLISMO. Mantener un adecuado nivel sanguíneo de glucosa en nuestra sangre que sea lo más constante posible es esencial, entre otras razones porque algunas de nuestras células, como son las preciadas e indispensables neuronas cerebrales se alimentan preferentemente de glucosa, consumiendo, normalmente, unos 120 gramos diarios de la misma. La glucosa en exceso se almacena en el hígado y músculo, como reserva energética, en forma del hidrato de carbono complejo, el glucógeno, que en animales equivale al hidrato de carbono complejo

vegetal almidón. Otra posibilidad metabólica de la glucosa es su conversión en depósitos grasos, aparte de que, al igual que el resto de nutrientes, se puede **quemar** metabólicamente para proporcionarnos calor y energía.

El aporte de glucosa, se puede realizar de varios modos: a) En primer lugar, como componente de los hidratos de carbono que ingerimos, siendo liberada y absorbida durante la digestión; b) En segundo lugar, a partir de nuestras limitadas reservas de glucógeno, hepáticas o musculares, aunque en este último caso no puede pasar directamente a la sangre; c) En tercer lugar, mediante su biosíntesis a partir de metabolitos precursores. Todo ello está sometido a numerosos y complejos mecanismos de regulación y control, muchos de ellos hormonales, conducentes a que nuestra glucemia se mantenga dentro de un nivel adecuado y estable.

Lo que nos interesa hoy, concretamente, es conocer como afectan los alimentos que ingerimos a la concentración de la glucosa en la sangre.

ÍNDICE GLICÉMICO. Los hidratos de carbono que ingerimos pueden ser moléculas simples de monosacáridos, disacáridos formados por dos monosacáridos o moléculas poliméricas polisacáridas complejas. Los monosacáridos simples (glucosa, fructosa, galactosa) los tomamos como tales en pequeña proporción. En mayor cantidad lo hacemos respecto a disacáridos como el azúcar normal o sacarosa (formado de glucosa más fructosa) y la lactosa o azúcar de la leche (galactosa más glucosa). Los polisacáridos complejos digestibles más abundantes son el glucógeno (de origen animal) y el almidón (de origen vegetal). El polisacárido celulosa no es digestible por los humanos y forma parte de lo que denominamos fibra. También existen porciones de hidratos de carbono que forman parte de complejos, asociados a proteínas (proteoglicanos, glicoproteínas) y lípidos.

Hasta hace unos años los científicos suponían que nuestro cuerpo absorbía y digería los azúcares simples más rápidamente que los complejos, dando lugar a incrementos rápidos de nuestra glucemia, mientras que el almidón presente en las patatas o el arroz lo harían más lentamente, haciendo que el incremento fuese menor. Ello condujo a

recomendaciones tales como la de evitar lo más posible el consumo de sacarosa (el azúcar comercial normal). Pero, sorprendentemente, hoy sabemos, por ejemplo, que las patatas asadas poseen un índice glicémico superior que el del azúcar de mesa.

¿Cómo se calcula el índice glicémico o capacidad de los hidratos de carbono para convertirse en glucosa sanguínea? Se hace de modo experimental, sobre personas voluntarias, sanas o diabéticas, quienes toman una cierta cantidad del alimento investigado, de modo que, en total, la muestra consumida contenga 50 gramos de hidratos de carbono en su composición. Después, a lo largo de varias horas se realizan diversos controles de glucemia para determinar lo rápidamente que los hidratos de carbono se transforman en glucosa sanguínea, con el concurso de un adecuado tratamiento estadístico. Como valor 100 de referencia se suele tomar el que corresponde al pan blanco, en cuyo caso el de la glucosa sería 137, el de sacarosa 92, el de la miel 100, el de lactosa 65, el de fructosa 32 o el de maltosa 152 (¡Más alto que el de la propia glucosa!). Las razones metabólicas de estos comportamientos, aunque relacionadas con los correspondientes metabolismos, aún no se conocen con precisión.

VALORES. Existen numerosas listas disponibles de índices glicémico que catalogan a centenares de alimentos. Por curiosidad, daremos algunos valores representativos. En panadería, el pan blanco sin gluten 129, el de cebada integral 55, los “donuts” 108 y la pizza de queso 86; en bebidas, los refrescos carbónicos 97 y la leche de soja 43; en preparados de cereales para desayunos, los de salvado 60, los cornflakes de maíz 119; en cereales en grano, la cebada 36, el arroz 83 (el instantáneo 128); en lácteos, la leche desnatada 43, el yogur desnatado sin azúcar 20; en frutas, cerezas 32, pomelo 36, albaricoques 44, pera 53, manzana 54, ciruela 55, melocotón 60, naranja 63, uva 66, kiwi 75, plátanos 77, papaya 83, pasas 91, piña 94, sandía 103; en legumbres, lentejas 41, alubias 42, garbanzos 47; en pastas, espaguetti 53, macarrones solos 64 y macarrones con queso 92; en vegetales de raíz, remolacha 91, zanahoria 101, patatas asadas 121, puré de patatas 100 y boniatos 77; en vegetales, guisantes 68 y maíz dulce 78; en

aperitivos, palomitas de maíz 79, patatas fritas laminadas 80, mientras que los cacahuetes tan sólo tienen un índice glicémico de 21.

Es importante señalar que existen numerosos factores que influyen sobre el valor del índice glicémico. Entre ellos, la variedad del producto en cuestión, el proceso de cocinado o el tamaño de partícula. Por ejemplo, en el arroz varía de 52 a 132, dependiendo de las características de su almidón, de modo que cuando la relación amilopectina / amilosa es mayor el índice glicémico es superior Los cuatro tipos generales de arroz existentes se pueden clasificar en orden creciente de índice glicémico: de grano largo, de grano medio, de grano corto y de tipo asiático o dulce. En las patatas suceden variaciones parecidas, dependiendo de su contenido en almidón. En todo caso, las nuevas suelen poseer un índice glicémico inferior. En cuanto a la participación de la maduración y del cocinado, por lo general cuando menos elaborados están los productos, su índice glicémico es menor. Lo mismo sucede respecto al tamaño de partícula, cuando se pasa desde granos enteros (por ejemplo, en maíz), a granos troceados, harina ordinaria u harina refinada. Por último, tampoco son desdeñables las diferencias individuales existentes entre las diferentes personas analizadas para calcular, en cada caso, el índice glicémico medio.

TABACO E IMPOTENCIA

Hace ahora 35 años que comenzaron a hacerse públicas las recomendaciones médicas contra el hábito de fumar. A lo largo de este tiempo se han investigado numerosos efectos desfavorables del tabaco. En esta ocasión, la American Medical Association advierte de la relación existente entre el tabaco y la impotencia, como consecuencia de los daños a los vasos sanguíneos que se producen por el hábito de fumar. A tal fin se han realizado concluyentes investigaciones en este sentido en diversos países tales como Francia, Suecia y Suráfrica, confirmando lo que muchos urólogos venían observando respecto a que un alto porcentaje de sus pacientes impotentes eran fumadores.

NICOTINA TERAPEUTICA

La nicotina es la responsable de las propiedades adictivas del tabaco, pero del estudio molecular de su acción se están derivando consecuencias favorables para la Salud. En efecto, en la última reunión de la Sociedad Americana de Neurociencias, celebrada en Los Ángeles, se han presentado diversas investigaciones mostrando el desarrollo de fármacos estructuralmente parecidos a la nicotina que parecen mostrarse potencialmente efectivos en el tratamiento de distintos desórdenes que van desde el Parkinson a la esquizofrenia, desórdenes de atención, depresión, etcétera.

LÍNEAS CELULARES PLURIPOTENTES

Han sido dos grupos investigadores americanos los que, de un modo diferente e independiente han conseguido obtener cultivos celulares pluripotentes, prácticamente inmortales, capaces de convertirse in vitro en células diferenciads. Las posibles aplicaciones potenciales que se abren son ilimitadas. El grupo del Dr. Shamblott, publica sus resultados en el último número de los *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*, partiendo de células germinales primordiales aisladas de tejido fetal humano, produciendo células raíces embrionarias que se diferenciaron en ectodérmicas, endodérmicas y mesodérmicas. El grupo del Thomson, en su publicación en *Science*, usó blastocistos humanos para producir las células raices embrionarias.

¿PARA QUÉ JUEGA DIOS A LOS DADOS?

20-11-98

La frase de Albert Einstein "Dios no juega a los dados", no poseía un componente teológico, ni era atribuible a ninguna deidad. Se refería al papel que puede tener el azar en la estructuración del Universo y en sus condicionamientos a las leyes físicas. Por el contrario,, el bioquímico y Nobel francés Jacques Monod, en su libro "El azar y la necesidad", insistió en la necesidad del azar, y en la no necesidad de Dios para explicar el comienzo de la vida y el proceso de la evolución biológica.

Es en el mismo contexto que lo hizo Einstein, sin ningún significado trascendente, utilizaremos en esta divulgación científica la palabra Dios. Hace ya casi un siglo que conocemos la naturaleza cuántica del mundo, de la materia y de la energía. Hemos profundizado enormemente en el conocimiento de nuestro Universo, pero los detalles de los acontecimientos cuánticos son totalmente impredecibles y se ajustan a supuestos probabilísticos. Ello es aplicable a un amplio rango de fenómenos, desde las transiciones atómicas a las descomposiciones nucleares. En este sentido se podría afirmar que, efectivamente, Dios juega a los dados. Respecto a una posible respuesta a la pregunta "¿Para qué juega Dios a los dados?", si la hubiera, debería ser coherente con la consideración de que la incertidumbre cuántica no debe fabricar caos ni desorden, sino que, por el contrario, debe aumentar la coherencia universal.

INCERTIDUMBRE CUÁNTICA. Las propiedades de las partículas cuánticas sólo adquieren valores definidos cuando se realiza su medida. Concretemos ello en la medida del **espín** de las partículas subatómicas, que es una magnitud ligada a su sentido de giro, el mismo de las agujas del reloj ("up"), o el contrario ("down"). Cuando una partícula subatómica, como puede serlo un "pión", se descompone en la pareja formada por la partícula electrón y por la antipartícula positrón, éstas necesariamente, han de poseer espines opuestos. Pero, de acuerdo con la teoría cuántica, hasta el momento en que se realiza la medida, cada

una de las dos partículas permanece en un misterioso estado indefinido, en una especie de superposición de ambos espines.

En una reciente colaboración en la que tratábamos el tema del **Teletransporte** o Teletransferencia, nos referíamos al **enredamiento cuántico**, más precisamente conocido como **efecto Einstein-Podelsky-Rosen**. Este efecto es aplicable a la pareja considerada de electrón-positrón y, daría lugar a que, en un momento dado, por muy alejadas entre sí que se encontrasen ambas partículas en el Universo, siga existiendo entre ellas un cierto nexo de unión o comunicación instantáneo. Un supuesto puede aclararnos la cuestión: si medimos el spin de una de las partículas, desaparece su situación previa de superposición de espines, y el resultado de la medida (con un 50 % de probabilidad para cada una de las dos opciones, down y up) **obligatoria** e **instantäneamente** hace que el spin de la otra partícula también deje de ser indeterminado y se defina, exactamente, como el opuesto al de su lejana compañera. Pero, recordemos que, según la teoría de la relatividad de Einstein, hay un límite máximo de velocidad en el Universo y nada, incluso la información, puede viajar a más velocidad que la luz. Entonces, ¿qué es lo que ocurre?

NO-LOCALIDAD. El efecto anterior, un **efecto de no-localidad**, es también aplicable de un modo general a fotones, electrones o átomos. Para salvar el problema de la instantaneidad lo más elemental sería pensar que la teoría cuántica puede no serlo todo. Pero grandes físicos, como John Bell, del Laboratorio Europeo de Física de Partículas, hace años que llegaron a la conclusión de que si existiese una imaginable teoría más completa que la cuántica, en todo caso, sus predicciones habrían de estar de acuerdo con la propia teoría cuántica, es decir, que poseería las mismas características de no-localidad que la teoría cuántica ordinaria. Más aún, diversas aproximaciones experimentales, desde 1981, vienen confirmando que realmente existe el fenómeno del enredamiento cuántico. Un ejemplo concreto de ello se comprobó, en Suiza, en pares de fotones viajando por cables de fibra óptica, que se separaron más de 30 Km.

El físico Abner Shimon, de la Universidad de Boston, se refiere a este fenómeno definiéndolo como de **coexistencia pacífica** entre la

teoría cuántica y la de la relatividad. Necesariamente el resultado (down o up) que se alcance con una partícula en el extremo de una pareja, enredada cuánticamente, alterará instantáneamente lo que suceda a la partícula del otro extremo, sean cuales sean las distancias y barreras existentes entre los extremos. Pero los resultados, por sí mismos, serán totalmente incontrolables, No importa sobre cuál de las partículas se realicen las medidas, los resultados globales se producirán al azar, en igual medida. Y desde un extremo no se podrá predeterminar (antes de conocer su propio valor) el resultado del otro extremo, o lo que es igual, el enlace no se puede utilizar para enviar ningún tipo de mensaje.

PARA QUÉ JUEGA DIOS. De acuerdo con lo anterior, la situación sería comparable a la existencia de la más perfecta red telefónica imaginable, con conexiones y enlaces múltiples y perfectos, que permiten la comunicación instantánea entre cualesquiera puntos del Universo. Pero los terminales telefónicos son inútiles, de modo que cuando se habla, los sonidos se distorsionan al azar, haciéndose completamente indescifrables. Tal como expone el científico israelita Asher Peres, se trata de **información sin información** o, en expresión del Dr. Shimony, ya citado con anterioridad, de una "*pasión a distancia*".

Sin embargo, estas consideraciones nos sirven para responder a la pregunta de *"¿Por qué Dios juega a los dados?".* Es precisamente el azar el que asegura que la teoría cuántica no transgreda la teoría de Einstein. De esta manera se protege la relación entre causas y efectos, asegurando que los efectos nunca tengan lugar antes o simultáneamente que las causas. Para ese teórico Dios al que nos estamos refiriendo, la relatividad sería la que asegurara el grado de separación e individualidad existente entre las piezas lejanas del Universo. Pero EL, por medio del **enredamiento cuántico**, mantiene los enlaces entre los elementos distantes de ese Universo al que guarda coherentemente conectado. La paradoja consiste en que es precisamente el azar el que hace posible que se mantengan más unidos a los componentes lejanos del Universo, así como que se asegure la distinción entre causa y efecto. Por tanto, en ello radicaría la razón de para qué Dios juega a los dados. Y, llegados a este punto, podríamos hacernos unas nuevas preguntas: *"¿Por qué Dios arroja los dados del*

modo cómo los hace?" o, lo que es igual, *"¿Por qué Dios ha escogido los dados de la mecánica cuántica y no otros?".* Por ahora, éstas son preguntas sin respuesta.

DEGRADACIÓN TERRESTRE

Los fenómenos de erosión, desertización e inadecuadas prácticas agrícolas e industriales están conduciendo a una progresiva degradación de la superficie terrestre. Según estudios realizados por la UNESCO, sumando la degradación severa y la moderada, el continente más degradado es Australia, con más del 60% de degradación de su superficie total. Le siguen Asia (43%), África (40%), Europa (31%) y América (28%). El mayor porcentaje de degradación severa le corresponde a África, con un 18%. En cuanto a Europa y la lluvia ácida, procedente de las actividades industriales, el porcentaje de bosques afectados supera el 50% en Holanda, Alemania y Suiza.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Diversas investigaciones relacionan las funciones de la memoria en las personas mayores (65-94 años) con sus niveles plasmáticos de antioxidantes, antioxidantes tomados en los alimentos de la dieta, o como suplementos, específicamente la vitamina C, la E y el beta-caroteno. Existe una relación inversa entre esos niveles y la incidencia de problemas de memoria. Variables como reconocimiento, recuerdo y vocabulario se correlacionan significativamente con las concentraciones de beta-caroteno y vitamina C, lo que avala lo conveniente de su ingesta abundante en las personas mayores.

ÁCIDO LIPOICO

El ácido lipoico es un componente necesario para la actuación de diversos complejos enzimáticos alfa-cetoácidos dehidrogenasas que participan en el catabolismo de aminoácidos, hidratos de carbono y en la obtención de energía (ATP) en las mitocondrias. No suele considerarse una vitamina porque solemos producirlo o tomarlo en suficiente cantidad. Pero, recientes estudios experimentales realizados en animales indican la existencia de diversos efectos desfavorables ocasionados por su carencia. En humanos se ha comprobado niveles bajos en diabetes, cirrosis hepática y enfermedades cardíacas, así como en atletas o personas que hacen intensos ejercicios físicos, por lo que se comienza a recomendarse su suplementación en estos supuestos.

LAS AVENTURAS SEXUALES DEL PRESIDENTE

27-11-98

Este relato se refiere a un presidente americano. Poco después de iniciarse su mandato presidencial fue acusado de escándalo sexual. En un periódico se le atribuyeron relaciones sexuales ilícitas con una mujer 28 años más joven que él. Sin embargo, el escándalo no afectó mucho a su popularidad y nuevamente salió elegido. El poder legislativo llegó a iniciar un juicio preliminar de implicaciones, o "impeachment", que contenía varias alegaciones, entre ellas la del escándalo sexual.

El presidente negó casi todas las alegaciones, admitiendo sólo alguna de ellas parcialmente, guardando silencio, para que fuesen sus familiares y seguidores políticos quienes le defendiesen. Su defensa principal consistió en repetir que su vida privada no guardaba relación con su actividad profesional por lo que no debería repercutir sobre su reputación pública. Al final, no se llegó a alcanzar ninguna resolución al respecto y durante mucho tiempo se siguió discutiendo sobre los detalles del caso. No se trata de la historia de Bill Clinton sino de la de Thomas Jefferson. Aunque, por si acaso, no olvidemos que el abreviado nombre Bill Clinton se corresponde al real de William Jefferson Clinton. Y esa referencia nominal a Jefferson es un recuerdo, muy usual en Estados Unidos, respecto al tercer presidente de Estados Unidos, Thomas Jefferson (1743-1826).

JEFFERSON. Junto con Abraham Lincoln y George Washington, Jefferson constituye, desde hace casi dos siglos una referencia admirativa para todos los ciudadanos de su país. Su rostro está impreso en las monedas americanas, en los billetes de dos dólares, en un gran número de monumentos y, ¿cómo no?, en las conocidas efigies rocosas del Monte

Rushmore. Su recuerdo siempre ha estado ligado a que, como Secretario de Estado, fue uno de los primeros autores de la Declaración de Independencia, así como a su eminente papel de dirigente político y filosófico. Su interés por las Artes y las Ciencias, se plasmó, tras su mandato presidencial, en su protagonismo en la fundación de la Universidad de Virginia.

Jefferson fue el primer presidente americano acusado de escándalo sexual. Las sospechas se publicaron, por primera vez, en 1802, al año de su presidencia (1801-1809), en un periódico de Richmond. Se le atribuían relaciones sexuales ilícitas con su esclava negra Sally Hemings. En 1805, en plena presidencia, fue la legislatura de Massachussets quien inició su "impeachment". Los hechos habían comenzado, en 1786, en París, donde Jefferson desempeñaba el cargo de embajador en Francia, tras la muerte de su mujer. Sally Hemings, de 14 años de edad, fue enviada a París para que acompañase a la hija menor de Jefferson. No se sabe lo que allí pudo ocurrir, pero lo cierto es, que Heming acompañó a Jefferson en su vuelta a Estados Unidos, en 1789, permaneciendo a su servicio. Y, posteriormente, llegó a tener hasta cinco hijos, comenzando con Tom, en 1790 y finalizando con Eston, en 1808.

PATERNIDAD. ¿Quién era o quienes eran sus padres? Algunos detalles apuntaban hacia la paternidad de Jefferson. En primer lugar, su parecido físico con alguno de los niños. En segundo término, porque Jefferson residía en su mansión de Monticelello en Virginia, donde también se encontraba la esclava Sally, en las épocas en que cada niño debió ser concebido. Y, en tercer lugar, el testimonio del cuarto hijo, Madison quien, en su edad adulta, afirmó que su madre había reconocido que Jefferson era el padre de todos sus hijos. Sin embargo, muchos historiadores mantenían dudas respecto a esta interpretación y, junto a la descendencia legal de Jefferson, buscaban la explicación del parecido físico con Jefferson, indicando que la paternidad podría haber correspondido a Samuel o a Peter Carr, hijos de una hermana del presidente.

De ser Jefferson el padre real ello ayudaría a arrojar alguna luz sobre su verdadero carácter moral. En efecto, Jefferson, antes de 1780,

había mantenido una fuerte posición en apoyo del movimiento antiesclavitud. Pero en esa fecha, coincidente con el inicio de sus hipotéticas relaciones con su esclava negra, su postura al respecto comenzó a cambiar, expresando claras reservas frente a la finalización de la esclavitud. Entre sus argumentos no era el menor el que ello podría significar una indeseable mezcla y amalgama racial de la población.

EL ADN. Dejando aparte cualquier juicio al respecto, ¿fue Jefferson un gran hipócrita en el manejo de sus argumentos respecto a la esclavitud? El ADN nos acaba de dar una prueba sobre la hipocresía de Jefferson. La investigación la ha realizado un equipo científico formado por genetistas de Virginia, Holanda y Reino Unido, así como por bioquímicos y estadísticos de Oxford. Recordemos que la pareja cromosómica sexual femenina es XX, mientras que la masculina es XY. Ello significa que la mayor parte de la composición del cromosoma Y de un niño varón coincide con la del cromosoma Y paterno, es decir, que la información del cromosoma Y se va heredando a lo largo de la línea masculina de la descendencia, lo que puede servir para seguir el rastro paterno. Estos estudios cromosómicos necesitan del estudio de ciertos marcadores polimórficos del ADN (pequeñas regiones del ADN que varían entre los individuos) que conforman lo que se denomina haplotipo del cromosoma, dependiendo de las variantes de esos marcadores. En los últimos dos años diversos grupos investigadores han identificado a una serie de estos marcadores adecuados para el seguimiento del cromosoma Y, lo que está posibilitando estos estudios de herencia vía paterna.

Así lo ha hecho un equipo multidisciplinar (genetistas, bioestadísticos, bioquímicos) e internacional (ingleses, holandeses, americanos) de científicos que han analizado este cromosoma Y en algunos descendientes varones relacionados con Jefferson o con la esclava Sally. Sus resultados acaban de publicarse en la revista ***Science***.

Una complicación adicional consistió en que Jefferson no dejó descendencia viva por vía masculina. Por ello, lo que los investigadores han analizado han sido a los descendientes varones vivos de un abuelo paterno de Jefferson, comprobando que en ellos existe un raro haplotipo característico de 19 marcadores polimórficos, que estaba

ausente en otras 1200 personas de control analizada. Este haplotipo, el **haplotipo Jefferson**, tampoco se correspondió con los descendientes varones de los sobrinos del presidente (los hijos de su hermana), pero si fue compatible con el de los descendientes varones de Eston Heming, el hijo menor de Sally. La probabilidad de que esa compatibilidad se diese por azar se evaluó en menos del 1%, por lo que con casi total seguridad se puede afirmar que, efectivamente, la paternidad de Eston le correspondió al presidente. También se ha obtenido la interesante conclusión de que el haplotipo de Jefferson, por el contrario, no es compatible con el de los descendientes varones de Tom Woodson, el primer hijo de Sally. Ello podría deberse dos posibilidades: a) que el presidente no fuese el padre de Tom; y b) que si lo fu, pero que a lo largo de los descendientes varones se diese alguna paternidad legal que no fuese la real.

En todo caso, la investigación que comentamos ilustra una de las múltiples posibilidades de aplicación de las actuales técnicas de la Biología Molecular y deja bien claro que, al menos en su razonamiento acerca de la esclavitud, el presidente Jefferson fue un hipócrita total.

ALCOHOLISMO

El consumo de alcohol y la resistencia a sus efectos están inversamente relacionados con la concentración cerebral de un neuropéptido, el NPY o neuropéptido Y. La investigación se ha publicado en ***Nature*** por científicos de la Universidad de Washington que utilizaron ratones que podían o no producir (en este último caso, por una alteración genética del gen de NPY) neuropéptido Y. Los ratones incapaces de producir NPY bebieron más alcohol que los normales y fueron bastante menos sensibles a sus efectos sedativos e hipnóticos. Por el contrario, otros ratones transgénicos que producían más NPY que los normales, preferían beber menos alcohol y sucumbían más fácilmente a sus efectos.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Existen resultados contradictorios sobre los postulados efectos saludables del ajo, aclarados tras una investigación de Dr. Milner, la máxima autoridad mundial en el tema. Todo radica en su preparación: Para obtener los máximos efectos, como los anticancerígenos o anticolesterol, el ajo machacado debe dejarse a temperatura ambiente durante diez minutos, con lo que actúa su enzima alliinasa, responsable de la formación de beneficiosas sustancias azufradas. Esos efectos saludables no tienen lugar si los ajos, enteros o machacados, se someten al calentamiento, o cocción previa, sin dejar actuar a la alliinasa. Si el calentamiento o cocción se realiza tras los diez minutos de actuación de la enzima, los ajos solo conservan del 20-40% de su capacidad saludable. Conclusión: lo más efectivo es machacar los ajos, dejarlos un poco tiempo a temperatura ambiente y usarlos crudos, como tales, o como aliño culinario. ¿Se atreven?

LÁSERES MULTIONDAS

Investigadores de la compañía Bell acaban de anunciar un gran avance en la tecnología láser. Hasta ahora los láseres semiconductores son monocromáticos, porque los niveles electrónicos se distribuyen en bandas energéticas continuas. El láser que se acaba de desarrollar utiliza un material semiconductor especial diseñado para producir diferentes transiciones ópticas, habiéndose conseguido que emita hasta

en tres longitudes de onda diferentes correspondientes al espectro del infrarrojo medio. Su utilidad principal más inmediata será en aplicaciones de espectroscopía diferencial y en aplicaciones tales como el análisis de trazas de gases.

LOS ELEFANTES NO NECESITAN TELÉFONO

04-12-98

No se trata de un juego de palabras ingenioso. En la competición científica anual que se realiza en las High School canadienses la investigación "Por qué los elefantes no necesitan teléfono", propuesta por la joven estudiante Della Drury, ha obtenido la medalla de oro en la categoría de Ciencias Físicas Intermedias, al ser seleccionado como el mejor proyecto de ese nivel.

Por otra parte la naturalista Katy Pyne, una experimentada investigadora en bioacústica, acaba de publicar un libro titulado **El Estruendo Silencioso: En Presencia De Los Elefantes** ("Silent Thunder: In the Presence of Elephants"), en el que también aborda el tema de la comunicación entre los elefantes, llegando a las mismas conclusiones que Della Drury.

Los biólogos que estudian en África a estos animales están convencidos de que los elefantes, en ocasiones, pueden comunicarse unos con otros, a distancias inexplicablemente lejanas, de un modo no perceptible para los humanos. Como ejemplo podemos citar las experiencias de Rowan Martin, en Zimbabwe, realizadas sobre elefantas radiolocalizadas, pertenecientes a diferentes familias y controladas a lo largo de varios años. La conclusión es la de que estos animales, aún separados por una decena de kilómetros de bosques, son capaces de coordinar sus desplazamientos con el resto de la manada.

En la India, los elefantes se han utilizado como vehículos de transporte y carga durante muchos años, existiendo numerosos relatos sobre sus extraordinarias capacidades. Fue en 1972 cuando el naturalista M. Krishnan apuntó la posibilidad de que los elefantes pudiesen comunicarse entre sí usando frecuencias sonoras no audibles totalmente para los humanos. Es ahora cuando comienzan a aclararse los mecanismos concretos de tal tipo de comunicación.

SONIDO. Las ondas sonoras tienen naturaleza ondulatoria, lo cual significa que poseen una determinada longitud de onda (l) que se relaciona con la velocidad de propagación (v, que es fija e igual, en el

aire, a unos 340 metros por segundo), y con la frecuencia (f, que es el número de ondas por unidad de tiempo), de forma que v = f . l. Por tanto, una onda sonora poseerá menor longitud de onda si su frecuencia es más alta (sonido más agudo), mientras que a una mayor longitud de onda le corresponde una frecuencia menor (sonido más grave). El oído humano normal suele captar los sonidos cuyas frecuencias se corresponden al rango de frecuencias entre unos 30 y unos 15.000 Hertzios (1 Hertzio equivale a un ciclo por segundo). De ahí que el oído no pueda percibir bien los ultrasonidos de alta frecuencia ni tampoco los infrasonidos de muy bajas frecuencias.

El sonido usual que todos hemos oído, procedente de las trompas de los elefantes, es de baja frecuencia, pero dentro de los límites audibles, y se emite en situaciones de excitación, estando asociado a la diversión y al juego, aunque también con el miedo y la huida. Frecuentemente se emite cuando los elefantes son agredidos o agreden a otro u otros animales.

El sonido humano procedente de nuestras cuerdas bucales se corresponde a un modelo de producción equivalente a un tubo lleno de aire abierto por un extremo y cerrado por el otro. El estudio de Dolly Drury, la joven canadiense antes citada, sobre los sonidos audibles de los elefantes, muestra en este caso, la aparición de ciertos armónicos, que se correspondería a un modelo de producción equivalente a un tubo abierto por ambos extremos, es decir, igual que el de un tubo de órgano abierto. Sin embargo, ello exigiría la existencia de unas vías aéreas con longitudes demasiado largas, ¡incluso para un elefante! Pero el Dr. Hezy Shoshani, un experto en elefantes de Wayne State University ha descubierto ciertas peculiaridades anatómicas en la cabeza de los elefantes que podrían funcionar como tales largas vías aéreas.

INFRASONIDOS. Lo que más nos puede llamar la atención es la capacidad de comunicación a gran distancia, inaudible para los humanos, que pueden mostrar los elefantes. Ello se debería a la producción de sonidos de muy baja posible. Para comprobarlo los investigadores han usado sofisticados equipos de registro y reproducción de sonido, entre ellos grabadores científicos Nagra IV SJ, micrófonos B&K así como radiotransmisores especiales acoplados a los

cuellos de los elefantes. Los resultados muestran que, efectivamente, los elefantes emiten infrasonidos de baja frecuencia, que marcan sus vidas sociales, aunque estén separados entre sí 3 ó 4 kilómetros. Entre esos comportamientos sociales está la competición entre los machos para la supremacía reproductora o la reunión de los individuos antes de emprender un viaje.

Esa tan baja frecuencia puede llegar hasta los 5 Hertzios, grabados en el caso de un elefante salvaje en la República Central Africana. En la sabana africana los sonidos más infrasónicos (unos 14 Hertzios) suelen corresponder a los elefantes machos que se hallan en un estado especial de secreción, en el que poseen un alto contenido en la hormona testosterona y sienten ansias de cópula y lucha. Las hembras en celo también parecen emitir unas llamadas o canción infrasónica durante unos 45 minutos, que atraen a los elefantes desde cualquier dirección.

Esta función en la cópula es importante ya que los elefantes adultos, machos y hembras, viven frecuentemente, alejados entre sí y se mueven imprevisiblemente. Una hembra se pone en celo una vez cada 4 ó 5 años y permanece en esa situación tan sólo 2 ó 3 días. Por ello, la facilitación del encuentro entre macho y hembra es esencial para aprovechar esa pequeña ventana de oportunidad. Y, realmente, ello es lo que suele ocurrir.

POSIBILIDADES. Realmente aún se sabe muy poco, desde el punto de vista científico, sobre los mecanismos fisiológicos de emisión y recepción de estos sonidos infrasónicos por parte de los elefantes. Incluso es posible que existan otros mecanismos alternativos de comunicación a gran distancia, por ejemplo, el de **sentir** el sonido transmitido por el interior de la tierra, de un modo análogo a otros animales que se comunican **sísmicamente**, tales como muchas ranas e insectos.

Lo cierto es que, cuando los elefantes emiten sus sonidos infrasónicos inaudibles para los humanos, las vibraciones transmitidas por el interior de la tierra pueden medirse a una distancia de medio kilómetro, mediante detectores geológicos no demasiado sofisticados. Más aún, como los sonidos viajan más rápidamente por el interior del

terreno que por el aire ello significa que podrían ser detectados por las patas de los elefantes antes que por sus oídos. Y como ese retardo aumenta con la distancia del sonido emitido podría servir como una especie de señal indicadora de la distancia a la que se encuentra el elefante emisor.

Sean cuales sean los descubrimientos futuros sobre este tema, lo que ningún entendido pone en duda es la gran capacidad cognitiva de los elefantes. Un ejemplo de ello es que un elefante bien entrenado puede discernir y cumplimentar adecuadamente hasta 40 instrucciones diferentes.

HUMOS DAÑINOS

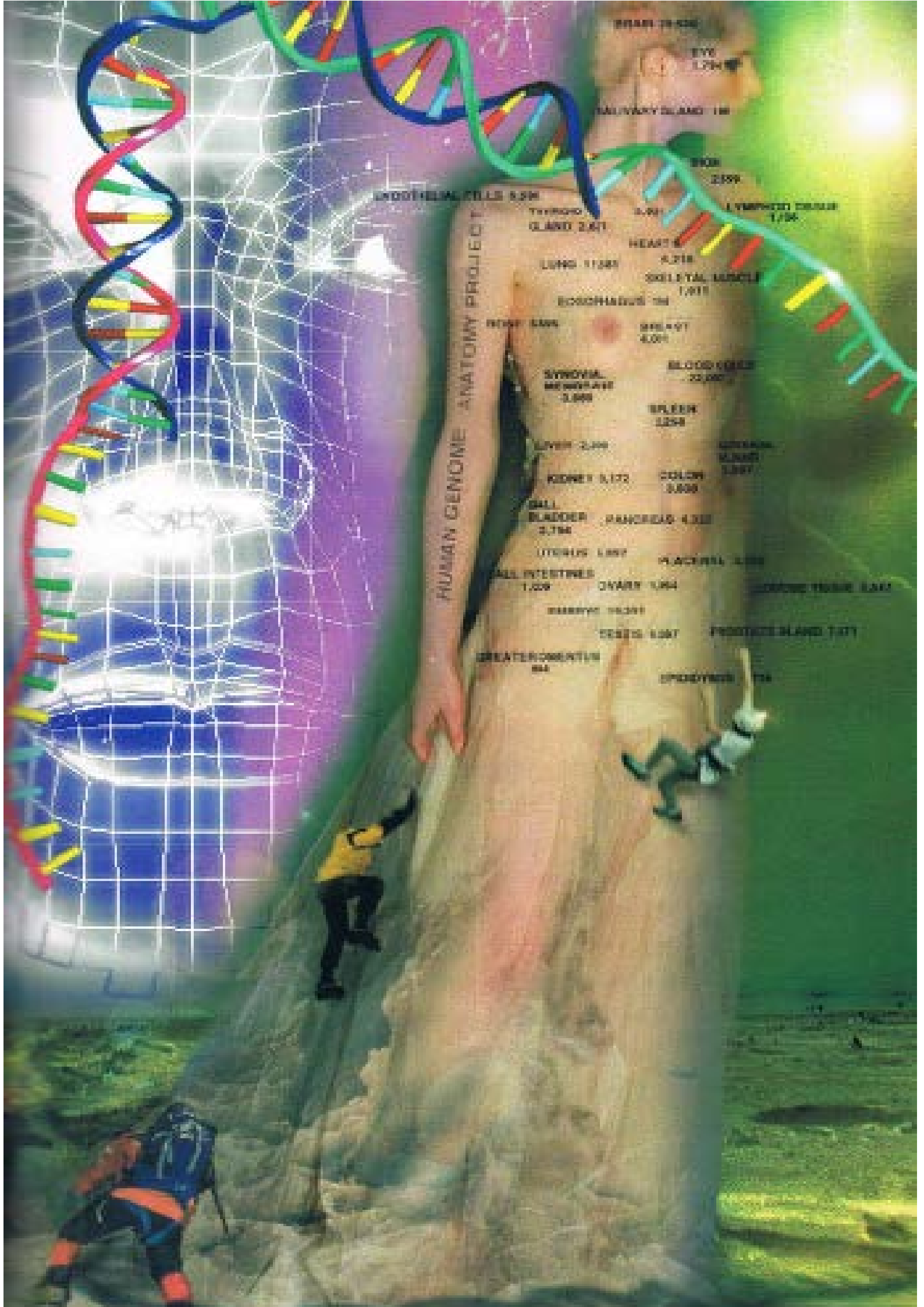
Investigadores japoneses, usando ratas como animales de experimentación, han demostrado que los gases de la combustión de los combustibles de automoción podían afectar los recuentos espermáticos. Las ratas se sometieron a los humos de combustión durante 12 horas por día durante un periodo de seis meses, usando tres niveles de gases, siendo el menor de ellos equivalente al doble del existente en una zona contaminada de Tokio. Comparadas con las ratas no expuestas a los humos, el contaje espermático de las expuestas se redujo desde un 21% a un 53%, según el grado ascendiente de concentración de los gases.

ESPERMA DAÑADO

El esperma también se daña por otro humo, el del tabaco. Así lo demuestra una investigación realizada en la República Checa, entre jóvenes de 25 años de edad. Entre los fumadores, y proporcionalmente a la intensidad del consumo de tabaco, se reduce el contaje espermático y también es más probable encontrar células anormales de esperma, que poseen un cromosoma Y extra, es decir, que son XYY en lugar de XY. Las consecuencias de ello sobre la salud no son claras pues algunos hombres sanos poseen dotaciones XYY, pero en otros se produce un impacto negativo sobre su desarrollo mental y psicológico.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El consumo de carne muy cocinada o muy asada puede ser perjudicial, debido a las reacciones que se producen entre sus aminoácidos y azúcares. Así lo demuestra una investigación realizada sobre unas 1000 mujeres, por científicos de la Universidad de Carolina del Sur. En concreto los hábitos estudiados incluyeron el consumo de tres tipos de carne “pasada”: hamburguesas, filetes de ternera y tocino. El riesgo de sufrir cáncer de mama resultó aumentado entre un 50% para las consumidoras habituales de hamburguesas muy horneadas, de un 70% para el caso del tocino muy asado y de 220% para los filetes de ternera demasiado cocinados.


HUMAN GENOME ANATOMY PROJECT
EYE
SALIVARY GLAND
SKELETAL MUSCLE
SYNOVIAL MEMBRANE
SPLEEN
KIDNEY
COLON
GALL BLADDER
PANCREAS
PLACENTA
OVARY
TESTIS
GREATER OMENTUM
EPIDIDYMIS

UN NUEVO PROYECTO GENOMA HUMANO

11-12-98

Hace unos días, con el auspicio de las Naciones Unidas, se ofrecía para ratificación de todos los países del mundo el texto de la "Declaración Universal del Genoma Humano y de los Derechos Humanos". Y hace menos de un mes tenía lugar lo que se puede considerar como nacimiento del "Segundo Proyecto Genoma Humano". ¿Qué es lo que sucede con el "Proyecto Genoma Humano"?

Renato Dulbecco es un investigador de origen italiano, nacionalizado americano, que en 1975 recibió el Premio Nobel de Medicina por sus excelentes trabajos virológicos. En 1986 se encontraba trabajando el cáncer de mama y los datos de su equipo investigador sobre las glándulas mamarias de las ratas le llevaron a describir lo que denominó como **un caos genético** en la expresión de los genes de las células cancerosas. Para dilucidar el origen del caos genético que afecta a los diferentes tejidos de los diversos seres vivos, entre ellos el hombre consideraba indispensable la identificación de todos los genes, por lo que en una reunión científica expresó que "*si el hombre ha sido capaz de conquistar la Luna, también sería posible que conquistase el genoma humano*". No olvidemos que, en esas fechas, la velocidad de los estudios genómicos humanos era tal, que de no acelerarse, el desciframiento total podría haberse demorado varios siglos.

PROYECTO GENOMA HUMANO. Durante dos años se sucedieron las propuestas y, finalmente, el Departamento de Energía de Estados Unidos acogió favorablemente la idea, a la que se sumaron los Institutos Nacionales de la Salud (NIH). En 1988, el Congreso americano le asignó una cantidad equivalente a la de la construcción de tres kilómetros de autopista. El objetivo último era conocer, en unos 15 años, la secuencia total del genoma humano, es decir, el encadenamiento de las dos veces tres mil millones de bases que lo constituyen, distribuidas en unas aproximadas cien mil largas cadenas o genes, que se sitúan en los 23 pares de cromosomas humanos. En otros países, entre ellos Francia, ya se venían haciendo esfuerzos en ese sentido, por lo que, para coordinar la actividad internacional, se fundó HUGO (HUman Genome

Organization), un organismo en el que participan más de 50 países y de 1000 cualificados investigadores. Pronto sumaron también sus esfuerzos importantes diversas empresas privadas.

Conforme fue progresando el Proyecto Genoma Humano se fueron haciendo más evidentes las implicaciones legales, éticas y sociales del mismo, con una discusión fundamental sobre las consecuencias derivadas del conocimiento y la explotación de la información genética, que constituye nuestra más íntima individualidad biológica. En España, coordinadas por el profesor Santiago Grisolía y con el apoyo de diversas Instituciones nacionales y de la UNESCO, se celebraron varias reuniones internacionales en las que se elaboraron Declaraciones que han sido básicas para la elaboración de la **Declaración Universal del Genoma Humano y de los Derechos Humanos**.

El Proyecto Genoma Humano comprendía diversas aproximaciones: construcción de mapas genéticos, elaboración de mapas físicos de menor o mayor detalle, secuenciación de las bases que constituyen el ADN, y almacenado e interpretación de los resultados.

Un mapa genético no es un **mapa de los genes**, sino el posicionamiento aproximado de varios miles de puntos de referencia sobre el genoma. Es como un abalizamiento o colocación de referencias en una larga carretera, y los jalones pueden ser sucesivos ríos, o pueblos o accidentes geográficos identificables. Las distancias físicas no están determinadas con exactitud y la localización se fija por las balizas adyacentes. La distancia genética existente entre dos jalones concretos se mide analizando su frecuencia de recombinación en el curso del fenómeno conocido como recombinación cromosómica. Un centimorgan de distancia genética equivale a que en el 99% de los casos, tras la recombinación, permanecen juntos los jalones, sin separarse.

Para elaborar mapas físicos, el ADN, por diversas técnicas, se rompe en fragmentos, cuyos extremos y longitud dependen del procedimiento utilizado. Cuanto más numerosos son los fragmentos más difíciles es ordenarlos, estudiando sus solapamientos. Se pueden usar como referencias ciertas secuencias específicas de ADN e, incluso, secuencias parciales de los genes, a los que se les adosa alguna sonda específica de reconocimiento.

SITUACIÓN. Los objetivos marcados para el Proyecto Genoma en el quinquenio 1993-1998 se han cumplido con creces. Respecto a mapas genéticos consistía en lograr, al final del periodo, una resolución de 2-5 centimorgan (cM). En septiembre de 1994 se había conseguido una resolución de 1 cM. Para los mapas físicos el propósito era situar unas 30.000 balizas. Actualmente están cartografiadas más de 60.000. Respecto a secuenciaciones se esperaba alcanzar a finales de 1998 la cantidad de 80 millones de pares de bases, contando al genoma humano y al resto de genomas estudiados. La realidad es que antes de esa fecha superaremos los 200 millones de pares de bases humanas y unos 120 millones de pares de bases de otros seres. Y la secuencia completa de la bacteria *Escherichia coli* fue publicada en septiembre de 1997. Le había precedido la secuencia de la levadura, en abril de 1996.

En principio, el conocer actualmente aproximadamente un 7% del genoma humano puede parecernos modesto, pero no podemos olvidar que una gran parte del ADN no es activa informativamente, por lo que la porción investigada supone una buena proporción de la información genética activa. Además, se ha alcanzado una velocidad de secuenciación, continuamente acelerada, de más de 100 millones de pares de bases al año, con un costo inferior a 0,50 dólares por base. Y se anuncia que pronto podrá multiplicarse esa velocidad por un factor de 5 ó 7, reduciéndose los costos apreciablemente. Todo apunta a que en el año 2003 (o antes), el del cincuentenario del modelo de doble-hélice de Watson y Crick, se habrá completado la secuenciación del genoma humano.

NUEVO PROYECTO GENOMA. A la vista de lo ya conseguido se han rectificado los objetivos para el quinquenio 1998-2003 para lo que ya se comienza a conocer como **Segundo Proyecto Genoma Humano**. No se trata tan sólo de conocer la secuencia del Genoma Humano, sino también sus características individuales. Entre los genomas de dos personas normales distintas suele existir una variación de una base por cada secuencia de 1000 bases. En estas diferencias radica la individualidad genética que condiciona individualmente a cada persona, a su aspecto, a sus características biológicas, a su forma de ser, a su propensión a las enfermedades, etcétera. Esas variaciones genéticas son

los llamados polimorfismos simples de nucleótidos. Y su conocimiento y análisis será el núcleo principal del nuevo Proyecto Genoma Humano, lo que facilitará, en el futuro, la existencia de una verdadera Medicina o Terapia adaptadas a las circunstancias genéticas individuales. La iniciativa privada, sobre todo una nueva empresa creada por TIGR y Perkin Elmer, con desarrollo de microtecnologías propias, contribuirá muy importantemente al desarrollo global del proyecto. El hombre será capaz de contemplar y conocer la intimidad biológica más característica del propio hombre. Ello hace recordar las palabras de Einstein: "*La alegría de contemplar y de conocer es el regalo más hermoso de la Naturaleza*", por lo que, a pesar de los riesgos derivados un mal uso de ese conocimiento, debemos confiar que del mismo se derivarán importantes e inimaginables beneficios para la humanidad.

BANCOS DE DATOS

La ingente cantidad de datos que se obtienen en las investigaciones del Proyecto Genoma Humano se almacenan en Bancos de Datos, oficiales o de empresas, accesibles a los investigadores, ubicados en Estados Unidos, Japón y algunos países europeos. Entre los que almacenan mapas genéticos destacan Genome Data Base, Database, Gbase y Human and Mouse Probes and Libraries. Entre los bancos de secuencias son notables los americanos Genbank y Genome Sequence Database, así como el DNA Database japonés y el EMBL del Reino Unido. Entre los bancos de proteínas los americanos Genpept y Protein Identification Resource, así como el europeo Swissprot.

CÉLULAS HÍBRIDAS DE RADIACIÓN

Entre las diversas técnicas existentes para el fraccionamiento del ADN genómico, ésta se basa en la acción de los rayos X sobre las células humanas, fragmentándose el ADN en porciones de varios millones de pares de bases. Tras ello las células humanas se funden con células de hámster, obteniéndose células híbridas, cada una de las cuales posee alrededor del 20% del ADN humano, que se cultivan y analizan posteriormente. La aplicación de esta técnica ha permitido fijar la posición en el ADN de unos 30.000 genes, lo que se puede consultar mediante Internet en: www.ncbi.nlm.nih.gov/genemap98/

APLICACIONES FARMACOGENÉTICAS

Del conocimiento del genoma se pueden derivar aplicaciones farmacogenéticas. Por ejemplo, la FDA americana acaba de autorizar el uso de la herceptina, fabricada por Genentech. Es un anticuerpo monoclonal para su uso en ciertos cánceres de mama avanzados en los que el gen Her 2 está sobreexpresado, lo que supone casi un 30% de los casos. El papel del anticuerpo monoclonal es el de bloquear al gen sobreexpresado.

LAS CIMAS DE LA CIENCIA

18-12-98

La AAAS (American Association for Advancement of the Sciences) es, posiblemente, la mayor de las asociaciones científicas del mundo y a ella pertenecemos multitud de científicos de todos los países. Su órgano oficial es la prestigiosa revista *Science* y a finales de cada año elige los diez avances científicos más importantes del año. Los del presente año aparecen en el número de la revista de hoy.

Como hecho más destacado se ha escogido uno que ya comentamos anteriormente, bajo el título de "**La misteriosa fuerza repulsiva**", en el que comentábamos que "*la comunidad científica está quedando estupefacta ante los indicios de lo que parece ser un comportamiento inverosímil del Universo. La teoría estándar predice, tras el gran inicio con el Big-Bang, la existencia de un Universo en continua expansión, con una velocidad expansiva natural decreciente. Pero Adam Riess, astrónomo de la Universidad de California en Berkeley, con un grupo internacional de científicos, acaba de publicar en la revista SCIENCE su desconcertante descubrimiento de que el Universo no sólo no se va frenando, sino que parece expandirse a una velocidad cada vez más acelerada*".

LA CONSTANTE COSMOLÓGICA. Asimismo, en la misma colaboración, recordábamos que "la teoría de la relatividad general permitió a Einstein formular una ecuación aplicable al Universo en su conjunto, iniciándose con ello la ciencia de la Cosmología. Pero en esa época aún no estaba establecida la teoría del Big Bang, por lo que, para explicar el alejamiento entre sí, de las estrellas, propuso la existencia de una fuerza repelente, una ***constante cosmológica***, responsable de ese movimiento, como una propiedad del vacío en el espacio-tiempo. La teoría de la gran explosión o BIG BANG surgió de las propias ecuaciones de la teoría de la relatividad e Einstein consideró que su hipótesis de la constante cosmológica había sido su mayor fracaso científico. Y decíamos que "*el Universo parece expandirse actualmente con mayor rapidez que hace cinco o siete mil millones de años. ¿Cómo puede ser ello?*". Por ahora sólo cabe la especulación, pero todo hace añorar la

constante cosmológica postulada por Einstein, que se sumaría como una nueva quinta fuerza, repulsiva en el vacío, a las cuatro fuerzas reconocidas por la física moderna: la ***atómica fuerte***, que mantiene unidos los núcleos de los elementos; la ***débil*** que ocasiona el decaimiento de los átomos; la ***electromagnética***, que mantiene a los electrones girando alrededor del núcleo, y la ***gravedad***. A distancias cortas esa quinta fuerza no sería detectable, pero sí a grandes distancias, cuando es suficientemente poderosa como para superar la gravedad y acelerar el Universo.

ACCÉSITS. De algunos de los otros nueve grandes avances científicos elegidos por ***Science***, también nos hemos ocupado con anterioridad. Por ejemplo, con la evidencia de que los neutrinos poseen masa. A principios de junio, con el título de "**Los neutrinos también pesan**", decíamos que "*..noticias procedentes de Takayama, Japón, sobre el proyecto Super-Kamiokonde: el hallazgo, calificado de histórico, de que los neutrinos tienen masa y de que ello puede explicar el misterio de la materia negra del Universo, que puede significar más del 90% de la masa total del Universo*". O, que: "*Por tanto, la conclusión es clara: se ha dado un paso, un gran paso, pero sólo un paso, en la comprensión de la naturaleza de los fantasmagóricos neutrinos, confirmando hipótesis científicas anteriores que ya estaban apoyadas, aunque más débilmente que ahora, por diversas evidencias experimentales*".

El **teletransporte** ha sido otro de los logros científicos, que destaca ***Science***. Al respecto, cuando tratamos este tema ("**El teletransporte**)") resaltamos la importancia que suponía la consecución "*de la realización del teletransporte del estado cuántico de un rayo luminoso*", añadiendo que: "*Desde luego, la noticia no supone automáticamente la posibilidad del teletransporte de un ser humano ni siquiera la de un simple átomo, pero tiene una enorme importancia conceptual. En todo caso, se considera como una primera etapa en la creación de ordenadores cuánticos y los servicios militares americanos ya tienen varias líneas de investigación dirigidas al objetivo de usar las posibilidades abiertas, para el cifrado de mensajes y para guardar información sobre entidades atómicas inestables*".

AVANCES BIOLÓGICOS. Como viene siendo usual desde hace años los descubrimientos de tipo biológico ocupan un destacado papel cuali y cuantitativo. Cinco de ellos han sido escogidos este año, comenzando con el de los **ciclos circadianos**, comprobándose la similitud de funcionamiento de los mecanismos de los relojes biológicos de una gran variedad de organismos, desde las bacterias al hombre, con genes y proteínas muy parecidos, algunos de los cuales responden a la luz o a la temperatura.

Los avances en **el tratamiento y prevención del cáncer** recogen nuevos medicamentos (Heceptina, Tamoxifen, Raloxifeno) así como recientes nuevas aproximaciones terapéuticas que se encuentran en esperanzadoras situaciones de la realización de los correspondientes ensayos clínicos. Dentro de lo que se podría denominar **mimetismo molecular**, dos grupos de investigadores han encontrado evidencias de que enfermedades infecciosas como la enfermedad de Lyme o el virus herpes simplex 1 pueden favorecer desórdenes autoinmunes, es decir, que el sistema inmune ataque a las propias moléculas corporales. Este hecho puede ayudar a la comprensión y tratamiento de otras enfermedades autoinmunes como la diabetes o la esclerosis múltiple. La aclaración de la **estructura de los canales de potasio** abre para los investigadores un nuevo enfoque sobre las bases del sistema nervioso ya que contesta a la importante incógnita de cómo las membranas celulares organizan la entrada y salida de ciertos iones, lo que es esencial para enviar mensajes a lo largo de los nervios.

Dentro de la **genómica**, este año se han completado las secuencias de un cierto número de microorganismos patógenos para el hombre: sífilis, tuberculosis, clamidia, etcétera. El caso del diminuto gusano *C. elegans* tiene el interés de haber sido el primer genoma secuenciado de un ser pluricelular. Todo ello proporcionará nueva luz para aspectos esenciales de la Biología evolutiva, la Embriología o la Farmacología.

El desarrollo de los **biochips** ha sido uno de los avances más espectaculares del año, desarrollado por la conjunción entre la instrumentación investigadora biológica y la tecnología de los microchips. De este modo se están creando nuevas micromáquinas biológicas capaces de realizar a tremenda velocidad operaciones tales como el procesamiento de ADN, el escrutinio de enfermedades

genéticas, el de muestras sanguíneas o el estudio de la actividad de los genes en las células.

COMPLEMENTOS

- El campo de la Química combinatoria ha sido otro de los diez distinguidos por la revista Science. En 1998 se han realizado importantes avances, ya que esta técnica permite a los investigadores hacer y probar centenares de nuevos compuestos a la vez. Con ello se está potenciando una nueva Farmacología, pero también otras muy diversas aplicaciones como catalizadores celulares o moléculas de interés industrial.

- Desde hace diez años la revista SCIENCE viene haciendo una selección anual de los principales avances investigadores científicos que han de cambiar profundamente la práctica o la interpretación de la ciencia o sus implicaciones para la sociedad. La elección es realizada, tras unas consultas muy amplias, por los editores científicos, dirigidos por el editor en jefe, Floyd E. Bloom, quien investiga en el Scripps Research Institute, de la Jolla, California.

- Además de la selección de las diez principales investigaciones realizadas durante el año, se anticipa cuáles serán las áreas de investigación más brillantes en consecuciones durante el año siguiente. Para el año 1999 los temas escogidos incluyen aspectos tan variados como la profundización en los mecanismos del envejecimiento, las alergias, el bioterrorismo, el ciclo y los depósitos del carbono, los cambios climáticos a escala de milenios y, por último, los aparatos y materiales de banda fotónica.

MARAVILLAS DE LA QUÍMICA COMBINATORIA

08-01-99

El avance de la "Química combinatoria" se considera como uno de los diez hechos científicos más importantes del pasado año. La Química combinatoria promete logros tan variados como la obtención de innumerables y mejores medicamentos, o de nuevos superconductores más eficaces o de una nariz artificial especializada en el análisis de olores. Y todo ello con productividades miles de veces superiores a las hasta ahora conocidas.

Los procesos químicos tradicionales son lentos, de modo que un químico industrial suele darse por satisfecho si, al cabo de un año de trabajo, ha sido capaz de sintetizar unas pocas nuevas moléculas de interés potencial para la medicina, la industria o la agricultura. En ese mismo tiempo las modernas técnicas de la Química combinatoria pueden dar lugar a miles de nuevas moléculas. Esa metodología nace de la convergencia de la química y de la biología y se hace posible por los avances fundamentales que se están logrando en los campos de la miniaturización, de la robótica y de la obtención de receptores moleculares.

HISTORIA. Los precedentes los podemos fijar en el científico americano Bruce Merrifield, de la Universidad Rockefeller, de Nueva York, quien, en los años 70, desarrolló un sistema de fabricación de péptidos (cadenas lineales de aminoácidos, que cuando son suficientemente largas constituyen las proteínas), **anclando** la molécula peptídica en un soporte sólido durante su proceso de elaboración y alargamiento sucesivo con nuevos aminoácidos. El Dr. Merrifield fue recompensado por sus hallazgos, en 1984, con el Premio Nobel de Química.

El paso siguiente puede ser atribuido al Dr. Mario Geysen, quien trabajaba en la Universidad de Melbourne, en Australia, donde diseñó un sistema capaz de fabricar un buen número de péptidos casi en el mismo tiempo necesario para sintetizar uno sólo. De un modo parecido al sistema de Merrifield, cada péptido lo fabricaba sobre el extremo de una especie de **alfiler molecular**. En cada nueva etapa de alargamiento de la cadena peptídica, con uno de los posibles veinte aminoácidos biológicos

diferentes existentes, el extremo del "alfiler", sobre el que estaba situado el péptido en fabricación, se introducía en minirrecipiente que contenía la disolución adecuada del nuevo aminoácido a añadir, realizando las convenientes operaciones químicas necesarias para la formación de un nuevo enlace peptídico.

El truco del Dr. Geysen consistió en desarrollar un dispositivo que contaba con una precisa disposición de centenares de tales alfileres moleculares, alineados con otro dispositivo que tenía, también, los centenares de minirrecipientes correspondientes. La inmersión de un alfiler en un minirrecipiente se transformaba en la inmersión de centenares de alfileres en sus oportunos minirrecipientes, pasando desde una reacción individual hasta centenares de reacciones simultáneas múltiples. En cada etapa, para una misma clase de alfileres previos, se podían utilizar minirrecipientes con aminoácidos diferentes, es decir, que sobre cada uno de los alfileres diferentes se podía sintetizar una proteína distinta, con lo que, contando con el instrumental oportuno, en unas pocas fases sucesivas del proceso se van obteniendo miles de moléculas (en este caso proteínas) distintas: se ha construido lo que se conoce con el nombre de una **biblioteca de moléculas**.

BIBLIOTECAS. El método original pronto sufrió grandes avances y mejoras. Por ejemplo, se pueden sustituir los alfileres moleculares por bolitas de plástico introducidas en saquitos de malla, de modo parecido a las bolsitas de infusiones. En 1991 se obtuvo la primera biblioteca con más de un millón de péptidos diferentes, cada uno de ellos unido a su correspondiente bolita de plástico cuyo diámetro era inferior al grosor de un cabello humano. Pronto se pudieron lograr también otra variedad de polímeros, los nucleótidos, constituyentes de los ácidos nucleicos.

Las sustancias peptídicas y los oligonucleótidos tienen un gran uso en Medicina, pero muchos de los medicamentos existentes no tienen estructuras poliméricas, sino que son moléculas químicas conocidas con el nombre de heterociclos. Sus enlaces químicos hacen que las moléculas sean cíclicas y que algunos de los átomos de los ciclos no sea carbono. Su diversidad radica en las porciones moleculares diferentes, los **sustituyentes**, que pueden unirse en lugares oportunos

de los heterociclos. En 1993 el grupo bioorgánico de la compañía Parke Davis, usando técnicas basadas en las antes expuestas, fue capaz de obtener la primera biblioteca de moléculas heterocíclicas, variando los sustituyentes. Concretamente se trataba de una familia de moléculas relacionadas con la molécula base del medicamento *valium*.

APLICACIONES. El desarrollo actual de los procesos de la Química combinatoria se puede resumir en las palabras del Dr. Czarnik, gran experto en el tema: "*Una vez que se encuentra el camino para hacer una librería molecular, se puede anticipar que la obtención de unos 10.000 compuestos se puede conseguir por una o dos personas en un par de meses*". Por ello, a escala mundial está en marcha la puesta a punto de un gran banco de datos que recoja toda la información que se va acumulando al respecto.

El problema ya no es el de la producción masiva de nuevas moléculas, sino el de su acertada aplicación. Ello significa determinar las estructuras de esas moléculas. Y, sobre todo, el análisis de su actuación y propiedades. En estos campos también se están produciendo grandes avances, basados en la microelectrónica e informática, así como en los nuevos sistemas biológicos de receptores moleculares específicos.

Retornemos ahora al comienzo de este artículo. Aparte de la obtención de medicamentos potenciales por parte de numerosas empresas farmacéuticas, la compañía californiana SYMX TECHNOLOGIES está usando la Química combinatoria para la obtención de nuevos semiconductores, compuestos fosforados para pantallas de ordenadores, componentes magnéticos, etc. Y, respecto a la nariz artificial a la que nos referíamos, se ha desarrollado un prototipo basado en la obtención de moléculas que cambian de color cuando determinadas sustancias químicas se unen a ellas. Este prototipo ya se ha comprobado, con éxito, para detectar los explosivos que contienen las minas antipersonales, lo que previsiblemente ayudará a la eliminación de este terrible problema. Se estima que, diariamente, unas 800 personas son gravemente heridas o muertas accidentalmente como consecuencia de la activación de alguna mina terrestre antipersonal, ya que las heridas que producen, frecuentemente, exigen la amputación de los miembros afectados y los más perjudicados suelen ser los

refugiados que retornan a su antiguo hogar en las zonas devastadas. Las minas antipersonales matan 10 veces más civiles, inocentes, que soldados.

DESPERTADORES BIOLÓGICOS_

¿Por qué algunas personas no necesitan despertador, sino que son capaces de despertarse a una hora preestablecida? Una investigación realizada por científicos alemanes, publicada en el número de esta semana de la revista *NATURE*, revela que la finalización del sueño forma parte de un ritmo circadiano relacionado con la producción de hormonas pituitarias y adrenales. Concretamente, las personas capaces de usar sus relojes biológicos incrementan notablemente la producción de su hormona adrenocorticotrópica, una hora antes de la prevista para despertarse.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Nuevas investigaciones abundan sobre las propiedades benéficas del té. En esta ocasión no se trata del té verde, sino del más usual, el té negro. Científicos del Departamento americano de Agricultura han señalado que una taza de té negro posee más capacidad antioxidante que muchas frutas o verduras. En una reunión científica en la que participaron grupos científicos del Instituto Nacional del Cáncer de EE.UU y de la Academia China de Medicina Preventiva se han analizado algunos datos sobre el posible papel del té como reductor del riesgo de contraer ciertos tipos de cáncer o de hacer bajar los niveles del "colesterol malo".

COMUNICACIÓN VEGETAL

En el primer número del año 1999 de la revista *SCIENCE* se publica el descubrimiento de un nuevo sistema de transporte de información en las plantas. Se basa en unas "proteínas de movimiento", capaces de unirse a ARNm (ácido ribonucleico mensajero) y transportarlo desde las hojas y ramas hasta las raíces y las flores. Al llegar a su destino el ARNm probablemente asume su función biológica y su información se plasma en la síntesis de proteínas específicas. Este hallazgo proporcionará conocimientos más profundos sobre los procesos evolutivos de las plantas más complejas, así como sobre sus mecanismos de defensa contra las enfermedades y ataques externos.

LAS NAVAJAS SUIZAS DE LA NATURALEZA

15-01-99

Así las bautizó James McKerrow, un bioquímico de la Universidad de California, San Francisco (UCSF). El calificativo ha alcanzado eco científico y se refería a una clase de enzimas hidrolíticas, las proteasas, capaces de romper, por hidrólisis, a sus sustratos naturales que son las proteínas.

En esas enzimas, en esas proteasas, están depositadas, hoy día, muy grandes esperanzas para la lucha eficaz contra enfermedades tan diversas como el SIDA, el asma, la osteoporosis, la esquitomatosis, el resfriado común, los trastornos de la coagulación sanguínea e, incluso, muchas formas de cánceres. Ello se debe a que, en palabras del Dr. McKerrow, las proteasas se pueden considerar como las navajas suizas multiusos de la Madre Naturaleza, ya que pueden poseer muy diferentes funciones, a pesar de que lo normal es que tengan unas características estructurales muy semejantes.

FUNDAMENTOS. Los miles de procesos y transformaciones moleculares que ocurren en las células y seres vivos son sorprendentemente efectivos gracias a que cada uno de ellos suele contar con un catalizador específico, una enzima, que acelera la reacción correspondiente. Salvo contadas excepciones, las enzimas son proteínas y son codificadas por sus correspondientes genes. Sus sustratos, o sustancias que se transforman en los productos de reacción, pueden ser de muy diferente naturaleza. Hoy, nos interesa comentar el caso particular de las enzimas proteasas, en las que sus sustratos son proteínas, que sufren reacciones de hidrólisis (proteolisis) en los enlaces peptídicos que unen, entre sí, a sus aminoácidos constituyentes.

Muchas reacciones proteolíticas son básicas para nuestra fisiología normal. Por ejemplo, las proteínas que ingerimos en nuestros alimentos hemos de digerirlas e hidrolizarlas hasta sus aminoácidos constitutivos. Ello se realiza, extracelularmente, en nuestro sistema digestivo, con las proteasas presentes en los jugos pancreático e intestinal. Otros ejemplos diferentes son los variados mecanismos intracelulares de proteolisis, capaces de caracterizar e hidrolizar

intracelularmente a las proteínas que envejecen y se deterioran, favoreciendo así su renovación. A lo largo de las etapas de fabricación de diversas enzimas (entre ellas algunas de las propias proteasas digestivas) y de hormonas (entre ellas la insulina) también son necesarias algunas acciones proteolíticas determinadas. Lo mismo sucede con sistemas, fisiológicamente tan importantes, como el de la coagulación sanguínea.

En resumen, las acciones de las proteasas son imprescindibles para nuestra fisiología normal. Existen multitud de enzimas proteasas diferentes, pero muchas de ellas poseen un gran número de similitudes estructurales entre sí. Cada una de ellas presenta una cierta especificidad, mayor o menor, hacia su sustrato o sustratos propios (siempre proteínas) y esa especificidad se refleja en la localización molecular del sitio de su acción hidrolítica, a lo largo de la molécula de su sustrato, así como en la naturaleza de los aminoácidos que conforman los enlaces peptídicos hidrolizables.

LAS MALAS PROTEASAS. La necesidad de las proteasas no es exclusiva de los seres superiores, ni de condiciones fisiológicas normales. La acción de las proteasas puede ser perjudicial en muy diferentes circunstancias. Serían las proteasas malas. Repasemos algunas de ellas.

Muchos agentes infecciosos utilizan sus propias proteasas, o las de las células en las que se introducen, a fin de poder llevar a cabo la invasión y diseminación. Así sucede con el virus del SIDA, ya que las proteínas que necesita el virus para reproducirse y multiplicarse en una célula se sintetizan en forma de una gran molécula proteínica precursora. Para procesarla, y ayudar a convertirla en sus proteínas, el VIH usa una proteasa hidrolítica propia del virus. Las proteasas representan papeles similares en los ciclos vitales de otros virus, incluyendo a los coronavirus, causantes de más de un tercio de todos los casos de resfriado común. Y, cambiando de escenario, las proteasas contribuyen, asimismo, de modo importante, a la respuesta inflamatoria.

En otro orden de cosas, las proteasas participan en las primeras etapas de la malignización, ya que rompen las proteínas encargadas de mantener adecuadamente a las células en su sitio, lo que ayuda a las

células cancerosas a que escapen del lugar del tumor primario y a que se diseminen a otras zonas corporales. Otra muestra de la variedad de sus actuaciones, es que la muerte programada celular, conocida como apoptosis o suicidio celular, puede realizar un papel importante protector en el organismo al hacer desaparecer, destruyéndolas, a células perjudiciales o innecesarias como las que existen a lo largo del desarrollo embrionario o en los procesos de malignización celular. Pues bien, ciertas proteasas también pueden afectar a esos sistemas.

La conclusión, pues, parece clara. Si existen proteasas que son responsables o ayudan a que se desarrollen muy diversas situaciones patológicas, un medio eficaz de lucha sería el de inhibir a las proteasas malas, mediante fármacos específicos adecuados que no afectasen a las proteasas buenas. Esta aproximación serviría para luchar contra infecciones (SIDA, resfriado común, esquitomatosis parasitaria), procesos inflamatorios (asma, artritis reumatoide), desajustes de la coagulación sanguínea e, incluso, ciertas formas de cáncer.

ESPERANZAS. ¿Es ello posible? El ejemplo logrado en el control del SIDA es significativo, con el uso de inhibidores de la proteasa del virus. Por ello, muchas compañías farmacéuticas, de pequeño o de gran tamaño, están dedicando fuertes esfuerzos a encontrar terapias basadas en los inhibidores de proteasas y ya se están haciendo ensayos clínicos preliminares con algunos. Entre ellos, figura la molécula APC366, desarrollada por ARRIS PHARMACEUTICALS como un posible tratamiento para el asma. Inhibe a la enzima triptasa. Esta enzima contribuye, tanto por mecanismos directos como por indirectos, a los síntomas del asma y está relacionada con ciertas células del sistema inmunitario que se activan por diversos alergenos de polvo, pólenes o ácaros. La molécula APC366 y otros inhibidores desarrollados por los investigadores de ARRIS se han obtenido mediante los nuevos métodos de la Química combinatoria. Los ensayos sobre animales han sido satisfactorios y los primeros ensayos clínicos también han resultado esperanzadores.

La misma empresa anterior, ARRIS, así como SMITHKLINE BEECHAM, están obteniendo inhibidores de la proteasa catepsina K, con la esperanza de que sean capaces de combatir el desarrollo de la osteoporosis. Ya cuentan con unas moléculas a las que han

denominado, respectivamente, APC3328 y E64. Y, entre las diversas investigaciones que se están haciendo para encontrar inhibidores de proteasas relacionados con el cáncer, destacan las de Lance Liotta, del Instituto Nacional del Cáncer de USA. Está desarrollando las llamadas moléculas TIMP (inhibidores tisulares de metaloproteasas), capaces de bloquear a las enzimas proteasas usadas por varios diferentes tipos de células cancerosas para cortar a las fibras de colágeno de la matriz extracelular. Esta acción proteolítica ayuda a la diseminación de las células cancerosas y a que ocurra la angiogénesis o formación de nuevos vasos sanguíneos que favorecen las metástasis. Por cierto, ciertos alimentos a los que se les achacan propiedades anticancerígenas, como es el caso de la soja, parecen contener sustancias, como las saponinas, que actúan inhibidoras de proteasas.

Estos son sólo unos de los muchos ejemplos existentes en este nuevo enfoque de búsqueda de compuestos de utilidad farmacológica. Como las acciones de las proteasas participantes de procesos patológicos son múltiples, es seguro que el estudio de su bloqueo será un campo científico fascinante durante mucho tiempo.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En la revista científica *NEURON* se publica una investigación americana realizada por científicos del Instituto Salk para profundizar el papel de la vitamina A. Para ello comparan ratones normales con ratones "knockout" que carecían de los genes correspondientes a dos proteínas receptoras de la vitamina A, por lo que son incapaces de incorporarla. Los resultados obtenidos demuestran que la vitamina A afecta favorablemente a ciertas regiones cerebrales, especialmente el hipocampo, relacionadas con el aprendizaje y la memoria.

VACUNAS Y SIDA

En la revista *SCIENCE* se incluye un importante hallazgo en el camino del desarrollo de una vacuna eficaz contra el SIDA, basada en la respuesta inmunológica hacia la proteína gp120 del virus, que actúa como una especie de llave de la entrada del virus a las células. Hasta ahora este enfoque había fracasado, posiblemente porque no se había acertado con los "epítopos" o zonas más adecuadas de la proteína. Ahora se acaba de tener éxito, usando ratones como animales de experimentación, utilizando estructuras moleculares, obtenidas por ingeniería genética, que simultáneamente expresan proteína gp120 y receptor al que esa proteína se une. Esto abre el camino para la futura posible obtención de inmunógenos que puedan funcionar en humanos.

LA DIETA DE LOS AUSTRALOPITECOS

Estos homínidos africanos datan de hace unos 3 millones de años y hasta ahora se suponía que su alimentación era semejante a los de los modernos chimpancés, basada en lo que se encuentra en las zonas boscosas madereras: frutos y plantas C3 (hierbas, arbustos y árboles), en contraste con la alimentación más variada de los homínidos posteriores. Una investigación realizada sobre los restos dentales existentes de Australopitecos y su contenido en los diversos isótopos de carbono se publica en el último número de la revista *SCIENCE* y revela que también se alimentaban con plantas de tipo C4, lo que significa que no dependían exclusivamente de los bosques, así como de carne procedente de pequeños mamíferos. Esta alimentación más rica fue lo que posibilitó su más rápido desarrollo cerebral.

CONMEMORACIONES

22-01-99

Por las razones que fueren, el año que comienza, 1999, se convertirá, en las celebraciones populares, en último del siglo XX y a lo largo del mismo alcanzarán especial relieve múltiples conmemoraciones en los diversos campos de las actividades humanas.

En la Música se cumple el primer siglo de la muerte de Johann Strauss, el Joven, **el Rey de los valses**, u el 150 aniversario de la muerte de Johann Strauss, el Viejo. En Pintura, el cuarto centenario del nacimiento de Velázquez. En el Cine, el centenario del nacimiento de Alfred Hitchcock, de Humphrey Bogart y de Charles Laughton. En la Literatura los 200 años del nacimiento de Balzac, el autor de "**La Comedia Humana**". Y, como contraste, el centenario del nacimiento de Alphonse Scarface, más tristemente conocido por su seudónimo de Al Capone.

También la Ciencia tiene este año muchas conmemoraciones que celebrar de diversos logros que han ido jalonando el desarrollo de la humanidad. Vamos a resumir brevemente algunas de ellas, comenzando por las más lejanas.

MATEMÁTICAS. Hace ahora 1500 años de que Aryabhata I, gran astrónomo y matemático, resumiera en su libro "**Aryabhatiya**" el conocimiento matemático hindú existente. Al número π le asignó el valor de 3,14156 y, entre otros, también realizó importantes descubrimientos trigonométricos.

Otro matemático, Gerbert d'Aurillac, alcanzó gran renombre hace 1000 años. Había construido un ábaco de 27 columnas y se había aproximado al valor de la raíz cuadrada del número dos (como 17/12) y a la raíz cuadrada del número tres (como 26/15). Pero su fama la alcanzó por otra razón: su nombramiento como Papa, en el año 999.

Avanzando otros 500 años, dentro del mismo ámbito matemático, llegamos al año 1449, en el que tuvo lugar la muerte violenta de Ulugh Beg, conocido como el Gran Príncipe. 29 años antes había fundado una excelente escuela astronómica en Samarkanda, con un gran observatorio que poseía un sextante de 40 metros de radio. Llegó a

calcular la oblicuidad de la eclíptica, con menos de medio grado de variación respecto al valor correcto. Asimismo, allí se elaboraron multitud de tablas astronómicas y trigonométricas, así como un importante catálogo de estrellas.

SIGLOS XVII Y XVIII. En 1699, el físico francés Guillaume Amontons ideó un termómetro de aire que media la temperatura por el cambio de la presión del gas, en lugar del volumen (a diferencia del termómetro de Galileo). Lo utilizó para demostrar que un líquido, como el agua, siempre hierve a la misma temperatura, lo que hizo posible usar la temperatura de ebullición del agua como una referencia fija.

Y hace un cuarto de milenio, en 1749, el naturalista francés Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon, publicaba el primero de los 44 volúmenes de su trascendental "**Historia Natural**". Fue el primer científico que venció los prejuicios religiosos o sociales existentes y se atrevió a considerar las evidencias de la evolución biológica, fenómeno que consideró de carácter degenerativo, de modo que los monos serían, por ejemplo, humanos degenerados. A pesar de lo erróneo del supuesto, ello suponía la aceptación del cambio de las especies con el tiempo. Esto le ocasionó a Buffon numerosos ataques, aunque llevó su audacia hasta el extremo de considerar que debía haber alguna causa natural, independiente de Dios, que explicase el nacimiento de la Tierra.

1799 fue un año científicamente muy fructífero. Por aquel entonces, el químico francés Joseph-Louis Proust, escapando de la Revolución francesa, trabajaba en España. Tras minuciosos y pacientes análisis, enunció de un modo general, para los compuestos químicos **la ley de las proporciones definidas**, también conocida como **ley de Proust**, demostrando que en estos compuestos los elementos se mezclan en proporciones definidas, y no en otras.

Ese año Napoleón había nombrado al matemático Pierre-Simon Laplace como ministro del Interior. Y, sin duda, uno de los primeros gestos del nuevo ministro fue el de entregar a Napoleón el primer volumen, recién publicado, de su monumental obra, en cinco tomos, titulada "**Mecánica celeste**", en la que estudiaba con gran detalle los aspectos gravitatorios del sistema solar, así como su gran estabilidad.

Precisamente, en 1799, los ejércitos de Bonaparte se hallaban, en Egipto, y uno de sus soldados halló una piedra negra cerca de la población de Rosetta. En la piedra, conocida desde entonces como la piedra de Rosetta, se encontraba una inscripción griega datada del año 197 a. J.C. Su contenido no era de gran interés, pero estaba acompañada de dos traducciones en sendas formas de escrituras egipcias. Durante las décadas siguientes, su estudio comparativo, sirvió para descifrar los secretos de las formas egipcias de la escritura jeroglífica.

El físico italiano Alessandro Giuseppe Volta, a finales de 1799, construyó las primeras pilas eléctricas conocidas. Galvani había descrito, anteriormente, que un músculo muerto experimentaba una sacudida al ponerse en contacto simultáneo con dos metales distintos. Volta interpretó que la causa era la electricidad originada en los metales y fabricó sus primeras pilas eléctricas productoras de electricidad usando recipientes con disoluciones salinas, conectados mediante arcos metálicos. Los asombrosos resultados obtenidos se los contaba, en 1800, a Sir Joseph Banks, en una carta.

HACE UN SIGLO. De entre los muchos hitos científicos acaecidos en 1899 destacamos unos pocos. Los matemáticos Gerg Cantor y David Gilbert, propusieron una serie de axiomas para la geometría, los más satisfactorios hasta el momento, en los que los puntos, líneas y planos eran conceptos indefinidos.

Los esposos Curie habían descubierto previamente el polonio y el radio en los minerales de uranio. En 1899, un íntimo amigo de ellos, el químico francés André-Louis Debierne, aisló otro nuevo elemento al que denominó actinio, de la palabra griega que significa rayo, es decir, la denominación latina de radio. La fábrica Bayer comenzaba la producción de la aspirina, la cocaína se utilizaba como anestésico espinal y la novocaína fue sintetizada por Alfred Einhorn.

El químico Dewar que había licuado el hidrógeno el año anterior, pudo llegar a la obtención del hidrógeno sólido, a la temperatura de -259 ºC. A esta bajísima temperatura todas las sustancias conocidas eran sólidas, excepto el helio, que continuaba en su estado gaseoso. Y, dentro de la Física, los descubrimientos comenzados, en 1895, de los

rayos X, se concretaron en otros logros relacionados con las radiaciones beta, su interrelación con los campos magnéticos, las series de elementos radiactivos, sus transformaciones naturales, etcétera.

Finalizaremos estas conmemoraciones científicas con dos fallecimientos y dos nacimientos acaecidos en 1899. Ese año murió el químico alemán Robert Wilhelm Bunsen, pionero de la espectroscopia y del análisis inorgánico. También falleció el químico Edward Frankland que dedicó buena parte de su vida a mejorar la calidad del agua potable. Como compensación, citaremos el nacimiento del químico suizo Paul Hermann Muller, gran luchador contra las enfermedades de los mosquitos, con su DDT, y el virólogo sudafricano Max Theiler, descubridor de una vacuna contra la fiebre amarilla.

UN 1998 CALIENTE

La realidad hace que cada vez nos parezcan más ridículos los mínimos acuerdos alcanzados, en diciembre de 1997, en Kyoto, Japon, para controlar las emisiones de dióxido de carbono que inciden sobre el efecto invernadero y el calentamiento de la Tierra. De un modo independiente, tanto la NASA como NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) acaban de hacer públicos sus datos indicando que, en 1998 ha continuado el proceso de calentamiento de la superficie terrestre, con mayor intensidad que los años anteriores. La temperatura media ha sufrido, en los últimos tres años, un incremento medio de dos décimas de grado centígrado.

DIENTES Y HABANOS

En la Facultad de Odontología de la Universidad de Boston se ha venido haciendo en los últimos 23 años un estudio sobre 700 hombres relacionando sus hábitos de fumar y el estado de su dentadura. Ya se sabía que los fumadores de puros incrementaban el riesgo de sufrir cánceres de boca y de esófago, pero lo que ahora se publica, en el número de enero del JOURNAL OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, es que los fumadores de puros, sufren un deterioro óseo maxilar que conduce a que tengan un riesgo de perder sus dientes un 30% superior que el de los no fumadores. El riesgo también es mayor para los fumadores en pipa.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Se han encontrado, en ensayos de laboratorio, realizados con cultivos celulares, unas nuevas y más potentes sustancias naturales anticancer. Se han extraído del árbol de la papaya, concretamente de extractos de su corteza, demostrando contener docenas de compuestos capaces de reducir el suministro energético de las células, a través de mecanismos inhibidores de la síntesis del ATP, “la moneda energética universal”. Lo más interesante es que la inhibición es mucho más potente sobre las células cancerosas que sobre las normales y que esa acción inhibidora anticancerosa es aún mucho mayor si las células cancerosas han desarrollado el fenómeno conocido como resistencia a los fármacos, que

es el responsable de la reducción de la eficacia de los tratamientos quimioterápicos usados en la clínica.

GASTRONOMÍA, ¿MOLECULAR?

29-01-99

"Si no sois capaces de un poco de brujería, no merece la pena que os ocupéis de la cocina". De este modo opinaba la escritora francesa Sidonie-Gabrielle Colette en su libro "Prisiones y paraísos". Y, sin duda, una buena parte de lectores y críticos literarios estarían de acuerdo en pensar de esta escritora tan sobresaliente en buena parte de la mitad del presente siglo, que nadie como ella supo expresar tan bellamente la exacta evocación de sonidos, olores, sabores y colores.

Por ello hablar de química, física o ciencia de la cocina o de gastronomía física o molecular podría parecer una herejía para los degustadores de la buena mesa. Sin embargo, no es así, y la ciencia puede desentrañar las razones físicas y químicas en las que se basan algunos de los platos maestros de los grandes "chefs". Ello a la par que nos puede aportar un gran número de interesantes recomendaciones que puedan mantener el toque artístico o la inspiración que caracterizan la cocina creativa, pero que simultáneamente ayuden a entender y aprovechar los diversos procesos físico-químicos que intervienen en la preparación culinaria de los alimentos.

Así lo ha entendido el Dr. en Ciencias Químicas Joaquín Pérez Conesa, quien posee un dilatado y brillante currículo científico. Cuenta con experiencia profesional en varias universidades extranjeras, dotes pedagógicas adquiridas de su etapa de profesor universitario de Química Inorgánica (de las cuales yo llegué a beneficiarme como alumno), sentido práctico derivado de su experiencia profesional en una gran Industria, y con la curiosidad característica de todo buen investigador. Y, degustador de los placeres de la vida, entre ellos los culinarios, ello le ha llevado a preocuparse por los temas comunes a la ciencia y a la cocina, que ha sabido plasmar su recién publicado libro **Cocinar con una pizca de ciencia**. Realmente, ¿es esto posible? Y si lo fuese, ¿sería conveniente hacerlo así?

PRECEDENTES. En 1994, en la revista ***INVESTIGACIÓN Y CIENCIA*** ya publicaron un artículo titulado **Química y física de la cocina** un profesor emérito de la Universidad de Oxford, el Dr. Nicholas Kurti y un

periodista científico francés, Hervé This-Benckhard. Ellos constataban que en la cocina todavía predominaban las supersticiones y cuentos de viejas, tendiendo a permanecer fieles a las tradiciones y prácticas culinarias que han sido enseñadas. La desconfianza que, generalmente, provocan las explicaciones científicas de los misterios culinarios, contrasta con la situación en otros campos creativos humanos como la música, la pintura o la escultura. Por ejemplo, nadie niega que la ciencia ha servido para mejorar las técnicas de conservación, reproducción o divulgación de las obras de arte, sin poner en peligro alguno la creatividad.

Otro tanto debería ocurrir con los procesos culinarios. La física y la química son capaces de investigar el estado de las extracciones, cocciones, separaciones, emulsiones, suspensiones y emulsiones que, a menudo, son características del cocinar. Y los estudios moleculares nos permiten conocer y anticipar el comportamiento de los hidratos de carbono, los lípidos, los aminoácidos y las proteínas que, mayoritariamente componen los alimentos.

Entonces, a guisa de ejemplo, ¿sería posible saber las razones científicas de por qué unos arroces salen empastados y otros sueltos? ¿Por qué unas albóndigas nos pueden salir apelmazadas y duras mientras que otras se deshacen durante la cocción? ¿Cómo se puede asegurar que una carne cocinada quedará suave, gelatinosa, tierna y jugosa? ¿Por qué razón algunas verduras hay que hervirlas solas o cuál es la causa de que las mezclas de otras sean incompatibles? Precisamente estos interrogantes, junto con otros más, pueden encontrar adecuada contestación, según Margarita Cienfuegos, autora del prólogo, en el libro **Cocinar con un poco de Ciencia** del Dr. Pérez Conesa.

EL LIBRO. El original libro al que nos estamos refiriendo consta de tres partes. La primera, de Generalidades básicas, afronta prontamente la disyuntiva ¿Ciencia o Arte? e, inmediatamente, en un lenguaje comprensible para los lectores no científicos trata de los principales ingredientes de cualquier proceso culinario, es decir, el calor, el agua y los componentes alimentarios hidratos de carbono, lípidos, proteínas y especias. El papel protagonista de la carne merece un apartado especial

y las reacciones de Maillard, cuya naturaleza e intensidad pueden hacer que el producto culinario sea exquisito o que sea incomestible, son ilustradas con ejemplos prácticos de su adecuada utilización e incentivación.

La segunda parte del libro es muy original y trata, sobre todo, del más universal de los procesos culinarios, el de la cocción, abordado con criterio científico-culinario, distinguiendo, por ejemplo, entre las diferentes variantes de la cocción con medio acuoso (reflujo, evaporación controlada, etcétera) aplicadas a los diferentes productos: hervidos, caldos, potajes, consomés, estofados, guisos, arroces y demás. El tema de la cocción en medio graso, junto con sus procesos complementarios, sirve para tratar científicamente de otros productos como frituras, rebozados, empanadillas, croquetas, albóndigas, tortillas, escabeches y varios más. El tercer tipo de cocción, en medio gaseoso, nos desvela las principales características científicas básicas que acompañan a los asados de carne, pescado y hortalizas en sus variedades más frecuentes: al horno, a la brasa, a la plancha o la sal.

Al tema de las emulsiones y mahonesas se le presta una atención particular, tras lo cual, la última parte del libro cubre una serie de recetas cuya originalidad es la de estar presentadas en forma de didácticos diagramas científicos de flujo que hacen entendible lo que está sucediendo, desde el punto de vista químico físico, en cada momento. Una vez entendido el principio en que se basan, resulta muy simple introducir variaciones experimentales y crear o recrear nuevas recetas.

EL PATO ASADO. Una de las innumerables aplicaciones que se pueden derivar de una aproximación gastronómica molecular estaba incluida en el artículo, previamente citado, de Kurti y This-Benckhard. La carne asada tiene más sabor que la cocida porque las reacciones de Maillard, a las que nos referimos anteriormente, crean la costra de las carnes asadas. Por otra parte, cuando se cocina la carne en un horno de microondas, se calienta rápida y uniformemente a 100ºC, temperatura a la que permanece mientras que conserve agua. Una aplicación de ambos elementales conocimientos científicos podría servir para preparar sencilla y rápidamente un buen pato asado a la naranja Cointreau. Las

piezas del pato se ponen a la parrilla o se fríen para tostarlas. A continuación, con una jeringuilla hipodérmica, se les inyecta licor Cointreau, que posee mucha agua por lo que absorberá bien las radiaciones del microondas. Se introducen las porciones del pato así tratadas en el horno microondas para cocinarlas por dentro, lo que necesita muy pocos minutos. Con ello, la carne se cuece desde su interior en un medio con gusto a naranja, mientras que está dorado por fuera, constituyendo así una versión moderna y científica del engorroso procedimiento tradicional de preparación del pato a la naranja.

Este es un ejemplo de las aplicaciones de la ciencia a la cocina, en este nuevo campo de la gastronomía molecular que necesita de mucho mayores conocimientos e investigaciones que los que hasta ahora existen. Así podremos deleitarnos con el placer de comer, el único, según el gran Savarin que, tomado con moderación, no produce cansancio.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En el último número de la revista ***AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION*** se incluye una investigación realizada por investigadores de la HARVARD SCHOOL OF PUBLIC HEALTH de Boston durante 10 años sobre unas 72.000 mujeres de edad media. Las mujeres que consumían más de 109 microgramos de vitamina K diarias presentaron un riesgo de sufrir fracturas de cadera un 30% menor que las que tomaban menos vitamina K. La procedencia media de la vitamina K era: lechugas (29%), bróculi (15%), espinacas (12%), col (7%), coles de Bruxelas (5%), etc. Globamente, quienes consumían lechugas una o más veces diarias presentaron un riesgo 45% menor que las mujeres cuyo consumo de lechugas era inferior al de una vez a la semana.

HELICOBACTER PYLORI

Esta bacteria se presenta en cepas diferentes y está relacionada con diversas enfermedades gasreointestinales, desde úlceras y gastritis hasta ciertas formas de cánceres de estómago y se pensaba que la multiplicidad patológica podría corresponderse a una multiplicidad genética. Por primera vez, acaba de realizarse una investigación genética comparativa sobre dos cepas, aisladas en diferentes paises, con un intervalo de 7 años, involucradas en diferentes patologías. Los resultados han mostrado una sorprendente similitud en sus genomas, lo que será de gran ayuda para el desarrollo futurode de fármacos y vacunas contra la bacteria

CREACIÓN ARTIFICIAL DE VIDA

El grupo liderado por el prestigioso científico americano Craig Venter puede llegar a conseguirlo. Se basarán en una bacteria microscópica llamada *Mycoplasma genitalium*. Esta bacteria se aloja en el tracto genital humano, y no causa enfermedad conocida, pero tiene la característica de tener menos genes, unos 470, que cualquier otro organismo que se haya estudiado hasta ahora. Se trata de dilucidar cuáles de ellos son esenciales para la existencia de vida, para

posteriormente obtenerlos de la bacteria e intentar recrear un nuevo organismo vivo a partir de ellos.

LUCES DE ESPERANZA

06-02-99

Hace algo más de cinco años, en otro artículo de divulgación científica analizábamos las posibilidades de un nuevo tipo de aproximación terapéutica, bautizada como terapia fotodinámica, con motivo de que, por aquella época, en Canadá, se había producido la primera aprobación oficial del uso de una sustancia fotodinámica, la fotofrina II.

En principio, se trata de la administración de un agente fotosensibilizante, que posee la propiedad de ser concentrado lo más intensa y selectivamente posible en las células de los tumores cancerosos a tratar. Tras ello, se somete a la acción de una radiación luminosa, con una longitud de onda adecuada para que actúe sobre el agente fotosensibilizante y lo transforme o destruya dando lugar a la aparición local, intratumoral, de otras sustancias muy tóxicas, capaces de destruir a las células neoplásicas, sin que las células vecinas, sanas, se afecten en demasía. Hace unos veinte años comenzaron a realizarse investigaciones serias al respecto y, en 1988, se iniciaron los primeros ensayos clínicos de fase III. Transcurrido algún tiempo, parece oportuno que examinemos si las primeras esperanzas han cuajado en aplicaciones concretas o si, por el contrario, se han desvanecido.

PRECEDENTES. Las raíces del uso médico de la activación luminosa hay que buscarlas en las medicinas seculares de la India, China o Egipto. Durante miles de años sustancias presentes en los extractos de plantas de las malezas del río Nilo, que contenían psoralenos, se emplearon contra ciertos desórdenes de la piel: vitíligo, psoriasis. Los psoralenos ingeridos es se acumulan en las células enfermas de la piel, en las zonas de vascularización aumentada y funcionan como una especie de cremallera atascadora sobre la estructura doble hélice del ADN, el material genético celular, evitando la replicación de las moléculas de ADN y, por ende, la división y proliferación de las células enfermas. De un modo semejante actúan los PUVA, es decir, los psoralenos activables por la luz ultravioleta, una de cuyas varias aplicaciones, se hace sobre la sangre de pacientes con ciertas patologías de las células blancas.

La reacción fotodinámica fue acertadamente descrita por Raab, en 1900, con motivo de sus estudios sobre los efectos de la luz en la vida o

muerte de los *paramecios*, unos protozoos ciliados muy comunes en las charcas de agua dulce. Los paramecios expuestos a acridina y a la luz morían, pero no aquellos expuestos sólo a la acridina o a la luz. Cuatro años después, otros investigadores, Tappeiner y Jodlebauer, acuñaron el término de fotodinámica.

APLICACIONES. En las aplicaciones terapéuticas de la fotodinámica el fotosensibilizador puede ser administrado vía intravenosa, oral o tópica. Tras su acumulación selectiva por las células tumorales, suele ser sometido a la acción de ondas luminosas láseres, de longitud de onda específica para el sensibilizador. El resultado final deseable es la necrosis tumoral, que ocurre mediante mecanismos en los que suelen participar los radicales libres oxigenados, con procesos fotoquímicos, térmicos, electromecánicos y de fragmentación molecular, que incluyen la oclusión vascular del tumor, con el deseable efecto final de que se necrose el tejido neoplásico, pero se preserve el normal.

En la actualidad, la terapia fotodinámica ya ha sido aprobada, para tratamientos clínicos, en seis países y, entre las autorizaciones para su uso, se incluyen las del carcinoma recurrente de vejiga, así como en carcinomas obstructivos y precoces de esófago, estómago y árbol traqueobronquial. También, por parte de la FDA, en EE.UU se ha autorizado para ciertas aplicaciones tras que, en 1995, se aprobase la fotofrina, para el cáncer obstructivo de garganta en pacientes no tratables con otras terapias. Es de destacar que en los últimos años se han conseguido, con buenos resultados, curaciones superiores al 90%, y ensayos clínicos muy satisfactorios sobre carcinomas basales y escamosos de la piel, así como sobre carcinomas de cabeza y cuello, incluyendo boca, faringe, y árbol traqueobronquial.

Otra utilización diferente prometedora es la del diagnóstico fotodinámico de las lesiones, incluidos diversos carcinomas, situadas en las mucosas, en los casos en los que tales lesiones no son identificables macroscópicamente. La técnica fotodinámica también es aplicable en el diagnóstico intraoperatorio, para determinar los márgenes libres de tumor, tras haber resecado la pieza tumoral. O en el seguimiento de los pacientes neoplásicos ya intervenidos, a fin de diagnosticar precozmente los riesgos de recurrencias o de tumores secundarios.

DIFICULTADES Y ESPERANZAS. La ventaja de la terapia fotodinámica, cuando es aplicable, sobre otras posibilidades más convencionales, es la de que consigue la destrucción del tejido tumoral, con preservación del normal, y que su aplicación repetitiva no presenta riesgos adicionales. Ello es de importancia en los cánceres donde una pérdida sensible de tejido puede significar un gran detrimento funcional.

Entre las dificultades a tener en cuenta se deben citar algunas. Los fotosensibilizadores, más usados hasta ahora son la fotofrina y el ácido delta-amino levulínico (precursor metabólico de la protoporfirina IX, que es el verdadero fotosensibilizador intracelular). Ambos se sensibilizan con longitudes de luz bajas, a 630-635 nm, lo que conlleva un bajo poder penetrante de la radiación, de sólo 0,5 a 1 cm dentro del tejido, lo que significa la imposibilidad de que ni los tumores sólidos grandes, ni los profundos, puedan ser iluminados o tratados uniformemente. Un efecto colateral, sobre todo de la fotofrina, es el de la fotosensibilidad de la piel, que puede durar hasta 6 semanas tras el tratamiento, lo que significa que los pacientes, durante ese periodo, no pueden recibir la luz solar.

Las principales esperanzas radican en la obtención de mejores fotosensibilizadores que superen las limitaciones de los existentes. Se están sintetizando y probando muchos de estos fotosensibilizadores de segunda generación, algunos de los cuales muestran propiedades prometedoras. La otra principal posibilidad de mejora es la de las fuentes luminosas, investigándose con diversos láseres, que producen luz de diferentes longitudes de onda, así como con la aplicación de fibras ópticas que permiten transportar la luz y difundirla homogéneamente en el tumor.

La terapia fotodinámica, con sus aspectos limitantes, pero también con sus excelentes facetas esperanzadoras, nos está proporcionando un nuevo instrumento de lucha contra las enfermedades, en este caso contra los tumores. Aunque su aplicación puede ser amplia, por sus características, es en la Otorrinolaringología donde será especialmente útil. Así lo entienden los profesionales, entre ellos algunos del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca de Murcia, con experiencia personal

en el tema, a quienes hay que agradecer bastantes de los datos que hemos tratado de comentar en esta divulgación.

FOTOFORESIS

Es una variante de la terapia fotodinámica. Sus resultados son excelentes, para reducir el rechazo de trasplantes de corazón, desde un 50% hasta un 20%, según un reciente artículo publicado en *THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE*. Se semejan a los de una vacuna, alertando al sistema inmunológico corporal para destruir a las células blancas sanguíneas que atacan al órgano trasplantado. Al paciente se le retira una pequeña parte de su sangre que se mezcla con un fotosensibilizante (metoxsaleno) y se expone a la luz UV. Ello provoca el daño de las células blancas, que mueren tras la reinfusión, y provocan una adecuada respuesta inmune.

TUMORES CEREBRALES

En cinco grandes hospitales de Estados Unidos y Canadá se está evaluando la terapia fotodinámica con fotofrina como tratamiento previo a la extirpación quirúrgica de tumores cerebrales. Los primeros resultados indican que ello consigue duplicar (desde 51 semanas a 91 semanas) las expectativas de vida, hasta ahora existentes, tras la cirugía. La fotofrina se administra intravenosamente y desaparece de los tejidos normales a las 30 horas, pero permanece en el tejido normal, donde es sensibilizada mediante un rayo láser. Tras la muerte de las células malignas los restos del tumor son extirpados quirúrgicamente.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Existen bastantes investigaciones sobre la relación entre nutrientes e incidencia de cáncer de colon. Por ejemplo, la reducción de un 35% del riesgo en mujeres, frecuentes consumidoras de ajo; la reducción de un 58% del riesgo en personas suplementadas con 0,2 miligramos diarios de selenio; estudios experimentales sobre animales en los que la carencia de ácido fólico aumenta el riesgo de ese tipo de tumor; los controvertidos efectos de las fibras, etcétera. Ahora acaba de hacerse pública una extensa investigación realizada sobre pacientes operados de cáncer de colon en la que se concluye que un elevado consumo de

leche, debido a su contenido en calcio, tiene un efecto favorable en las expectativas existentes, en cada caso, tras la extirpación.

CLONACIÓN DE MAMÍFEROS: ¿UN CAPRICHO?

13-02-99

Megan, Morag, Dolly y Polly han alcanzado el estrellato. Pero no se tratan de artistas. Simplemente, son ovejas y su fama es biológica. Con ellas se ha demostrado la factibilidad de la clonación de mamíferos incluyendo, posiblemente, al hombre. Pero, sobre todo, constituyen el punto de partida de una nueva era: la del uso de las técnicas y los productos de la clonación para usos biomédicos.

Seres vivos clónicos son aquellos que tienen un mismo genoma. La inmensa mayor parte de nuestro material genético se encuentra en el núcleo celular, en forma de cromosomas, constituidos por genes, heredados de una forma mixta a partir de los genes presentes en las células sexuales paterna y materna originarias del embrión. Pero también, los mamíferos, poseemos un poco de material genético en otros suborgánulos celulares que son las mitocondrias. La característica principal en este último caso es que la herencia sólo se transmite por vía materna.

Por ello, dos seres vivos que sean enteramente clónicos son como los hermanos univitelinos, derivados de una única y primera célula fecundada que, en las primeras etapas de su desarrollo embrionario, cuando aún posee un pequeño número de células iguales, diese lugar a su separación en dos embriones, cuyas células poseerían análogos genes nucleares y mitocondriales. Muchas veces, sin embargo, se consideran individuos clónicos aquellos que poseen el mismo material genético nuclear, con independencia del mitocondrial.

CLONACIONES. Desde hace tiempo los expertos ya sabían obtener ovejas, vacas y otros animales genéticamente iguales, a partir de un embrión inicial que se dividiese en varias partes, reproduciendo artificialmente el fenómeno de los hermanos univitelinos. Pero éste es un proceso bastante laborioso, en el que es difícil controlar exactamente la naturaleza del material genético de partida. Hace ya casi 40 años que el científico John B. Gurdon realizó otro tipo de experiencias con transferencias de núcleos en ranas, obteniendo ranas clónicas.

En los procesos de clonación hay que distinguir tres tipos de maternidades / paternidades. En primer lugar, por el origen de las células donantes del núcleo celular, es decir, de la información genética: se trataría de **la madre o padre biológicos**. En segundo lugar, **la madre de la que proceden los óvulos**, recientes y sin fecundar, a los que se les elimina su núcleo que es sustituido por el núcleo donado, tras lo cual, se induce la formación del embrión. Y, en tercer lugar, la **madre alquilada** o subrogada, a la que se implanta el embrión, para que nazca el nuevo ser. La clonación de mamíferos no es fácil y hubo de esperar tiempo, culminando en el verano del año 1995 con el nacimiento de Megan y Morag, dos corderos, en el Instituto Roslin, cerca de Edimburgo. No eran fruto de la unión de un espermatozoide con un óvulo, sino que su material genético nuclear, idénticos en ambos, procedía del núcleo de unas células embrionarias extraídas de un embrión de nueve días. Por ello, Megan y Morag son reproducciones clónicas del embrión de partida.

El paso siguiente consistió en que el origen del material genético nuclear no fuese embrionario, sino del núcleo de una célula mamaria madura. Y la célula receptora del núcleo procedía de un cultivo celular de laboratorio realizado a partir de células fetales de 26 días. Con ciertos aciertos experimentales, tras la fusión, se consiguió poner en marcha el programa celular del desarrollo embrionario, con una expresión de los genes de la célula madura semejante a como si procediesen de una célula sexual espermatozoide. El anuncio del nacimiento de Dolly, realizado en febrero de 1997, tuvo una gran repercusión informativa: sugería la posibilidad teórica de la clonación en humanos. Posteriormente se comprobó fehacientemente que, genéticamente Dolly era clónica de su madre adulta donante del genoma. Y su normalidad fisiológica se plasmó en el hecho de que al llegar a la madurez, Dolly parió un cordero sano, Bonnie, tras un apareamiento y gestación normales.

CLÓNICOS TRANSGÉNICOS. A los mamíferos clónicos se les puede insertar un gen no propio, con lo que obtendríamos transgénicos, capaces de expresar la información codificada por ese transgén. Los científicos del Instituto Roslin, usando células embrionarias clónicas en

cultivo, lograron incorporarles el gen del factor IX humano, proteína de la coagulación sanguínea, usada en el tratamiento de la hemofilia B. Así nacieron las primeras ovejas clónicas transgénicas, tal como Polly, en el verano de 1997. Estas ovejas son capaces de segregar esa proteína humana como si fuese un componente normal de su leche. Ello demostró que la clonación es capaz de permitir la introducción de genes específicos de otros mamíferos y la posibilidad de obtención de verdaderos rebaños portadores y expresadores de esos genes.

Ian Wilmut del Instituto Roslin, y de la empresa biotecnológica PPL Therapeutics, ha sido el director científico de todas estas consecuciones. Recientemente, en una revisión general, publicada en la revista Scientific American (Investigación y Ciencia, en versión española), afirmaba su convencimiento de que una vez logradas la modificación genética de los mamíferos y su reproducción ulterior, la biomedicina debe buscar sacarles partido a estas nuevas posibilidades. ¿Cómo podría lograrse? Consideraremos sólo unas pocas de estas posibilidades.

CLONACIONES BIOMÉDICAS. La escasez de órganos para trasplantes es acuciante. Las **reacciones inmunitarias hiperagudas** imposibilitan, por ahora, los xenotrasplantes a partir de órganos animales, como los de cerdo. Sabemos que ello se debe a que diversas proteínas del cerdo han sido modificadas previamente gracias a la acción de la enzima alfagalactosil transferasa. Por ello, en diversos lugares del mundo se está investigando intensamente para conseguir, mediante Ingeniería Genética, anular a esa enzima. Tras ello se obtendrían los correspondientes cerdos clónicos transgénicos con órganos trasplantables a receptores humanos cuyo tratamiento contra el rechazo inmunitario por el xenotrasplante podría ser más eficaz que lo inútil que lo es por ahora.

La **enfermedad de las vacas locas** y sus vertientes humanas a todos nos preocupan. A través de las clonaciones transgénicas podrían crearse rebaños de reses carentes del gen responsable de la proteína del prión. No parece que puedan aparecer inquietudes éticas respecto a los ejemplos expuestos hasta ahora.

La investigación sobre enfermedades genéticas humanas podría mejorar notablemente si los científicos dispusieran de animales clónicos

transgénicos portadores del gen o genes defectuosos humanos, por ejemplo el de la fibrosis quística. No valdrían los ratones, muy diferentes de los humanos, pero sí las ovejas cuyos pulmones son muy parecidos a los nuestros. En este caso, es posible que, por parte de algunos, si pudieran plantearse inquietudes éticas respecto a la creación de animales con defectos genéticos.

Los cultivos celulares y embrionarios constituyen otro capítulo diferente. A partir de embriones de ratón se han podido aislar células madre pluripotenciales, capacitadas para poder intervenir en todos los tejidos de un adulto. En humanos, podrían fabricarse células pluripotenciales específicas para cada paciente, sin rechazos, creando un embrión, mediante la transferencia nuclear del material genético procedente de una célula madura diferenciada. En el inicio de la fase embrionaria, antes del comienzo del sistema nervioso, se separarían las células pluripotenciales, utilizables para tratar patologías graves como el Parkinson o la distrofia muscular. Lógicamente, estas posibilidades si pueden ocasionar amplias discusiones éticas y morales.

Las técnicas de clonación aún no se dominan eficazmente, pero, en palabras del Dr. Wilmut: "*Ofrecerán importantes oportunidades médicas...Las actitudes sociales cambian; se producen avances inesperados. El tiempo lo dirá*".

CÉLULAS FETALES

El Departamento de Salud americano prohibe el uso de fondos federales para investigar con embriones humanos. Sin embargo, se ha dado a conocer su opinión legal de que esta prohibición no es aplicable a la investigación con células progenitoras o precursoras embrionarias humanas. Hay que recordar que el pasado noviembre dos grupos científicos ya anunciaron el aislamiento de estas células precursoras que, cultivadas, podrían ser utilizadas terapéuticamente.

BLASTOCISTOS

El grupo del Dr. James Thomson, en Wisconsin, derivó sus células de embriones precoces en estado de gástrula, sobrantes de los tratamientos de fertilidad. Esas células son capaces de diferenciarse en otras clases de células, pero son incapaces de producir un embrión si se implantan en un útero, es decir, se tratan de células derivadas de embriones humanos pero que por ellas mismas no pueden ser consideradas como embriones. Ello abre la posibilidad de la obtención de cultivos clónicos y, si es necesario, transgénicos, de estas células con posibilidad diferenciadora adecuada para poder reparar órganos dañados.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Un hallazgo agradable. El alto contenido en las antocianinas de las cerezas, a las que proporcionan su bello color, hace que esta fruta sea especialmente interesante por su capacidad antioxidante contra los radicales libres oxigenados. Pero, mejor aún, sus antocianinas son capaces de inhibir a las mismas enzimas ciclooxigenasas que son inhibidas por la aspirina y otros antiinflamatorios. La conclusión alcanzada es que la ingesta de 20 cerezas puede equivaler, por ello, a una dosis de un par de aspirinas. Y, desde luego, son más agradables y con menores efectos secundario.

CIENCIA, ÉTICA Y DERECHO

20-02-99

En su breve e intensa existencia el fascinante aventurero y novelista francés Antoine de Saint Exupery compaginó su pasión por la aventura con la meditación sobre el significado último de la existencia. En esa deliciosa golosina literaria que es su libro "El Principito", éste es instruido por el lobo, en un pasaje, del siguiente modo: "Los hombres han olvidado esta verdad. Pero tu no debes olvidarla. Eres responsable para siempre de lo que has domesticado".

Se trata de una forma muy clara de expresar el principio ético de la responsabilidad. Y a este principio no puede ser ajena la Ciencia. Los científicos y sus quehaceres no pueden permanecer aislados del resto de la sociedad, pues es bien sabido que "lo que suceda mañana es decidido hoy" y los logros científicos de cada día están predeterminando lo que va a suceder de un modo más o menos inmediato, ya que las múltiples derivaciones de la Ciencia se introducen en todo el permeable tejido de la Sociedad.

CIENCIA Y SOCIEDAD. La Ciencia y la Tecnología pueden servir tanto a Dios como al Diablo: conquistamos el espacio, pero saqueamos los recursos naturales de nuestro planeta; empezamos a recoger los primeros frutos de la Revolución Verde, pero degradamos nuestro medio ambiente y nuestra atmósfera; luchamos con éxito contra terribles enfermedades con nuevos antibióticos y fármacos, pero hemos sido capaces de lanzar bombas atómicas contra nuestros semejantes.

Desde la adquisición de su consciencia el hombre busca afanosamente una interpretación adecuada del Universo y del papel que le corresponde en el mismo. Hoy, ya nadie duda que la ciencia, en forma de física, química, biología, astronomía o matemáticas, puede aproximarnos a esa meta, con las correspondientes consecuencias. Recordemos el ejemplo de Galileo y la postura de la Inquisición: si la Tierra no era el centro del Universo, sino un simple planeta alrededor del Sol, con ello ¿no quedaría afectado también el concepto protagonista del hombre en ese Universo? Algo semejante ocurre hoy respecto a los avances de la Biología que hacen plantear nuevas preguntas sobre la

especificidad del Homo sapiens en relación con el resto de las especies vivas. Y no podemos olvidar, lo que, en una frase muy descriptiva, se ha resumido espléndidamente: "La Ingeniería genética está convirtiendo al hombre en ingeniero de humanos". Nuestra más preciada identidad biológica, nuestros genes, pueden ser conocidos e investigados, pero, sobre todo, pueden ser modificados.

ÉTICA. La genética y la ingeniería nuclear son campos evidentes en los que la reflexión ética es necesaria, pero no menos trascendente es el caso de las tecnologías de la información y el fascinante desarrollo tecnológico que suponen, lo que se puede traducir, fácilmente, en problemas relacionados con la libertad individual y la intimidad personal. Y el hallazgo y definición de una Ética para la Ciencia son urgentes ya que "la Ciencia avanza más rápidamente que la realidad", como recordaba el Presidente de la República francesa al constituirse, en Francia, en 1983, el Comité Ético Consultivo Nacional.

Por ello, las relaciones entre Ética y Ciencia no pueden seguir siendo meras elucubraciones teóricas. En todo el mundo se tiende a institucionalizarlas e, incluso, a plasmarlas en forma de leyes. En general, los científicos, están participando activamente en este proceso, que posiblemente tuvo su inicio en 1831, con la creación de la British Association for the Advancement of Sciences, una asociación cuya meta era una mejor comprensión entre Ciencia y Sociedad. Actualmente ya existen más de 200 diferentes Comités Nacionales de Ética relacionados con la aplicación de la Ciencia. Pero hay que destacar de un modo especial, por su importancia, al Movimiento Universal para la Responsabilidad Científica, dirigido por el premio Nobel francés Jean Dausset, y al Comité Internacional de Bioética, establecido por la UNESCO, en 1992, a instancias de su Director general Federico Mayor Zaragoza.

Todos estos foros de reflexión son precisos para que puedan cristalizar en acuerdos como el de la reciente Declaración Universal de los Derechos del Genoma Humano, auspiciada por la ONU. Este tipo de actuaciones constituye la mejor respuesta a la reflexión que hace unos años se hacía el también Premio Nobel francés Jacques Monod: "¿Serán las sociedades modernas capaces de controlar los fantásticos poderes

que las ciencias les han dado usando simplemente criterios de un vago humanismo modulado por una especie de hedonismo optimista y materialista? ".

DERECHO. Los avances en genética y el uso inmediato previsible de las diferentes genotecnologías significan una serie de retos que se plantean al Sistema Jurídico tradicional, por lo que constituirán una de las parcelas más activas del Derecho en las próximas décadas. Por ello, son valiosas las iniciativas, como el curso auspiciado por la Fundación Hefame, con el título de **La revolución genética: los retos más acuciantes para el derecho en el tercer milenio**, que se celebrará en Murcia, del 5 al 7 de marzo de 1999. Lo dirigirá el prof. Jaime Miguel Peris, catedrático de Derecho Penal de esa Universidad y contará con casi unos cuarenta participantes, expertos de nuestro país en los diferentes temas que constituyen las más de veinte ponencias a desarrollar. La aproximación científica la iniciará el profesor Santiago Grisolía, presidente del Comité de Coordinación Científica de la UNESCO para el Proyecto Genoma Humano y otros seis ponentes completarán el marco científico condicionante de los problemas jurídicos.

La biotecnología será examinada por otros cinco especialistas en relación con sus límites éticos y jurídicos. Concretamente, el Dr. Emilio Muñoz, ex-presidente del CSIC y ex-director general de política Científica, actualmente profesor de Investigación del Instituto de Estudios Sociales del CSIC, abordará el tema de la diversidad de la biotecnología y sus repercusiones sociales y éticas. Otra de las sesiones se dedicará a que diversos profesores universitarios de Derecho Civil y de Derecho Penal examinen las respuestas del Ordenamiento Jurídico en relación con los nuevos interrogantes que se plantean con los avances genéticos, reproducción asistida, y otros.

El controvertido tema de las patentes será objeto de una atención especial por parte de los ponentes que abordarán las diferentes posiciones relativas a lo que es descubrimiento, lo que es patentable, así como las consecuencias derivadas de las patentes transgénicas, sin olvidar la valoración de los ciudadanos respecto a estos temas. Por último, la sesión final del curso se dedicará a los problemas sociales derivados del uso de la información genética: relaciones laborales,

derecho a la intimidad, límites en el uso de la información genética, etcétera.

ORGANOS ARTIFICIALES

La revista *NATURE BIOTECHNOLOGY* (febrero 1999) publica el gran éxito conseguido por un grupo investigador de Boston. Usando cultivos de células procedentes de la vejiga urinaria de perros Beagle, han conseguido reconstituir los órganos completos, implantando estas vejigas urinarias en seis animales, donde han desarrollado una buena funcionalidad e, incluso, los animales han podido recuperar la capacidad de control sobre la vejiga. Los investigadores usaron unos moldes plásticos biodegradables con la forma de la vejiga, sembrando su parte externa con capas de células musculares de vejiga y la interna con células uroteliales. Tras el reimplante, a los tres meses, la apariencia y funcionalidad eran casi normales, el plástico se había degradado y se habían formado las adecuadas conexiones sanguíneas y nerviosas.

FRÍAS BACTERIAS

En el número de febrero de 1999 de la revista *GEOLOGY* se muestran los hallazgos realizados por un equipo investigador británico-canadiense, que ha encontrado un gran número de bacterias, miles de millones de células por gramo, en las aguas heladas a 0ºC que existen en la profundidad en diversos glaciares de Suiza. Las bacterias poseían actividad biológica, eran capaces de dividirse y de metabolizar nitratos. Este hallazgo abre la posibilidad de la existencia de formas microscópicas de vida bajo las aguas congeladas de otros cuerpos celestes extraterrestres, como podría ser Marte.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

La llamada dieta mediterránea posee un favorable efecto protector sobre la incidencia de ciertas clases de cánceres así como sobre diversas patologías cardiovasculares. Ahora, otra investigación francesa, publicada en el último número de la revista *CIRCULATION*, demuestra sus resultados protectores sobre los riesgos de tener un segundo infarto en personas que ya han sufrido uno previo. La investigación se ha realizado a lo largo de cuatro años sobre más de 400 personas y la reducción del riesgo se situó en cerca de un 60 % como media.

EL FÁRMACO ANTIGRASAS

26-02-99

Todo hace suponer que se convertirá en un gran éxito comercial comparable al del Viagra. En este caso se trata del Xenical, nombre comercial dado al Orlistat, un preparado desarrollado por la multinacional farmacéutica Roche, para la lucha farmacológica contra la obesidad. Su comercialización en España será inmediata.

En el Reino Unido y otros países europeos se dispensa desde el pasado septiembre tras su aprobación por la Comisión Europea el pasado mes de julio, aunque desde hace varios años se viene utilizando en varios países latinoamericanos y asiáticos. Mientras tanto, en los Estados Unidos, aún no ha sido autorizado por la Food and Drug Administration. Se trata del primer y único producto de una nueva clase de fármacos antiobesidad no sistémicos basados en su actividad inhibidora de las enzimas lipasas digestivas.

Recordemos que el índice de masa corporal de una persona es el resultado de dividir dos magnitudes: el numerador es el peso, expresado en kilos; el denominador es el cuadrado de la altura corporal, cuando ésta se mide en metros. Pues bien, en muchas naciones desarrolladas la obesidad, definida por un índice de masa corporal superior a 30, afecta a cerca del 50% de la población. Y, en general, mientras que en 1960 alrededor del 25% de las personas se podían clasificar como obesas, hoy ese porcentaje supera el 33%, con todas las complicaciones para la salud que ello supone. En muchos casos la causa de la obesidad reside en una ingesta alimenticia exagerada de lípidos y grasas.

LIPIDOS. Un occidental suele consumir diariamente de 50 a 120 gramos diarios de lípidos, de los cuales más del 95% suelen ser grasas o triglicéridos de cadena larga, formados por la esterificación de los tres grupos alcohólicos del glicerol (glicerina) con tres moléculas de ácidos grasos de cadena larga. Otros lípidos presentes en la dieta diaria usual son los fosfolípidos (2-4 gramos) y el colesterol (250-600 mg). La

digestión y absorción de las grasas siguen pautas complejas, en parte aún no conocidas. Tras su emulsión, las enzimas digestivas lipasas hidrolizan los enlaces ésteres, los productos resultantes se dispersan en el medio acuoso y son absorbidos en la porción superior del intestino delgado. Para que la absorción de las grasas sea posible, previamente han de ser convertidas en monoacilgliceroles, es decir, que han de ser separados hidrolíticamente, por las lipasas, dos de sus tres residuos de ácidos grasos.

Circunstancias similares se dan con otros componentes lipídicos de la dieta. Los humanos contamos con cuatro enzimas lipolíticos, lipasas, que participan secuencial y concertadamente en la digestión enzimática de los lípidos. Son ellas la lipasa gástrica; la lipasa pancreática; la carboxilester lipasa y la fosfolipasa A_2. Aunque la lipasa pancreática es, con mucho, la lipasa digestiva más importante, parece que las inhibiciones producidas por la lipasa gástrica y la carboxilester lipasa son también esenciales para conseguir una eficaz reducción farmacológica de la absorción lipídica, ya que si sólo es deficiente la lipasa pancreática las otras lipasas parecen actuar de un modo compensatorio.

ORLISTAT. La molécula desarrollada por Roche (Ro 18-0647) es un derivado hidrogenado de la **lipstatina**, que es una sustancia natural inhibidora de la lipasa, producida por el microorganismo *Streptomyces toxytricini*. El **orlistat** ha demostrado poseer una potente acción inhibidora hacia todas las lipasas animales probadas, incluyendo las cuatro principales que actúan en la digestión humana. Con su acción gastrointestinal se consigue reducir la digestión y la absorción de las grasas presentes en la dieta, por lo que, en parte (alrededor de un 30%) son arrastradas y eliminadas por las heces y no son convertidas en calorías. Los estudios en el ámbito molecular indican que el orlistat disuelto en el medio lipídico reacciona con la lipasa, fijándose sobre el centro activo catalítico de la enzima con un fuerte enlace covalente, con lo que impide que la enzima pueda actuar hidrolíticamente sobre sus sustratos naturales, sobre todo las grasas.

Los estudios farmacodinámicos han concluido que la dosis terapéutica diaria óptima del inhibidor es la de 180 a 360 mg, así como

que esta dosis debe dividirse y distribuirse haciendo coincidir las tomas con las tres ingestas diarias principales de alimentos. El orlistat no se acumula en el plasma ya que no es absorbido intestinalmente, por lo que, en su mayor parte, sus moléculas son eliminadas, sin ninguna modificación, por las heces.

Desde 1995 se han publicado varias decenas de excelentes investigaciones clínicas sobre los efectos del orlistat en diversos grupos de pacientes. La mejor combinación consiste en el suministro del fármaco, a la vez que se sigue una dieta ligeramente hipocalórica, acompañada, si es posible, con la realización de alguna actividad física. Comparando los resultados con los pacientes controles correspondientes, que recibieron un placebo, los logros son significativos al cabo de un año, con un 9% de personas que reducen su peso en un 20%, otro 30% de obesos que lo hizo entre un 10 y un 20%, con otro nuevo 30% que consiguió una reducción entre el 5 y el 10%, mientras que para el 32% la pérdida fue inferior al 5%, incluyendo entre ellos al 8% de personas cuyo peso no sufrió disminución alguna.

CONCLUSIONES. Con bastante seguridad se pueden realizar varias afirmaciones: a) El mecanismo primario y molecular de la acción del orlistat se basa en la inhibición de las enzimas lipasas digestivas, y no se han evidenciado efectos del fármaco diferentes a ello, como sería, por ejemplo, una acción eventual sobre la mucosa gastrointestinal; b) Suministrado a la dosis correcta y acompañado con una moderada dieta hipocalórica, se consigue un déficit global calórico de unas 200 Kilocalorías diarias. Ello puede ser importante para el tratamiento de personas diabéticas e/o hipertensas; c) El orlistat también posee propiedades hipolipidémicas e hipocolestolémicas, debido a sus efectos reductores de la absorción de triglicéridos y de colesterol. Por el contrario, disminuye algo la absorción de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y de los betacarotenos. Por ello, debe contemplarse el suplemento de la dieta con estas sustancias; d) El orlistat es muy poco absorbido, por lo que sus niveles plasmáticos son muy bajos. Ello dificulta el que ejerza efectos adversos relacionados a la posible inhibición de las enzimas lipasas no gastrointestinales que realizan importantes funciones en nuestras células, tejidos y órganos; e) Hasta

ahora los resultados existentes indican que el orlistat no muestra interacciones muy significativas con otros fármacos utilizados comúnmente.

Sin embargo, como siempre, ante un nuevo medicamento, hay que ser precavidos y acudir a la supervisión del médico correspondiente. En primer lugar, de nada serviría el orlistat si se descuida la dieta y se ingieren mayores cantidades de lípidos. Por otra parte, bastantes pacientes que han usado el orlistat han presentado algunas complicaciones gastrointestinales, como pérdida de heces, aunque en la mayoría de los casos se han tratado de episodios leves. Y no podemos olvidar por último que, aunque ello no sea previsible, existe el ejemplo previo de algunos fármacos antiobesidad (con mecanismos de acción diferente) que, tras un tiempo de comercialización, hubieron de ser retirados del mercado de algunos países al asociarse a algunas complicaciones. Ahí están los ejemplos del Adifax y el Ponderax, con sus adversas repercusiones cardiovasculares.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Los beneficios saludables del consumo de tomates, frescos, en salsa, o cocinados responden a una revisión realizada sobre 72 investigaciones previas publicada por el Dr. Giovannucci, de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard, en la revista *JOURNAL OF THE NATIONAL CANCER INSTITUTE*. 57 de tales investigaciones señalan que cuanto mayor es el consumo de tomates, menor es el riesgo de cáncer, sobre todo de próstata, pulmón y estómago. Los tomates son ricos en vitaminas A y C, en ácido fólico y en potasio, aparte de los carotenoides licopenos, que les dan el color rojo, con fuertes propiedades reductoras y antitumorales. Tales licopenos también se hallan, en menor cantidad, en melones, albaricoques y pomelos.

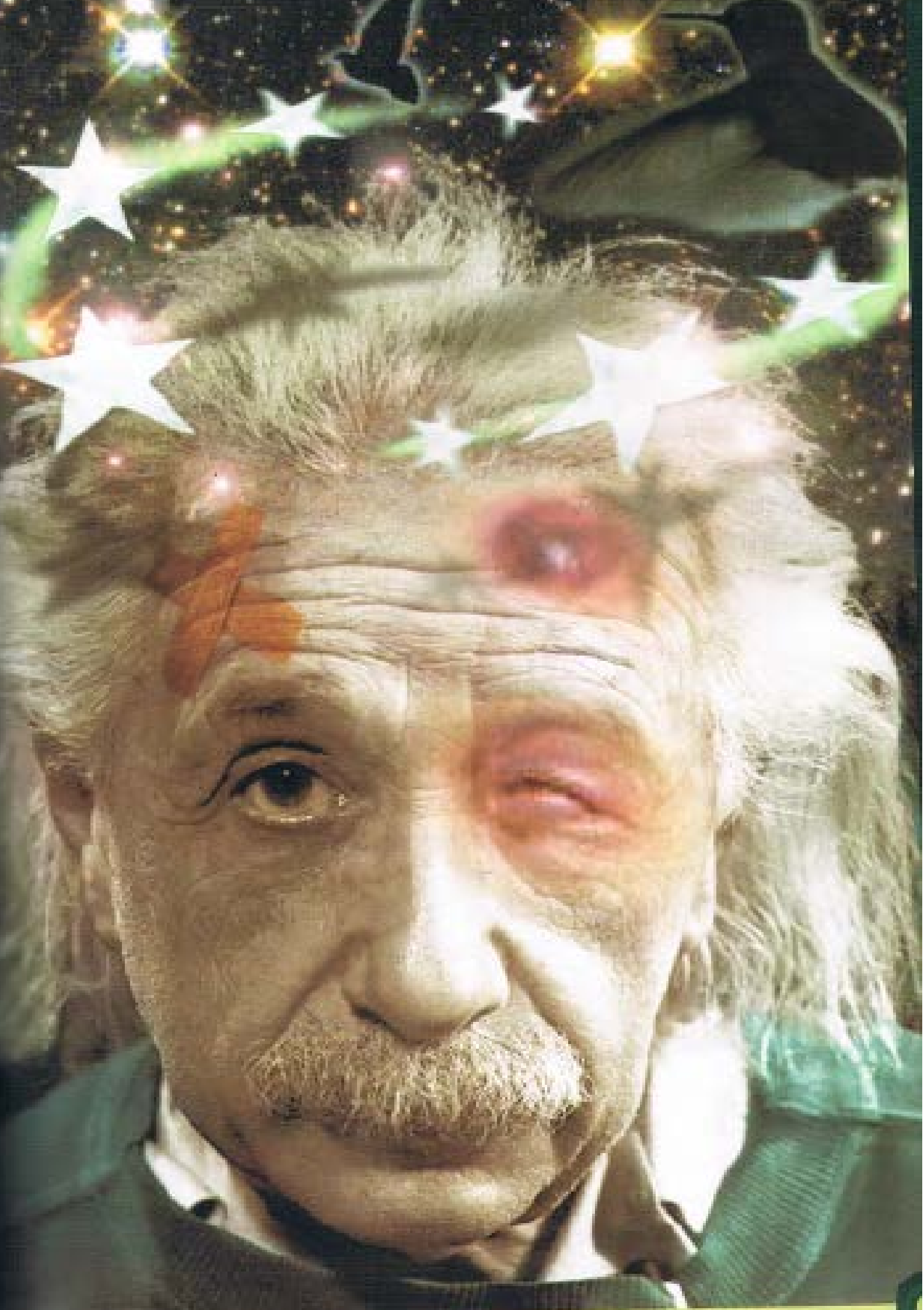
CHAMANES BOLIVIANOS

Tradicionalmente, los chamanes indígenas bolivianos usaban numerosos extractos de plantas para luchar contra las diversas enfermedades. Investigadores de las Universidades de Texas y de California han analizado la acción de componentes de 60 de esas plantas y han sintetizado análogos químicos de los que presentaron mayor interés. Entre ellos, figuran siete sustancias capaces de bloquear la infección por el virus VIH del SIDA, como inhibidores de la enzima integrasa que participa en la integración de los genes del virus en el genoma de las células infectadas. Los tratamientos retardadores actuales actúan contra la proteasa y la transcriptasa inversa del VIH, pero no se conocía, hasta ahora, ningún fármaco antiintegrasa. En próximos años se realizarán los ensayos clínicos correspondientes.

NEUMÁTICOS INFORMATIZADOS

Investigadores de la CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY de Cleveland, en USA, e ingenieros de GOODYEAR han diseñado y patentado unos diminutos sensores de temperatura y de presión para ser incluidos en la cara interior de los neumáticos a fin de que transmitan las señales oportunas que indiquen la falta o exceso de presión así como la conveniencia de la renovación de los neumáticos. Los sistemas diseñados son baratos, fiables y con una vida media superior a la de los propios neumáticos. Se han realizado las primeras pruebas,

satisfactorias, en camiones. Cada neumático contendrá, asimismo, un microchip identificativo del mismo.



EINSTEIN, HUBBLE Y CANARIAS

05-03-99

No se trata de relatar facetas turísticas de estos grandes hombres. Lo que intentaremos describir es la existencia del fenómeno del espejismo cósmico, conocido como lente gravitatoria, y de su estudio mediante el sistema INTEGRAL, un nuevo instrumento capaz de realizar espectroscopía bidimensional mediante fibras ópticas.

¿Qué tienen que ver con ello Einstein, Hubble o las Islas Canarias? Vayamos por partes y adelantemos que las lentes gravitatorias proporcionan a los cosmólogos unas herramientas precisas para medir diversos parámetros cosmológicos, como la constante de Hubble (H_o), muy relacionada con el cálculo de la edad del Universo, la densidad de materia del Universo (W_o), esencial para dilucidar su destino, y la constante cosmológica I_o, formulada por Einstein, para explicar las propiedades del Universo.

LENTES GRAVITATORIAS. Son consecuencia directa de una de las principales predicciones de Einstein en su **Teoría de la Relatividad General**: los campos gravitatorios de algunos objetos pueden desviar de varios modos los rayos de luz procedentes de un cuerpo lejano, lo que originaría más de una imagen de ese cuerpo. Los sistemas de imágenes múltiples, conocidos como sistemas lente o espejismos gravitatorios, se producen cuando una gran masa (por ejemplo, una galaxia o un grupo de galaxias) se sitúa en la trayectoria de la línea de visión que conecta al observador con una fuente luminosa distante, como puede ser un cuásar. En tal situación, la concentración de masa actúa como una lente gravitatoria respecto a los rayos de luz procedentes de la fuente y, debido a la deflexión gravitatoria, siguen varias trayectorias, produciendo varias "imágenes". Hasta ahora, se han descubierto unos 30 sistemas múltiples de cuásares originados por ese efecto lente gravitatoria.

La más interesante y espectacular de todas ellas es la bautizada como **Cruz de Einstein**, que es un sistema de cuatro componentes originado por un cuásar muy lejano. Recientemente, los investigadores del Instituto Astrofísico de Canarias (IAC) han sido capaces de descubrir

un fenómeno no observado hasta la fecha, la existencia de un arco de luz que conecta tres de las cuatro componentes de la Cruz de Einstein. Ese arco se debe a la distorsión gravitatoria que ha sufrido la imagen de la galaxia que hospeda al cuásar origen de la Cruz de Einstein. Lo importante es que, según los más renombrados expertos mundiales, ello se ha conseguido con una instrumentación propia y única construida en el IAC, y que se espera que estos tipos de estudios puedan permitir resolver la estructura de los cuásares, así como ayudar a la realización de modelos teóricos de los sistemas de lentes gravitatoria. Una de las primeras aplicaciones de la nueva tecnología ha sido el estudio de pares de objetos cósmicos con una gran diferencia de intensidad entre ellos, como ha sido el caso de la estrella binaria HD 167605, que había sido detectada recientemente por el telescopio espacial Hubble. Otros éxitos han sido los estudios del núcleo de M31, de la galaxia de Andrómeda; del núcleo de la galaxia en interacción NGC 2992; de algunas galaxias infrarrojas ultralumínicas, así como de ciertas fusiones de galaxias.

INTEGRAL. Un telescopio es un instrumento colector de fotones, de luz muy débil, que nos llega del mundo exterior y la concentra en un punto. En este foco se ha de situar la instrumentación específica (espectrógrafos, fotómetros, cámaras...) que permiten recoger, analizar y extraer la información que transportan las ondas electromagnéticas luminosas. El desarrollo y construcción de esa instrumentación requiere de una ingeniería avanzada capaz de desarrollar los necesarios componentes electrónicos, ópticos y de software. El uso de fibras ópticas, especialmente diseñadas y fabricadas al respecto, permiten aprovechar más eficazmente el registro de las informaciones espaciales y espectrales.

Los más importantes telescopios del mundo (HHT, Gemini, VLT, MMT, Subaru, GTC, etcétera) tienen en proyecto contar con instrumentos de este tipo pero INTEGRAL ha sido el primero de todos, con la característica de que se trata de un proyecto totalmente concebido, gestionado y desarrollado por el IAC, aunque ha contado con financiación hispano-británica y con la posterior colaboración internacional del ISAAC NEWTON GROUP y del británico ROYAL

GREENWICH OBSERVATORY. El investigador principal de este proyecto ha sido el Dr. Santiago Arribas, colaborador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el IAC, quien ha sido recientemente elegido por la Agencia Europea del espacio (ESA) como miembro del Equipo Científico que supervisa los estudios de la ESA relativos al Telescopio Espacial de Nueva Generación (NGST), un telescopio espacial de 8 metros de diámetro que será el sustituto del telescopio espacial Hubble hacia el año 2008. El **Integral** es el último de los instrumentos desarrollados por el IAC para realizar espectroscopia bidimensional, basado en el uso de las fibras ópticas. Está acoplado al telescopio William Herschel, del Observatorio canario del Roque de los Muchachos y sus posibilidades observacionales son únicas al poder combinar simultáneamente imagen y espectroscopia. En cada exposición tomada con INTEGRAL se obtienen, simultáneamente, unos 200 espectros, lo que posibilita la generación de imágenes de cualquier característica espectral. El nuevo sistema es un instrumento de **uso común**, es decir, que se encuentra a la disposición de toda la comunidad científica internacional.

DESARROLLO. El plan de desarrollo del nuevo instrumento se basó en la construcción de dos prototipos previos, no entregables, el DM y PM, y de lo que sería la versión final, el EM. La fase teórica del proyecto se inició en septiembre de 1994, la entrega final en julio de 1997, y se alcanzó la total operacionabilidad en 1998. Los primeros resultados obtenidos fueron tan brillantes que fueron inmediatamente publicados en la revista **The Astrophysical Journal Letter**, en un artículo que resultó conmemorativo, ya que suponía el número 1000 del IAC publicado en revistas internacionales especializadas.

Este brillante éxito de la ciencia española permitirá, como antes hemos indicado, realizar cálculos más precisos de diversos parámetros cosmológicos que nos permitirán conocer mejor aspectos que a todos nos intrigan como son el origen, la evolución y el destino del Universo, cuestiones de las que se han ocupado muchos insignes científicos, entre ellos, Einstein y Hubble. El modelo de la relatividad de Einstein proponía un Universo no expansivo, que permanecería estático gracias a su formulada **constante cosmológica**, que contrarrestaría a la gravedad.

Posteriormente, los hallazgos de Hubble y el desarrollo de la teoría del BIG BANG hicieron evidente la realidad de un Universo en continua expansión y la ley de Hubble (1929) relacionó la observable recesión de las galaxias en expansión con su distancia.

Es curioso que, en 1931, Einstein tuvo ocasión de visitar, en el observatorio de Pasadena, a Hubble. Einstein, usualmente muy silencioso, una tarde le dijo a Grace, la esposa de Edwin Hubble: "*El trabajo de su esposo realmente es muy hermoso*". La demostración de Hubble de la expansión del Universo hizo que Einstein afirmase que el postulado de su constante cosmológica había constituido el mayor fiasco científico de su vida. Y es fascinante que, desde hace algo más de un año, se haya vuelto a pensar en la existencia de la constante cosmológica de Einstein como explicación a una observada expansión acelerada del Universo. Esperemos que los nuevos logros científicos, como los canarios hoy comentados, permitan reconciliar las ideas de Hubble y de Einstein, pero, sobre todo, nos permitan entender mejor a nuestro Universo.

MENINGITIS

La profesora Terry Coakley e investigadores de las Universidades de Cardiff y Gales han sido capaces de desarrollar un nuevo método económico y barato para diagnosticar las meningitis en sólo 30 minutos, a diferencia de los procedimientos hasta ahora existentes, que son más complicados y se pueden demorar hasta 48 horas. En nuevo ensayo utiliza microesferas impregnadas con anticuerpos para los tipos B y C de la enfermedad y su aplicación será especialmente útil tras la aparición de cualquier brote en escuelas, campamentos o comunidades cerradas.

INFECCIONES

Hace 20 años las úlceras estomacales y otras complicaciones gastrointestinales estaban muy lejos de considerarse como de origen infeccioso. La bacteria *Helicobacter pylori* ingerida, a propósito, por algunos investigadores, demostró ser esa causa infectiva. Ahora, cada vez se acumulan más sospechas de que otras graves enfermedades pueden estar mediadas por infecciones o agentes ambientales. Esta nueva teoría médica sería aplicable, al menos en parte, a enfermedades tan diversas como las cardíacas, el mal de Alzheimer, la esclerosis múltiple, la artritis reumatoide, la esquizofrenia y otros desórdenes depresivos y obsesivo-compulsivos.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

La deficiencia en hierro es un problema relativamente usual en la dieta humana. Por ello tiene interés la obtención de plantas que sean más ricas en sus contenidos de hierro. La deficiencia en hierro de las plantas se complica por la pobre absorción por las mismas de los hidróxidos férricos insolubles. La conversión del hierro en formas absorbibles por las plantas está catalizada por enzimas radiculares reductasas quelatantes de hierro. Acaba de aislarse el primer gen de una planta que codifica a una enzima de este tipo, lo que abre la posibilidad futura de introducirlo en otras plantas que, de este modo, podrían incrementar su contenido en hierro.

ESPERANZA PARA LOS CORAZONES CANSADOS

12-03-99

Los recientes datos hechos públicos por la prestigiosa asociación médica cardiaca americana American Heart Association /AHA), referidos a Estados Unidos, son extrapolables a los países desarrollados como España: en general, en los últimos 50 años el riesgo de muertes anuales, por cada cien mil personas, debidas a enfermedades cardíacas se ha incrementado desde 87 a 187; el número de infartos desde 26 a 63 y el total de enfermedades cardiovasculares desde 173 a 377.

La causa de estos alarmantes incrementos se debe a las mayores perspectivas de vida y el envejecimiento de la población, con una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares. Actualmente el número de personas mayores de 65 años supera el doble de las existentes hace 50 años. La insuficiencia cardiaca es una consecuencia común de una gran variedad de enfermedades cardiacas. Su diagnóstico es relativamente simple: cuando el ventrículo izquierdo no es capaz de bombear adecuadamente la sangre, el líquido se acumula en los pulmones causando fatiga (disnea), sobre todo al realizar un esfuerzo, lo que es fácilmente reconocible mediante un fonendoscopio. Si la deficiencia cardiaca afecta a ambos ventrículos, se provoca un exceso de líquido en los tejidos, lo que, por ejemplo, origina edemas en las piernas, con hinchazón en los tobillos

La insuficiencia cardiaca es sufrida por más del 10% de las personas mayores de 75 años, lo que implica un aumento del riesgo de muerte de origen cardíaco entre 4 y 8 veces y un aumento del riesgo de muerte súbita de 5 veces. Al cabo de 3 años de enfermedad se producen un 40% de muertes en enfermos con insuficiencia cardiaca moderada y la cifra se eleva hasta el 80% en pacientes con insuficiencia cardiaca grave. La hospitalización es necesaria en muchas ocasiones y los gastos derivados de la insuficiencia cardiaca suelen representar más del 2% del total de gastos sanitarios.

RECEPTORES. Como las causas de la insuficiencia cardiaca son múltiples, los tratamientos han de estar específicamente dirigidos a ellas y en su

mayor parte se basan en medicaciones concretas, aunque en algunos casos puede ser aconsejable la cirugía, por ejemplo, en algunas enfermedades valvulares.

En esta colaboración vamos a tratar de comentar algunos recientes y esperanzadores resultados en la farmacoterapia de la insuficiencia cardiaca: el uso de ciertos beta-bloqueantes de receptores adrenérgicos cardiacos. Muchas hormonas como la adrenalina son reconocidas por las células por medio de receptores adecuados situados en la superficie de sus membranas. La adrenalina es reconocida por diferentes clases de receptores adrenérgicos, tras lo cual se producen ciertas señales intracelulares, cuya naturaleza viene determinada por la del receptor, señales que son las que influyen en los oportunos procesos metabólicos. Los receptores beta-adrenérgicos son característicos en las células cardiacas y existen desarrollados en la farmacopea una abundante serie de fármacos beta-bloqueantes que se unen a estos receptores y los inutilizan. Los beta-bloqueantes se utilizan ampliamente en el tratamiento de la hipertensión por su capacidad para disminuir la contractilidad de las fibras miocárdicas. Por ello mismo, se consideraban proscritos en la insuficiencia cardiaca.

El texto de Goodman y Gilman es como una especie de Biblia farmacológica y en su edición de 1996, indica que "*el bloqueo beta-adrenérgico puede generar o exacerbar la insuficiencia cardiaca en pacientes con insuficiencia cardiaca compensada*". Sin embargo, parece que la situación está cambiando esperanzadamente, dependiendo de la naturaleza y la dosis adecuada del betabloqueante.

CIBIS-II. No es infrecuente el caso de medicamentos tradicionalmente usados con otros propósitos a los que, con posterioridad, se les descubren nuevos efectos terapéuticos, en otras dosis y patologías. Es clásico el caso de la aspirina, que en dosis menores que las utilizadas como antiálgico, antiinflamatorio o antitérmico es de gran utilidad en la prevención de ciertas patologías cardiovasculares. O, recientemente el minoxidil, usado en el tratamiento de algunos desórdenes prostáticos, que es el principio activo del anticalvicie oral Propecia. ¿Sucederá lo mismo con un betabloqueante como el bisoprolol, muy utilizado en el control de la hipertensión (Enconcor)?

Desde hace varios años se viene investigando la posible aplicación de betabloqueantes en la insuficiencia cardiaca. En concreto, el ensayo clínico CIBIS-1 así lo abordó respecto al betabloqueante bisoprolol. Aunque los resultados fueron buenos la escasa población estudiada no tuvo suficiente poder estadístico. Por ello se elaboró la investigación CIBIS II, un estudio multicéntrico, en 247 hospitales, realizado simultáneamente durante dos años y medio en la mayor parte de países europeos, sobre 2647 pacientes sintomáticos con insuficiencia cardiaca de clase III o IV, de acuerdo con la clasificación de la AHA, es decir, con una fracción de expulsión inferior al 35%. Los pacientes, con una edad media de 61 años (rango de 22 a 88 años) ya tomaban previamente la medicación estándar, es decir, un diurético y un inhibidor del tipo IECA. Las dosis adicionales del medicamento variaron desde la inicial de 1.25 mg hasta la máxima final de 10 mg diarios.

ESPERANZAS. El estudio hubo de ser finalizado prematuramente antes de su conclusión ya que los beneficios del bisoprolol consiguieron reducir las muertes, por cualquier causa, respecto a las del grupo placebo, en un 34%, independientemente de la etiología de la enfermedad. También redujo las cifras de muerte súbita en un 44% y las hospitalizaciones, debidas a agravamiento de la insuficiencia cardiaca, en un 36%. Por ello, no se consideró ético privar de la medicación, por más tiempo, a los pacientes placebo, aunque si prosiguieron las investigaciones clínicas sobre todos los pacientes tratados. Los resultados de la investigación se publicaron el pasado enero en la conocida revista médica ***The Lancet***, sumándose a otros previos que ya venían sugiriendo que ciertos betabloqueantes suministrados en dosis apropiadas, pueden disminuir muy significativamente la mortalidad en la insuficiencia cardiaca, aunque el CIBIS II, hasta ahora, ha sido la más convincente evidencia real existente, de acuerdo con los comentarios hechos por la AHA.

¿Serán igualmente útiles otros betabloqueantes, aparte del bisoprolol? En una reciente revisión hecha por el científico murciano prof. Antonio García García, catedrático de Farmacología en la Universidad Autónoma de Madrid, esta cuestión aparece como estudiable. Se ha de investigar si las favorables consecuencias

cardioprotectoras se deben exclusivamente a los efectos beta-bloqueantes, y/o a los efectos antioxidantes y/o a los efectos vasodilatadores de los fármacos. El carvedilol ha mostrado ciertas posibilidades y también se están investigando actualmente, el metoprolol y el bucindolol. Asimismo, se están analizando otras moléculas, como el nevibolol, que son donadores de óxido nítrico, lo que favorece la vasodilatación.

Todo ello abre numerosas esperanzas para los numerosos afectados de insuficiencia cardiaca, aunque hay que destacar que, por ahora, los datos más convincentes son los del estudio CIBIS-II, por lo que según la AHA: "*El ensayo CIBIS-II es un punto de inflexión importante...los pacientes con fallos cardíacos moderados viven más y tienen menos necesidad de hospitalización cuando se tratan con betabloqueantes. Dar a conocer esta información constituirá un importante servicio público. Necesitamos hacer llegar esta información hasta los médicos y los pacientes*". A esta pretensión de la AHA hemos procurado ser fieles en esta colaboración.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

¿Consumir ajos para adelgazar? En la revista *THE JOURNAL OF NUTRITION*, investigadores japoneses exponen sus resultados experimentales obtenidos en ratas de laboratorio demostrando que el suplemento alimenticio con ajo en polvo redujo los triglicéridos plasmáticos, los depósitos grasos y el peso corporal total. Los datos disponibles sugieren la explicación de que los compuestos azufrados presentes en los ajos aumentan el nivel de la proteína desacopladora (UCP) del tejido adiposo marrón y, con ello, la termogénesis, es decir, la conversión de la energía metabólica en calor.

LÁSER DE ÁTOMOS

Un haz láser se crea cuando los fotones luminosos oscilan a frecuencias idénticas y viajan todos concordantes. ¿Son posibles los láseres de átomos, emisores de materia, en lugar de láseres de fotones, emisores de luz? Se consiguió en 1997, pero existía un problema: los átomos oscilaban en una única dirección. En la revista *Science*, el Dr Edward Hagley explica el proceso de creación de láseres atómicos con diferentes oscilaciones atómicas. Se parte de una forma de la materia conocida como condensado de Bose-Einstein, un conjunto de átomos superenfriados, que se comportan como una entidad simple, que son sometidos a la acción de un láser Raman especial.

MEDICIÓN DE ESTRELLAS

Las estrellas enanas marrones son estrellas "fallidas", sin suficiente masa para quemar el hidrógeno y parecer luminosas, a diferencia del resto de estrellas luminosas. Son difíciles de detectar y algunos piensan que son responsables de buena parte de la "masa perdida" del Universo. Hasta ahora no se había podido medir ninguna de ellas, ni siquiera de los sistemas binarios de las mismas que se vienen descubriendo desde 1995. En la revista *SCIENCE*, un equipo de investigadores, con datos del telescopio Hubble, explican el descubrimiento de un nuevo sistema binario de estrellas enanas marrones (Denis 1228-15), más cercano a la Tierra, lo que permitirá que sean las primeras en poder ser medidas directamente y conocer algunas de sus características, hasta ahora misteriosas.

CUANDO NOS HICIMOS SIMÉTRICOS

19-03-99

Ocurrió hace unos 535 millones de años y, desde el punto de vista evolutivo, fue algo portentoso o milagroso. Comparativamente, su significado sería semejante a que descubriésemos que todas las obras arquitectónicas que van desde las pirámides egipcias, pasando por el románico, gótico o renacimiento, hasta llegar a los rascacielos modernos, pudieran haberse construido en tan sólo una década de historia de la humanidad.

Se trata de la espectacular diversificación de los seres vivos que ocurrió en lo que se conoce como revolución Cámbrica, al comienzo del periodo Cámbrico. Al papel que en su aparición tuvieron los **genes hox**, ya nos ocupamos en otro artículo anterior. Durante los más de tres mil millones de años precedentes la evolución había transcurrido plácidamente, llegando hasta la aparición de las algas y, quizá, de algunos gusanos planos. Pero, en el breve plazo evolutivo que constituyen unos 35 millones de años, tuvo lugar una inmensa explosión evolutiva. Pródigamente, la Tierra fue invadida de mayores, más diversos y más complejos animales, la mayoría con simetría bilateral. Los antepasados de gran parte de los grupos animales actuales (los diversos filums) aparecen en los registros fósiles de ese periodo. Y, tras esa explosión creadora e innovadora, la evolución retornó a su pausado cauce, de modo que en los últimos 500 millones de años tan sólo podríamos hablar de leves retoques evolutivos.

GUSANOS. Los primeros organismos pluricelulares tenían formas circulares y simetrías radiales, idénticas a las que hoy día podemos contemplar en las medusas y anémonas de mar. El salto más importante y trascendente de la evolución hacia los organismos más complejos consistió en el desarrollo de la simetría bilateral, es decir, animales con un lado derecho y un lado izquierdo. Para comprenderlo, basta con recapacitar en que las alas, piernas o aletas, son las estructuras que permiten los desplazamientos y sólo pueden desarrollarse en

organismos con simetría bilateral. A pesar de la gran importancia de ello, es muy escaso el conocimiento científico al respecto.

Hasta hoy, la mayor parte de los científicos creían que la simetría bilateral apareció en plena explosión Cámbrica pero, ahora, un grupo científico hispano-británico, dirigido por un español, acaba de hacer un gran descubrimiento al respecto. El número de esta semana de la importante revista científica ***Science***, dedica su portada, alguno de sus comentarios más relevantes y bastantes de sus páginas, a exponer los resultados de esta investigación que ha realizado el equipo de investigación dirigido por el Dr. Jaume Baguñá y sus colaboradores, Iñaki Ruiz Trillo y Marta Riutort, de la Universidad de Barcelona, junto con D. Timothy J. Littlewood y Elisabeth A. Herniou, del Natural Museum de Londres.

INVESTIGACIONES. Estos investigadores trataban de investigar un subgrupo problemático de gusanos planos que no encajaban bien en la clasificación tradicional. Se conocen como los *Acelos*, obtenidos de la superficie de ciertas formaciones de corales, que son mucho más primitivos y diferentes que otros gusanos planos conocidos. Por ejemplo, los *Acelos* carecen totalmente de tubo digestivo mientras que la mayoría de los gusanos planos poseen alguna forma del mismo. Los gusanos planos o Platelmintos, muchos de ellos parásitos, aunque están lejanamente emparentados con las lombrices de tierra son más simples.

Para abordar el problema, los investigadores acudieron a la Genética molecular, comparando las mutaciones de determinados genes, ya que se puede suponer que tales mutaciones suelen producirse a un ritmo medio constante, cada determinado tiempo, por lo que si las secuencias comparadas del mismo en gen en distintos organismos difieren más ello significa que tales organismos divergieron evolutivamente en un tiempo más lejano, a partir de un antepasado común.

El gen concreto analizado ha sido uno que codifica a un ARN que forma parte de los ribosomas y que ya había sido estudiado y secuenciado en otros muchos animales, incluyendo a otros tipos de Platelmintos. En concreto, se trata del gen 18S r de los *Acelos*, cuya secuencia de bases y mutaciones fue comparada con la de un extenso

número de animales, y ello ha permitido que se elabore un preciso árbol evolutivo.

RESULTADOS. Los importantes hallazgos obtenidos por el equipo investigador del Dr. Baguñá demuestran varias cosas: a). Que estos gusanos planos, los Acelos, son los antecesores vivos más antiguos de todos los animales con simetría bilateral, los que poseen lados derecho e izquierdo; b). Que los organismos bilaterales se originaron y diversificaron a partir de un antiguo linaje pre-Cámbrico, antes de tuviese lugar la explosión Cámbrica; c). Que, incluso, podría ser válido pensar que el origen inicial de la simetría bilateral ocurriese aún con más anterioridad, a partir de animales de los que, por ahora, no se han encontrado registros fósiles, por lo que convendría estudiar con más atención, para su búsqueda, las rocas y sedimentos del periodo pre-Cámbrico.

Otro aspecto importante en relación con la aparición evolutiva de la simetría bilateral está relacionado con la naturaleza del fascinante fenómeno del desarrollo embrionario. Los animales más primitivos, con simetría radial, son diploblásticos o diblásticos, lo que significa que sus órganos y tejidos aparecen a partir de sólo dos capas de células embrionarias, a diferencia de los animales triploblásticos, entre ellos el hombre, más complejos, cuyos órganos y tejidos se originan a partir de tres capas de células embrionarias. ¿Cuándo ocurrió la transición entre ambos modelos? Se conoce muy poco al respecto, pero el estudio de los Acelos puede ser muy clarificador, ya que los organismos con simetría bilateral son triploblásticos, por lo que, como indica el profesor Baguñá: "*el hallazgo de que los Acelos se encuentran en el punto medio entre diploplastos y triploblastos podría ser el primer paso para llenar esta laguna de conocimiento y tener un mejor entendimiento de cómo surgieron los principales patrones corporales animales*".

ALIMENTACIÓN Y SALUD

La tremenda polémica respecto a las patatas transgénicas investigadas por el conocido experto investigador en lectinas Dr. Arpad Pusztai, en el Instituto de Investigación Rowet, en Gran Bretaña, comienza a volver a los cauces de los que nunca debió salir: los científicos. Antes de ser aceptado para su publicación, lo que significaría su previa evaluación por expertos, se hicieron públicos unos resultados críticos respecto a la influencia nociva sobre ratas de las lectinas presentes en las patatas transgénicas. Las discusiones se agravaron con la expulsión de su trabajo del Dr. Pusztai, con los apoyos públicos que recibió de otros científicos y con la movilización de las organizaciones que exigen la prohibición de los alimentos transgénicos. Ahora, varios toxicólogos que han examinado el trabajo, creen que es merecedor de ciertas críticas metodológicas e, incluso, el tema será minuciosamente examinado por una comisión parlamentaria asesorada científicamente.

VIRUS Y CORAZÓN

Un virus común respiratorio, un adenovirus, puede infectar los corazones y causar daños al músculo cardíaco que acorten la vida o, incluso, produzca la muerte súbita, según acaba de publicarse en la importante revista *CIRCULATION*. Ello complementa descubrimientos anteriores de que ciertos adenovirus, que son virus ocasionantes habituales de infecciones en los conductos respiratorios superiores eran los causantes de la disfunción ventricular izquierda en bastantes jóvenes y adultos. Para estudiar el origen vírico de estas disfunciones se han desarrollado técnicas adecuadas de PCR, esperándose que en el futuro puedan desarrollarse vacunas antivíricas más eficaces que las existentes hasta ahora.

TIERRA Y LUNA

¿Cuáles son sus origenes? Las investigaciones al respecto siguen siendo de interés y los estudios isotópicos sugieren que la Tierra se formó unos 100 millones de años después de la aparición del sistema solar como tal, lo que es es una cifra mucho más tardía que la sugerida por otros estudios teóricos. En cualquier caso, algunos científicos piensan que los planetas como la Tierra comienzan con la agregación de las partículas

de polvo en una nube gaseosa o nébula. Las fuerzas gravitatorias ejercen su acción y atraen y condensan a partículas cada vez mayores. Otros opinan que son las colisiones entre pequeños proto-planetas las que crean objetos del tamaño de la Tierra. En cuanto a la Luna, la teoría más aceptada es la de su origen como derivada de un impacto gigante, que hizo que coalesciese a partir de un anillo de residuos producidos en la colisión. En cualquier caso, se trata de temas que quedan abiertos a futuras investigaciones.

LA FITODESCONTAMINACIÓN

26-03-99

La mostaza y el "choucrute" (col fermentada) tiene otros usos aparte de los de sazonar a hamburguesas o a "perritos calientes". Científicos del americano Brookhaven National Laboratory usan plantas de mostaza india (*Brassica juncea*) y de col (*Brassica oleracea*) para descontaminar terrenos con un alto contenido de los peligrosos isótopos radiactivos cesio-137 y estroncio-90.

El gran desarrollo agrícola, tecnológico e industrial de los últimos tiempos ha venido acompañado de un modo casi obligado por procesos de contaminación y de deterioro del medio ambiente. La humanidad se plantea la alternativa necesaria del desarrollo sostenible y se necesitan grandes esfuerzos en la lucha contra los contaminantes.

FITODESCONTAMINACIÓN. Dentro de tales esfuerzos son de destacar, el término anglosajón Bioremediation, o su aplicación concreta Phytoremediation. Sin duda, pronto serán frecuentes en la literatura científica los vocablos Biorremediación y Fitorremediación, pero nosotros la traducimos como Fitodescontaminación.

Combina el término Phytoremediation la palabra griega "phyton" (planta) con la latina "remediare" (remedio), para describir el hecho de que ciertas plantas vivas pueden usarse, *in situ*, para reducir, eliminar o transformar los contaminantes ambientales de suelos, sedimentos, aguas más o menos superficiales, lodos, vertidos, etcétera. Las plantas poseen mayor capacidad de eliminar contaminantes orgánicos que la mayoría de los microorganismos, aparte de que pueden captar más rápidamente los productos químicos para convertirlos en metabolitos menos tóxicos. Por otra parte, pueden estimular la degradación de sustancias químicas en la rizosfera mediante sus enzimas y exudados radicales, así como por el enriquecimiento de la comunidad microbiana asociada a la rizosfera.

Por su carácter pasivo y limpio se trata de una técnica medioambientalmente placentera, aparte de utilizar una energía tan renovable como es la luz solar. Y se puede considerar como biológicamente amistosa ya que hace uso fundamental de las relaciones

sinérgicas que, de un modo natural, se han ido desarrollando, desde hace millones de años, entre plantas, microorganismos, agua y suelo.

ACCIONES. Aunque algunas plantas pueden llegar a acumular selectivamente hasta mil veces más metales que los existentes en el suelo que crecen, lo normal es que la fitodescontaminación se aplique a zonas con contaminaciones bajas o moderadas, que no llegan a ser tóxicas para las propias plantas, y su utilización se hace junto con, o en lugar de métodos más tradicionales como el de la limpieza mecánica. Su utilidad potencial abarca a un amplio abanico de sustancias contaminantes: metales, pesticidas, disolventes, explosivos, combustibles orgánicos, hidrocarburos aromáticos o efluentes de lixiviaciones, y ello tanto en suelos como en aguas estancadas y circulantes o en productos de la actividad industrial.

La razón de la acción de las plantas se debe, en muchas ocasiones, a que pueden actuar como huéspedes de microorganismos aerobios y anaerobios, proporcionándoles un hábitat físico adecuado a más de darles unos convenientes aportes nutritivos químicos favorecedores de sus procesos biosintéticos. Las raíces y tallos de las plantas hacen que se incremente la actividad microbiana en sus ambientes más cercanos, siendo múltiples los procedimientos diferentes mediante los que puede tener lugar la fitodescontaminación. En el caso de contaminaciones metálicas los más usuales, en muchas ocasiones mezclados entre ellos, son la fitoextracción, rizofiltración y fitoestabilización, mientras que para el tratamiento de compuestos hidrocarbonados tienen validez la fitodegradación, rizodegradación y fitovolatilización.

Las muchas investigaciones realizadas hasta la fecha indican que la fitodescontaminación es una técnica muy prometedora para una amplia variedad de contaminantes, lugares y circunstancias, aunque no se pueden obviar sus principales limitaciones. Su principal y primera limitación es la de que los contaminantes han de estar biodisponibles respecto a las plantas y/o su sistema radicular, lo cual entorpece el tratamiento de acuíferos profundos o de contaminantes intensamente ligados a los compuestos orgánicos del suelo.

Existe una cierta experiencia respecto a ensayos de fitodescontaminación efectuados en el ámbito comercial, experiencia que es mucho más amplia a escala piloto. Todo ello va acumulando datos de viabilidad económica, que abonan la idea de la eficacia práctica y económica de la fitodescontaminación, en relación con otros métodos más clásicos, para circunstancias concretas apropiadas.

Hasta ahora la participación cuantitativa de la fitodescontaminación en el capítulo global de la descontaminación es pequeña, pero su incremento es rápido y los analistas americanos opinan que se mantendrá el crecimiento actual del mercado, en un 50% anual, lo que significa que superará los 300 millones de dólares hacia el año 2005. También se considera seguro que en Europa la evolución siga pautas análogas, de modo que si en 1997 la participación, en términos económicos, de la fitodescontaminación en el mercado total de descontaminación era sólo de un uno por mil ese porcentaje se habrá multiplicado por 20 en el año 2005.

LA NUEVA BIOTECNOLOGÍA. Los avances de la Genética molecular han hecho aparecer una nueva biotecnología, la del uso de los sistemas transgénicos. La fitodescontaminación no podía quedar al margen de ello, y como ejemplo representativo de la nueva era recordaremos que en una revista tan importante como es **Nature Biotechnology** hace unos meses un grupo de investigación publicaba sus resultados sobre la utilización del material genético de bacterias resistentes a metales para insertarlo en el genoma de una planta.

Se trataba del gen merA, que codifica a la enzima reductasa del ion mercúrico, altamente tóxico, catalizando su reducción hasta la forma volátil y poco tóxica de mercurio elemental, gaseoso en condiciones de temperatura no muy elevadas. Estos investigadores, consiguieron la trasferencia del gen bacteriano merA a cultivos tisulares y plántulas de *Liriodendro tulipifera* (álamo amarillo). El gen se expresó adecuadamente en ese material vegetal, de modo que las plántulas regeneradas germinaron y crecieron vigorosamente en los medios de cultivo, que contenían niveles de iones mercurio que son normalmente tóxicos, siendo capaces de captarlo en su forma iónica y de reducirlo en el interior de la planta, tras lo cual era liberado en la

forma gaseosa no tóxica. Esta consecución ha abierto el camino para que en el futuro sea una posibilidad la de realizar plantaciones arbóreas transgénicas que, mediante este proceso de fitovolatilización u otros parecidos, sean capaces de descontaminar terrenos con altos niveles de contaminantes.

CHERNOBYL

Una aplicación de las plantas transgénicas fue publicada, en ***NATURE BIOECHNOLOGY***, y tiene relación con el terrible accidente nuclear de Chernobyl, que ocasionó, además de las víctimas conocidas, que más de 600 Km^2 quedasen altamente contaminados con radionúclidos. Los investigadores han sido capaces de obtener un vegetal transgénico, capaz de medir y evaluar la capacidad contaminante de los radionúclidos cuantificada por su capacidad de inducir alteraciones genéticas. Para conseguirlo, han obtenido plantas transgénicas de *Arabidopsis thaliana*, insertadas con un gen no funcional de beta-glucuronidasa, Estas plantas, mediante un examen histológico del color de sus hojas, pueden usarse como verdaderos monitores biológicos de la contaminación radiactiva, o lo que es igual, del peligro genético existente para plantas y animales en los lugares contaminados.

INVESTIGACIONES

Debido al interés de la tecnología de la Fitodescontaminación es preciso que se intensifiquen las investigaciones en este área. Por ejemplo, haría falta que se estudiasen los efectos que puedan ocurrir sobre la cadena alimentaria si los insectos o pequeños roedores comen de las plantas usadas en estos procesos y, a su vez, son comidos por otros mamíferos superiores. También los científicos tienen que establecer si los residuos producidos tras la fitodescontaminaciones presentan algún peligro potencial, por ejemplo, en las hojas que caen en el otoño o cuando se utiliza la madera para ser quemada. En cualquier caso, las nuevas técnicas de la Biología molecular, con la posibilidad de obtener plantas transgénicas a medida, abren unas perspectivas científicas y económicas enormes en el campo de la fitodescontaminación.

EJEMPLOS

Ejemplos prácticos de la aplicación de algunas modalidades de la fitodescontaminación. Fitoextracción: en un descampado de Boston el uso de plantas de mostaza india eliminó hasta el 45% del exceso de plomo existente en el suelo, aumentando así la seguridad de la población infantil que solía utilizarlo como campo de juego; Rizofiltración: Cultivos de girasoles, usados para eliminar radionúclidos presentes en aguas superficiales de la zona cercana al accidente nuclear de Chernobyl; Fitoestabilización: Ciertas herbáceas y especies arbóreas (álamos híbridos) para descontaminar suelos con cantidades grandes de metales pesados; Fitodegradación: Cultivo de lentejas de agua para eliminar en depósitos acuosos ciertos residuos de explosivos; Rizodegradación: cultivos de algodón, para eliminar los disolventes clorados en aguas superficiales; Fitovolatilización: álamos que pueden volatilizar hasta el 90% del disolvente tricloroetileno que son capaces de captar.

ESTRELLAS ENANAS MARRONES

03-04-99

"En los confines del desvanecido horizonte, en medio de fantasmales errores de observación, nosotros buscamos mojones que sean un poco más sustanciales. La búsqueda continuará. El impulso es más fuerte que el pasado. no se satisface y no será ahogado"

Así opinaba, hace ya más de medio siglo, el gran científico y astrónomo Edwin Hubble. Desde entonces, en gran parte debido a las aportaciones de los telescopios espaciales como el que se bautizó con su nombre, nuestro conocimiento sobre el Universo se ha enriquecido y continúa enriqueciéndose enormemente. Los descubrimientos siguen sucediéndose y uno de los más importantes de los últimos tiempos ha sido el hallazgo de las conocidas como estrellas enanas marrones, en el que un grupo pionero ha sido el dirigido por el físico cartagenero Rafael Rebolo López, profesor de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, coordinador de investigación en el prestigioso Instituto de Astrofísica de Canarias, lugar donde desempeña su actividad profesional.

ENANAS Y MARRONES. La mayoría de las estrellas, durante la mayor parte de su vida, están sometidas a las fuerzas de contracción ocasionadas por la gravedad y a la energía liberada por las reacciones nucleares que, en forma de radiación, provocan su intensa luminosidad. Sin embargo, en 1963, un científico, Kumar, sugirió la posible existencia de una nueva clase de cuerpos estelares con masas tan reducidas que no fuesen suficientes para poder alcanzar las altísimas temperaturas internas y densidades precisas para que tuvieran lugar las reacciones de ignición nuclear: nacía así el concepto de estrella enana (por el tamaño) marrón (por su opacidad), o **estrella fallida**. El límite inferior en masa de las estrellas luminosas viene dado por la masa mínima necesaria para que el objeto posea suficiente energía gravitatoria capaz de desarrollar la fusión termonuclear del hidrógeno en forma estable. Los cálculos teóricos demuestran que si un objeto celeste posee una masa menor de 0,070M-0,080M (en que M representa la masa del Sol o 1000 veces la masa del planeta Júpiter) no puede estabilizarse en lo que se conoce como Secuencia Principal y pasa a ser una estrella enana marrón, cuyo

tamaño mínimo podría fijarse en el correspondiente a la ignición del deuterio, es decir, unas 0.010M.

Las estrellas ordinarias, incluso las menores, pueden mantener su luminosidad por periodos superiores a los seis mil millones de años. Las enanas marrones, por el contrario, se oscurecen rápidamente, enfriándose hasta temperaturas inferiores a los mil grados Kelvin, por lo que se vuelven invisibles a la observación directa al cabo de unos pocos miles de millones de años. La importancia excepcional de las estrellas enanas marrones se deriva de dos hechos: a). Son los eslabones naturales entre los planetas y las estrellas; b) Sería muy interesante conocer su número y su magnitud, ya que ello podría darnos un mayor conocimiento sobre la posibilidad de que contribuyan, de un modo relevante a esclarecer el misterio de la naturaleza de la masa oscura del Universo. Sin embargo, hasta hace algo menos de cinco años, no había sido posible confirmar, de un modo indudable, la existencia de ninguna de esas hipotéticas, pero importantes, estrellas enanas marrones.

TEIDE 1. El Dr. Rebolo y sus colaboradores publicaron, en el número del 14 de setiembre de 1995 de la revista **Nature**, los datos sobre la menor estrella enana marrón claramente identificada hasta la fecha. La descubrieron con el telescopio IAC 80, comprobando que se trataba de un objeto subestelar, con una masa de 0,025M, situada en el cúmulo de las Pléyades, en órbita alrededor de la estrella G 196-3, con un radio orbital de 300 unidades astronómicas. Fue bautizada con el nombre de Teide 1 y su existencia se confirmó posteriormente, usando los telescopios NOT y WHT. Por otra parte, se ha desarrollado una prueba espectroscópica, conocida internacionalmente como el test del litio, capaz de evaluar la temperatura interna de los objetos analizados, a fin de poder distinguir entre las estrellas de muy baja masa, muy frecuentes, por ejemplo, en la vecindad solar, y las estrellas enanas marrones. La prueba del litio, detecta la presencia de litio en su atmósfera, y su aplicación dejó clara la indudable naturaleza de estrella enana marrón de la Teide 1. Más aún, la fuerte emisión de rayos X y ultravioleta de la estrella primaria sobre la que gira la Teide 1 sugiere que puede ser un sistema joven, en las escalas astronómicas, posiblemente con una edad no superior a los 100 millones de años.

MÁS ENANAS. Actualmente ya se han detectado en diversos observatorios de todo el mundo tantas estrellas enanas marrones que algunos astrónomos han especulado que pueden ser las principales responsables de la conocida como masa oscura o materia negra del Universo. Pero, dejando aparte este extremo, debemos señalar que los investigadores del Instituto Astrofísico de Canarias han seguido esta línea de investigación muy activamente colaborando con otros grupos internacionales, encontrando otros objetos menos masivos en el cúmulo de las Pléyades. Así, el Roque 25, ha sido el primer objeto con tipo espectral L encontrado en ese cúmulo, con una masa de 0,035M, mientras que la candidata a enana marrón RPr 1 la han hallado en el cúmulo Pesebre, más antiguo que el de las Pléyades. Además, el equipo del Dr. Rebolo está investigando a varias decenas de candidatas a estrellas marrones con masas comprendidas entre 0,030M y 0,080M, en una joven región estelar de Orión (de entre 3 y 5 millones de años). Por otra parte, el tiempo del que disponen del telescopio espacial Hubble, con su cámara Nicmos, les está permitiendo investigar la posible existencia de otras estrellas de este tipo.

Una de las más recientes estrellas enanas marrones ha sido la descubierta por científicos americanos usando la pareja de telescopios Keck del observatorio de Mauna Kea. Se trata de la Gliese 229B, con unas características únicas, que permitirán investigar el origen de los cuerpos celestes. Su temperatura de 900 º Kelvin es demasiado alta para que posea nubes de hielo como las de Júpiter, pero es demasiado baja para que tenga nubes de silicato como las de las estrellas de masa pequeña. Ello posibilita su estudio espectroscópico, que ha demostrado la existencia de partículas coloreadas en la atmósfera profunda, sugerente de una composición orgánica semejante a la existente a los aerosoles de las estratosferas planetarias, lo que estaría de acuerdo a su origen fotoquímico, a partir de las radiaciones procedentes de su estrella acompañante, la Gliese 229ª.

PLANETAS EXTRASOLARES

La búsqueda y estudio de planetas extrasolares, en órbita alrededor de otras estrellas, está íntimamente conectado con la investigación de las estrellas enanas marrones. Entre otras razones, por su tamaño, ya que los planetas gaseosos gigantes, mayores que Júpiter, pueden llegar a tener una masa bastante similar a la de las estrellas enanas marrones. Por ello, abordaremos en la colaboración próxima, la situación actual de la detección de los planetas extrasolares, su naturaleza y su significado.

LA LEY DEL CIELO

Así se conoce a la oficialmente denominada "ley de Protección de Calidad Astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias", aprobada recientemente y que está sirviendo de referencia para elaborar normativas parecidas en otros países, como Italia, Grecia, Chipre e, incluso, un organismo internacional como la UNESCO, ya que parte del postulado de que los cielos limpios, imprescindibles para la observación adecuada de estrellas y planetas, no sólo constituyen un recurso para los científicos sino un patrimonio para la humanidad.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Las crucíferas, son una familia de vegetales con más de 390 géneros y 3.000 especies. Entre las crucíferas existen muchas plantas cultivadas para alimento, siendo las más comunes ciertas verduras, como la col o repollo, la coliflor, las coles de Bruselas, el brécol o bróculi y el colirrábano o nabo gallego. Contienen cantidades sustanciales de compuestos isotiocianatos, que según una reciente publicación del Dr. Hetch en la revista ***JOURNAL OF NUTRITION***, en los ensayos de laboratorio han mostrado ser efectivos como inhibidores de la inducción del cáncer en roedores tratados con sustancias carcinogénicas.

LOS EXOPLANETAS

10-04-99

Diógenes lo definió como el escritor más prolífico y conservaba su obra "Doctrinas principales", así como tres de sus cartas. Fue el creador de una filosofía ética de los placeres sencillos, la amistad y el descanso. Se trata de Epicuro de Samos (341 a.C-270 a.C), el filósofo que, tras su llegada a Atenas, en el año 306 a.C, estableció en el jardín de su casa una escuela, el Jardín, cuyas enseñanzas competían con los legados de las de Platón y Aristóteles.

Desde el Jardín, hace más de dos mil años, Epicuro escribió una carta a Herodoto sobre la física del Universo. En esa carta Epicuro expresaba sus creencias de la existencia de otros mundos, semejantes al nuestro, al protagonizado por la Tierra. Los griegos, entonces, desconocían la existencia de los planetas solares Urano, Neptuno y Plutón, este último descubierto en el siglo XX. Pero, no fue hasta octubre de 1995, es decir, hace menos de cuatro años, cuando el astrónomo Michel Mayor y sus colaboradores del Observatorio de Ginebra, asombraron al mundo con el descubrimiento del primer planeta situado fuera de nuestro Sistema Solar.

51 PEGB. Desde entonces, se han sucedido las noticias respecto a nuevos hallazgos de este tipo y el estudio de las características y el significado de estos planetas extrasolares, los exoplanetas, constituye una de las más fascinantes parcelas de la Astronomía actual. Según algunos expertos es posible que casi el 100% de las estrellas posean planetas y es muy significativo, al respecto, que desde el telescopio espacial Hubble se haya podido observar que todas las estrellas jóvenes en formación de la nebulosa de Orión poseen discos protoplanetarios a su alrededor, es decir, que están formando planetas.

Aunque algunos diccionarios siguen definiendo planeta a un astro que describe una órbita alrededor del Sol, el concepto habría que extenderlo al giro alrededor de una estrella. Los astrónomos Geoffrey Marcy y Paul Butler, de la Universidad de California, en Berkeley, Estados Unidos, comenzaron a indagar la posible existencia de planetas extrasolares en 1988. Como es casi imposible su observación directa

desarrollaron una nueva técnica muy compleja basada en la medición del efecto Doppler de la luz de las estrellas. Entretanto, los astrofísicos Mayor y Didier Queloz, en Ginebra, localizaron al primer exoplaneta conocido, el 51 Pegb, que era un objeto en órbita alrededor de la estrella 51 de la constelación de Pegaso, situada a unos 40 años luz de la Tierra. Ello fue posible gracias a que ese planeta está situado tan cerca de su estrella que ejerce un tremendo efecto gravitatorio sobre el astro, haciéndole oscilar de un modo perceptiblemente observable. Los suizos, pues, consiguieron la primicia, aunque, en la actualidad, los americanos Marcy y Butler posean el récord del mayor número de exoplanetas descubiertos. En total, son ya cerca de una decena los exoplanetas localizados. En cuanto al Peg 51b, aunque para la Unión Astronómica Internacional ese sigue siendo su nombre oficial, su descubridor el Dr. Mayor, ha sugerido para el mismo el nombre de Epicuro, como homenaje al clarividente filósofo griego.

¿QUÉ SON? Hasta ahora ha constituido una sorpresa estimulante que todos los exoplanetas descubiertos se encuentren muy próximos a su estrella respectiva. Por ejemplo, el Peg 51b está tan cercano a su estrella (la veintava parte de la distancia entre la Tierra y el Sol) que sólo tarda 4,2 días en una órbita completa. Otros exoplanetas posteriormente descubiertos aún tiene órbitas más cortas. Pero a ello hay que añadir la aparente contradicción de su gran tamaño. El Peg 51b es 160 veces mayor que la Tierra. Ello nos coloca ante un dilema, el de que están demasiado cerca de sus soles para lo grandes que son. En nuestro Sistema Solar, los planetas son variados (la Tierra es telúrica, otros son gaseosos y los tamaños varían mucho), pero se cumple el principio de que los planetas mayores son los más alejados del Sol, hecho que apoyó la hipótesis de la actual teoría de la formación de planetas grandes, que se iniciarían a partir de un núcleo, relativamente pequeño, de hielo. Con el tiempo alcanzan tamaños muy superiores al de la Tierra. Tras ello, la fuerza de la gravedad hace que atraigan materia hasta formar un planeta gigante. Pero esta teoría no serviría para el caso del Peg 51b y otros similares ya que su mínima distancia a su Sol imposibilita la existencia de hielo.

Otro problema es que el estudio de los exoplanetas está íntimamente ligado al de las estrellas enanas marrones a las que nos referimos en nuestro último artículo. Las diferencias de tamaño entre ellas dependen del límite que fijemos. Usualmente, el inferior de las estrellas enana marrones sería el de 0,010 (10 veces la masa de Júpiter), mientras que el tamaño de los exoplanetas suele ser menos de la décima parte de ese valor. Otra complicación adicional es que la mayoría de las técnicas astrofísicas actuales hacen muy difícil la detección de exoplanetas de tamaño medio o pequeño, o simplemente que estén alejados de sus soles.

FORMACIÓN. En realidad, la principal diferencia entre las estrellas enanas marrones y los exoplanetas radica en el mecanismo de su formación. Las enanas marrones se originan de modo análogo al de las estrellas, a partir de una gran nube de gas y polvo espaciales, dando lugar al colapso de la nube. Sin embargo, se supone que para los planetas lo que ocurre es que en una estrella joven en formación se da un exceso de momento angular, al girar la nube muy rápidamente, lo que origina un disco alrededor de la estrella y el planeta se forma a través de un proceso de acreción de materia en ese disco, que termina separándose de la estrella.

Las relaciones existentes entre estrellas enanas marrones y exoplanetas hacen que los investigadores astrofísicos las investiguen conjuntamente. Uno de los esfuerzos internacionales de investigación (EEUU, Rusia, Corea, Francia y España) lo constituye la red TEP (**T**ransits of **E**xtrasolar **P**lanets), constituida en 1994, en la que participan grupos españoles del Instituto de Astrofísica de Canarias, con la finalidad de detectar exoplanetas en torno a estrellas binarias eclipsantes de baja masa. Actualmente, el grupo español, tras las miles de horas de seguimiento efectuadas y las decenas de miles de imágenes obtenidas, centra su atención sobre las oscilaciones de brillo de CM Draconis, que parecen deberse a la existencia de tránsitos planetarios.

En todo caso, el desarrollo tecnológico de la astrofísica nos sitúa ya en el umbral de poder obtener imágenes directas de planetas extrasolares de características parecidas a las de la Tierra. Cuando se consiga, lo que ocurrirá pronto, se podrá analizar su atmósfera y

composición para evaluar las posibilidades de que sus condiciones sean compatibles con las de la aparición de la vida y podamos responder alguna vez a la pregunta ¿estamos realmente solos en el Universo?

ECLIPSE DEL MILENIO

El último e importante eclipse total de Sol del milenio (el siguiente, menos importante, no tendrá lugar hasta el año 2001) se producirá el próximo día 11 de agosto de 1999, miércoles. Como hecho muy interesante es el de que cruzará Europa, de oeste a este, en plena temporada vacacional, por lo que se espera que se convertirá en el más observado de la historia de la humanidad. Ya existen numerosos viajes organizados a los lugares en los que el eclipse será más completo: Turquía, Hungría, Austria, Sur de Alemania, Rumania, etcétera. Próximamente nos ocuparemos de los detalles de este acontecimiento astronómico.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Los monoterpenos son componentes dietarios no nutritivos presentes, fundamentalmente, en los aceites esenciales de los frutos cítricos y otras plantas. Por ejemplo, el d-limoneno constituye más del 90% del aceite esencial de la corteza de naranja. Una excelente noticia es que diversas investigaciones han demostrado, sobre roedores en el laboratorio, su buena actividad quimiopreventiva contra diversos cánceres de mama, pulmón, estómago e hígado, conociéndose ya las bases moleculares de la actuación de algunos de esos monoterpenos, a través de los muy diversos mecanismos participantes en la carcinogénesis. A la vista de ello, han comenzado a realizarse algunos ensayos clínicos de fase I sobre humanos para confirmar tales acciones quimiopreventivas.

OXÍGENO PARA MARTE

Cualquier futuro vuelo tripulado hasta la superficie de Marte contaría con la dificultad de la falta de oxígeno de la atmósfera marciana. La NASA acaba de anunciar que ha desarrollado una tecnología que funciona en las condiciones atmosféricas de Marte (60°C bajo cero, 95% de dióxido de carbono), con unos electrodos y una célula de circonio

que rompen las moléculas de dióxido de carbono hasta monóxido de carbono y oxígeno. Este último gas, vital para la respiración, es separado selectivamente por su tamaño y pasa a una cámara. Se espera hacer la prueba experimental “in situ” sobre la superficie de Marte en una de misiones del Mars Surveyor en el año 2002.

EL ECLIPSE DEL MILENIO

17-04-99

Los eclipses siempre han sido motivo de fascinación para la humanidad. En 1924, Elisabeth M. Lewis, autora de un Manual sobre Eclipse Solares, escribía así: "Presenciar un eclipse total de Sol es un privilegio que se le ofrece a muy poca gente. Sin embargo, una vez que se ha visto, es un fenómeno que no se olvida jamás".

Y continuaba: *"El cuerpo negro de la Luna resaltando...en siniestro relieve entre el Sol y la Tierra; repentina y gloriosa brillantez de la perlada corona, imposible de observar en ningún otro momento; las protuberancias escarlatas elevándose desde la superficie del oculto Sol hasta alturas de muchos miles de millas; la desacostumbrada presencia de las estrellas más brillantes y los planetas durante el día; la oscuridad de un crepúsculo, y la brisa extraña en el aire*".

ECLIPSES. Pues bien, el próximo 11 de agosto de 1999, miércoles, va a tener lugar el último y gran eclipse total de Sol del milenio, ya que hasta el año 2001 no acaecerá el próximo. Y para nosotros, los europeos, su particularidad más destacable es la de que va a cruzar plenamente Europa, por primera vez, tras 37 años del último con esas características.

Los eclipses solares ocurren cuando la Luna está en los nodos de su órbita, en Luna Nueva. Al interponerse con el Sol, su sombra es proyectada sobre la superficie de la Tierra. Cuando la Luna no está a la mínima distancia de la Tierra, su diámetro aparente es menor que el del Sol, y cuando sucede el eclipse solar el anillo exterior del disco solar permanece visible: se trata de un eclipse anular. Pero cuando, como en el caso que comentamos, la Luna esté cercana a la Tierra, su diámetro aparente igualará al del Sol, al que puede oscurecer totalmente: es un eclipse total.

Como la Luna es menor que la Tierra su sombra sólo cubre una parte de la superficie terrestre por lo que el eclipse únicamente puede verse en una superficie terrestre restringida. Más aún, al igual que el resto de las sombras, la de la Luna produce en la superficie terrestre una umbra y una penumbra. Una persona situada en la umbra verá el Sol totalmente eclipsado, mientras que si se encuentra en la penumbra sólo

verá parcialmente oscurecido el Sol (eclipse parcial). La zona de umbra puede abarcar varios miles de Kilómetros de largo sobre la superficie terrestre, y la longitud total depende de la distancia Tierra-Luna. Pero su anchura no supera los 260 Kilómetros, aparte de que la duración global del centro del fenómeno está limitada a unos siete minutos como máximo.

EL ECLIPSE. Teniendo en cuenta lo anterior, podríamos describir la existencia de una línea central máxima de cada eclipse que temporalmente se irá desplazando de oeste a este. El 11 de agosto de 1999 comenzará, al amanecer, al este de la ciudad de Nueva York, para cruzar el Atlántico Norte y alcanzar Europa, en Cornwall, muy al sur de Inglaterra, dirigiéndose hacia Francia, atravesando Normandía, de modo que pasará a 30 kilómetros al Norte de París a las 10 horas y 23 minutos (hora universal), saliendo por Estrasburgo, hacia el sur de Bélgica, de Luxemburgo y Alemania (Stuggart, Munich), continuando por Austria (Salzburgo, Graz) y por Hungría y Rumania (por encima de Bucarest a las 11:03 hora universal), hasta llegar a Bulgaria, atravesar el Mar Negro y dirigirse hacia las costas noroccidentales de Turquía (Cide) antes de adentrarse en Asia, a través de los desiertos de Irak, Irán y Pakistán, antes de finalizar en la India, al anochecer local.

Los turistas que se encuentren en esa fecha en algunos de esos lugares podrán observarlo de modo excelente y, por ejemplo, podrían conjugar los placeres auditivos del festival de Salzburgo, con los visuales del eclipse. Pero aquellos españoles que piensen permanecer en la península, ¿podrán contemplar, al menos parcialmente, este eclipse del milenio? Efectivamente así es, ya que, si suponemos dos líneas paralelas a la central del eclipse, una que contornee el norte de la península y otra que se sitúe sobre Gibraltar, delimitarían unos porcentajes del eclipse que irían desde un 80% para la línea superior, hasta un 60% para la línea inferior.

NOSOTROS. Concretamente, las circunstancias del eclipse, para Albacete (AB), Alicante (A) y Murcia (MU) serán las que se indican, en cuanto a su hora de inicio (en hora universal), el momento máximo del eclipse, el

final del mismo, el porcentaje de ocultación total y la altura del disco solar sobre el horizonte.

Hora de inicio: 08:55:04 (AB); 08:57:07 (A); 08:56:16 (MU)

Máximo: 10:13:00 (AB); 10:15:43 (A); 10:14:18 (MU)

Final: 11:37:10 (AB); 11:40:12 (A); 11:38:35 (MU)

Porcentaje eclipsado: 62 % (AB); 60 % (A); 58 % (MU)

Altura del Sol: 55° (AB); 57° (A); 56° (MU)

Anteriormente nos referíamos a la combinación auditivo-visual que podrían disfrutar ese día de agosto las personas que se encuentren en Salzburgo. También es factible ofrecer un sucedáneo musical al inmenso resto de personas que no podamos estar en los lugares de umbra, sino que estaremos en los de penumbra, del eclipse. Se trata de la pieza musical del compositor inglés Simon Cooper, especialmente creada para este acontecimiento, titulada **Millenium Eclipse**. Esta música pretende seguir un camino análogo al del eclipse, recogiendo las influencias musicales de todas las zonas atravesadas, con el intento simbólico de unir las culturas a través de la música, con el simbolismo unificador del eclipse. Por ello, en la variada instrumentación se emplean voces, cantos gregorianos, coros infantiles, arpas, guitarras y cuerdas orquestales, instrumentos de aire y percusión, sintetizadores, efectos ambientales espaciales, etcétera. Y, si se conforman con una muestra, pueden oírla, a través de Internet en: dspace.dial.pipex.com/scoop/discogra7.shtml. Y, para los adictos a la red, con seguridad podrán contemplar, también, en su día, el eclipse en las páginas web ofrecidas desde las diferentes y más privilegiadas ubicaciones geográficas.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En China, desde hace siglos se usa el extracto de arroz como especia. Una sustancia derivada del arroz fermentado, usada en la cocina china, es comercializada como suplemento dietético bajo el nombre de Colestina y ha resultado ser eficaz en reducir los niveles del colesterol, según datos presentados en la Reunión Anual de la Sociedad Americana de Cardiología. Tratadas 233 personas con cápsulas de colestina, durante 8 semanas, en consultorios diferentes, sus niveles de colesterol, como media, bajaron desde 242 a 206. La colestina tiene como principal ingrediente una forma natural de la lovastatina, que es un medicamento utilizado en los tratamientos para reducir la colesterolemia.

DISOLVENTES Y SEMEN

Los varones expuestos a disolventes orgánicos en sus lugares de trabajo pueden ver reducida su fertilidad según una investigación holandesa que se publicará en el número de abril de la revista ***FERTILITY AND STERILITY***. Se han estudiado a 900 varones de Holanda y Bélgica que, por primera vez, acudieron a clínicas de infertilidad. Los disolventes potencialmente peligrosos para la calidad del semen son ampliamente utilizados en pinturas, barnices, pegamentos, desengrasantes metálicos, y otros muy diversos procesos químicos, mientras que otras exposiciones ocupacionales no mostraron ejercer efectos significativos sobre la fertilidad de los varones.

ANGIOPLASTIAS CON RADIACIÓN

La angioplastia, con o sin implantación de “stents”, es una técnica menos costosa e invasiva que los “bypass” quirúrgicos y está indicada en diversos casos de aterosclerosis a fin de reabrir las arterias coronarias cegadas o estrechadas con coágulos. Pero, en un cierto porcentaje de pacientes, que puede llegar al 30-49%, se producen ciertas pequeñas lesiones, aparte de otros condicionamientos metabólicos del paciente, que dan lugar a reestenosis o reestrechamientos. En Estados Unidos se está realizando una investigación multicéntrica, con resultados previos esperanzadores, para comprobar si la administración de una pequeña dosis de radiación a la arteria dañada a través de, y simultáneamente a, la angioplastia es capaz de reducir el fenómeno de la reestenosis.

NEOÓRGANOS SEMISINTÉTICOS

26-04-99

Diariamente ingresan en los hospitales de todo el mundo decenas de miles de personas por causa del mal funcionamiento de alguno de sus órganos. En muchos casos la situación se solucionaría con un trasplante, pero debido a la carencia de órganos trasplantables, sólo una mínima parte de tales pacientes serán trasplantados.

Son, pues, muy loables los intentos dirigidos a la potenciación de las donaciones o sobre las posibilidades de xenotrasplantes. En el futuro una nueva y excitante tecnología puede acudir en auxilio de los pacientes con necesidad de nuevas estructuras vitales: sería la creación humana de tejidos u órganosos, de **neoórganos**, dentro de una nueva rama de la ciencia bautizable, como **Ingeniería de los tejidos**.

¿SUEÑOS? Son cientificos serios y responsables, no meros soñadores, quienes imaginan que, en un día no excesivamente lejano, enfermos con fallos hepáticos, podrán ser curados con implantes compuestos de células hepáticas y fibras plásticas; que los diabéticos dependientes de insulina sustituirán sus tediosos tratamientos mediante reemplazos pancreáticos semisintéticos; o que la actual función de los riñones artificiales, las máquinas de diálisis, la efectuarán tejidos renales crecidos exprexamente para ello.

No todo es futuro. En el mercado ya existe un primer producto tecnológico tisular: una piel fabricada en el laboratono. Tubos diminutos, que contienen células productoras de sustancias antidolorosas, se han implantado en médula espinal de personas para aliviarles, con resultados positivos, sus dolores crómeos. En pruebas clinicas se están evaluando los resultados de tejidos cartilaginosos producidos por ingeniería de tejidos. Y se anuncia la pronta puesta en el mercado de diversos productos obtenidos con esta tecnología.

Pero lo más prometedor es que los científicos están aprendiendo cómo cultivar células humanas embrionarías precursoras, indiferenciadas, comenzando a entender los mecanismos con los que se diferencian en forma de células originantes de los diferentes tejidos y órganos. Aún queda una ingente labor investigadora por realizar hasta

lograr construir unos órganos o precursores de órganos **a la carta**. Pero el camino está iniciado y se está intentando resolver los intrincados problemas científicos existentes, además de afrontar las numerosas derivaciones técnicas y éticas que plantea la tecnología de los neoórganos, antes de que su uso se generalice.

REPARACIONES. Las células, cuando son expuestas a los adecuados factores o señales bioquímicas, se comportan de un modo definido y predecible. La prueba está en el ejemplo de las células embrionarias, indiferenciadas, que a lo largo del desarrollo embrionarío de la gestación, sometidas a los oportunos estímulos, dan lugar a individuos complejos compuestos de múltiples órganos y tejidos que poseen funciones y propiedades muy diferenciadas.

Por ello, para el ***ingeniero de tejidos*** una primera posibilidad consistiría en aportar al órgano dañado o herido algunas células precursoras y los factores bioquímicos necesarios (factores de crecimiento y otros) que favoreciesen el crecimiento de un nuevo tejido sano. En este campo los precedentes, óseos y de vasos sanguíneos, se remontan a bastante tiempo atrás. Fue en 1965 cuando el Dr. Urist, de la Universidad de California, demostró que los animales receptores de implantes de polvo óseo podían recrear nuevo tejido óseo. Ello condujo al aislamiento de un factor proteínico morfogéníco, el factor BMP, determinante de tal resultado. Posteriormente el gen que codifica al factor BMP se ha identificado, se ha clonado e incluso se ha utilizado para realizar cultivos celulares Y obtener factor BMP recombinante, así como para insertar el gen en algunas investigaciones realizadas con pacientes con fracturas óseas o enfermedades periodontales. Como, ejemplo, se puede citar el de la compañía Creative Biomolecules, que produce comercialmente factor proteínico BMPL7, que se ha usado recientemente con éxito en un ensayo clínico sobre 127 pacientes con fracturas en extremidades que habían mostrado ser resistentes a su soldadura.

Otro aspecto interesante a considerar es que cuando se regenera un tejido, si su espesor supera algunos milímetros, se hace necesaria la formación de vasos sanguíneos capaces de suministrar los nutrientes necesarios a las células. El investigador americano Dr. Folkman, hace

casi 30 años, cuando investigaba sobre el cáncer, buscaba controlar y evitar el crecimiento celular, encontrándose con el descubrimiento de la existencia de moléculas que podían estimular o reprimir la formación de nuevos vasos sanguíneos, es decir, el proceso conocido como angiogénesis. Hace poco tiempo que se ha descubierto que algunos de estos inhibidores de la angiogénesis pueden utilizarse muy positivamente en ciertos tipos de cánceres. Pero lo que hoy nos interesa destacar es el caso opuesto, que también se han encontrado, aislado y fabricado biotecnológicamente muchas moléculas recombinantes estimuladoras de la angiogénesis. En estudios animales ya se han usado algunas de ellas, por ejemplo, para promover el crecimiento de nuevos vasos sanguíneos tras producirse procesos de bloqueos en la arteria coronaria.

NEOÓRGANOS. Si ya, de por si, la reparación *in situ* de órganos dañados constituye un objetivo tremendamente ambicioso, mucho más lo es la posibilidad del crecimiento y obtención de órganos enteros, de neoórganos. La mejor aproximación para lograrlo, por ahora, parece ser la de aprovechar en lo posible la propia sabiduría bioquímica del organismo. En lugar de intentar obtener el órgano en el laboratorio previo a su frasplante, lo que se intenta es transferir las células apropiadas, en una matriz tridirnensional (polimérica, de colágeno, etcétera), al lugar oportuno del cuerpo e incentivar allí su crecimiento. Este tipo de aproximación se está utilizando en pacientes con daños en la piel o en cartílagos, usando una matriz polimérica de soporte, que sirve como guía estructural para el cultivo de las células que se le adicionan. Recientemente, en otra divulgación, nos ocupamos del éxito obtenido, en animales de experimentación, con la total reconstitución de su vejiga urinaria. Las aplicaciones en la piel ya están comercializadas. Con cartílago, son de reseñar las experiencias efectuadas por diversos grupos científicos, utilizando como punto de partida células propias del paciente para obtener nuevo tejido de cartílago, que se puede hacer crecer con la estructura de oído, nariz, u otras formas reproducibles, así como para rellenar zonas de los uréteres y de la uretra en el tratamiento de ciertos casos de incontinencia urinaria.

Es indudable que los tejidos estructurales piel, hueso o cartílago serán los más particularmente beneficiados con estas nuevas tecnologías, pero ¿qué cabe esperar respecto a órganos como riñón, hígado o corazón? Es indudable que aún desconocemos muchos factores que habría que controlar al respecto, pero, teóricamente, no existen limitaciones que pudieran hacer imposible el objetivo. Fundamentalmente hay que saber más respecto a las regulaciones de todos los procesos implicados. Es alentador que, en animales de laboratorio, se han obtenido resultados parciales positivos, aunque sin funcionalidad total, por ahora. Simultáneamente otros grupos investigadores están intensificando sus esfuerzos en hacer crecer válvulas cardíacas y vasos sanguíneos en los casos en que ello sea necesario.

La obtención de neoórganos, mediante la Ingeniería de tejidos, está aún en los albores de su consecución, pero la rapidez de los logros obtenidos en los ltimos años permite creer que, en un futuro no lejano, será una nueva arma terapéutica de interés excepcional.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Cada vez aparecen más artículos relacionados con la importancia de un adecuado suministro de ácido fólico en nuestros alimentos. Los doctores Bailey y Gregory examinan la cuestión en el último número de la revista *JOURNAL OF NUTRITION*. concluyendo que los importantes procesos metabólicos que necesitan al ácido f6lico dependen de la ingesta de folato, de la ingesta de otros nutrientes esenciales, sobre todo de las vitaminas B2 y B6, así como de condicionamientos genéticos. Actualmente se recomienda una ingesta diaria de folato de 400 miorogramos, que deben aumentarse en otros 100 y 200 microgramos en los casos de mujeres lactantes o embarazadas.

¿GEN DE LA HOMOSEXUALIDAD?

Hace algo menos de seis años el Dr. Rice alborotó el mundo científico y social con su publicación, en ¡a revista *SCIENCE*, de sus hallazgos que ligaban la homosexualidad masculina con un rasgo genético transmisible vía materna. Ahora, en el último número de la misma revista, el equipo investigador del Dr. Rice reconoce que ha realizado un nuevo estudio más extenso y profundo al respecto, que no es confirmatorio de sus datos anteriores, Por ello, indican que es necesario que se insista en el futuro con la búsqueda de otros posibles factores genéticos relacionados con la homosexualidad.

NUEVO ANTEPASADO

En la revista *SCIENCE* de esta semana se incluyen dos artículos analizando el significado de los restos de cráneo y dientes de un homínido desconocido, que vivía en Etiopía, hace dos milllones y medio de años. Sus restos y los de otros homínidos hallados en la misma capa geológica hacen suponer que ya eran capaces de caminar erguidos sobre extremidades semejantes a las humanas, así como que usaban utensilios de piedra para la obtención de carne y médula a partir de los antílopes y cabailos. Al nuevo tipo de homínido se le ha denominado *Australopithecus garhi*, y guarda mucha sernejanza con otra especie antigua africana, la del *Australopithecus afarensis*. cuya representante más conocida recibió el nombre de Lucy.

TEJIDOS SIN TEJER

02-05-99

¿Tejidos biodegradables, a partir de ácido láctico, para fabricar pañales o láminas de plástico, de uso agrícola? ¿Fibras con propiedades antimicrobianas y antifúngicas para usar en vestimentas, rellenos de cojines, colchones y otras utilizaciones semejantes? ¿Telas resistentes al fuego o a temperaturas próximas a los 1200º?

Todas estas novedades las han podido conocer esta semana pasada, desde el martes al viernes, los asistentes al Centro de Congresos Palexpo, en Ginebra, donde se ha celebrado Index 99, un congreso internacional al que han acudido centenares de especialistas de todo el mundo para conocer de primera mano las principales innovaciones y avances espectaculares en esta nueva e importante rama de la tecnología textil a la que la tendencia simplificadora anglosajona define como "nonwovens", expresión que podríamos traducir, de un modo libre, al castellano, como la de los tejidos o telas sin tejer, sin tramas.

PROPIEDADES. ¿En qué consiste esta técnica? En el caso de la fabricación tradicional de tejidos, las fibras de partida, a lo largo del proceso sufren muchas etapas de manufactura, lo que provoca grandes cambios en ellas. Por el contrario, la obtención de telas sin tejer es un sistema muy simple y corto, ya que se compone de tan sólo dos transformaciones. En la primera etapa las fibras participantes se extienden sobre una cinta transportadora mecánica, donde unos tambores las comprimen hasta formar una lámina. Tras ello, tiene lugar la fase de enlace en el que las fibras se fusionan utilizando tecnologías de ultrasonidos o, simplemente, una corriente de aire caliente, tras lo cual el producto emerge directamente, al final de la línea de producción.

Una de las particularidades más notables es que su buena resistencia no es obstáculo a su baja densidad, que llega a ser inferior a los 5-10 gramos por metro cuadrado, lo que es especialmente interesante en aplicaciones médicas como las gasas, cuyo peso, respecto a las tradicionales, se puede reducir entre un 50 y un 75%. Pero los campos de aplicación de estos textiles no tejidos son prácticamente ilimitados, pudiéndose citar, de modo más notable, los de la higiene, la

ingeniería civil y de la construcción, la filtración de líquidos y gases, los usos biomédicos y, desde luego la industria de la confección. Pero no podemos extrañarnos de encontrarnos con ellos en lugares insospechados, como la electrónica, por ejemplo, formando parte de las cabezas limpiadoras de los discos de ordenadores o de las fotocopiadoras.

ÁCIDO LÁCTICO. El ácido láctico es una biomolécula presente en gran parte de los seres vivos. Los humanos lo producimos, en cantidades importantes, en nuestro sistema muscular, cuando realizamos una actividad física. Y, su producción, a partir de los azúcares, por varios microorganismos es el fundamento del proceso biotecnológico de la producción de yogures.

El ingeniero químico Jean-Christophe Bogaert, director del departamento de I+D de Galactic Laboratories, de Bruselas, ha explicado las investigaciones de su empresa usando como punto de partida el ácido láctico obtenido por fermentación, a partir de sustancias naturales completamente renovables – en contraste con el petróleo, a partir del cual se derivan los plásticos– tales como almidones o jarabes de azúcares vegetales. La polimerización del ácido láctico da lugar a polímeros de PLA o ácido poliláctico, que junto a otras moléculas poliméricas naturales, como la celulosa, mediante las técnicas antes descritas, pueden producir materiales usados para la fabricación de pañales totalmente biodegradables o de grandes láminas que cubran y protejan las cosechas agrícolas, pero que permiten dejar pasar la luz del sol a su través. Como son biodegradables, son energéticamente valiosas y no hay necesidad de retirarlas al final de la estación agrícola, con el consiguiente ahorro de jornales humanos

ANTIFÚNGICAS Y ANTIFUEGO. Otra consecución que ha llamado la atención en la reunión de Ginebra ha sido la obtención, por la empresa Acordis Ltd del Reino Unido de un nuevo tipo de fibra acrílica que incorpora sustancias antifúngicas y antibacterianas, tal como detalladamente explicó su portavoz Roland Cox. En este caso son varios los campos de aplicaciones más evidentes. En primer lugar, los paños de cocina y similares ya que está plenamente demostrado que son unos de

los más comunes y grandes portadores y diseminadores de los mohos y de las bacterias. Otra buena aplicación para este tipo de fibras sería la del relleno de cojines, almohadas, colchones, etcétera, como un medio eficaz de combatir los ácaros y el polvo que provocan tantos y tantos procesos alérgicos y ataques asmáticos. Y con toda seguridad, en el futuro estas fibras se usarán en textiles que hayan de estar en contacto con la piel, tales como zapatos, vestimentas deportivas o prendas íntimas.

En los laboratorios de la Facultad de Tecnología del Instituto británico de Bolton, el profesor Richard Horrocks ha obtenido textiles no tejidos capaces de resistir 1200º centígrados, lo que puede tener un gran interés en sus aplicaciones para la industria de la automoción (automóviles, autobuses, aviones) o de la construcción y decoración (lugares de concentración de un número elevado de personas). En el caso que estamos comentando el punto de partida han sido simples fibras de celulosa, con una resistencia inusual debido a que están rodeadas de una matriz especial que, cuando la temperatura excede los 300º centígrados, se encapsula sobre la superficie de las fibras y se convierte en una coraza térmica protectora. Además, contiene infinidad de pequeñas burbujas de aire que, junto a los retardantes de fuego también añadidos, hacen que se cree un poderoso gradiente térmico protector, de modo que el resultado final es semejante al de otros aislantes existentes que son mucho más complejos y, sobre todo, mucho más caros.

Las ventajas económicas y ecológicas de los nuevos textiles son concordantes con los actuales sentimientos y medidas de protección ambiental, por lo que no debe extrañarnos el gran impulso que está teniendo su desarrollo, fundamentalmente en Estados Unidos, seguido de Europa, donde destacan Alemania e Italia. Como botón de muestra la producción mundial total, en los cinco años transcurridos desde 1994 se ha duplicado desde la cifra de ese año que fue inferior a las dos mil millones de toneladas a las actuales que rondan las cuatro mil millones.

MARTE TECTÓNICO

De acuerdo con una publicación que aparece en el último número de la revista *SCIENCE*, un equipo investigador franco-estadounidense ha analizado la nueva información magnética que se están recibiendo sobre la superficie de Marte y han llegado a la deducción de que Marte, alguna vez, poseyó un sistema tectónico de placas. Este hallazgo parece constituir la primera evidencia directa de que la existencia de tales placas tectónicas no es un fenómeno propio y característico de la Tierra, sino que puede tener lugar en otros cuerpos espaciales.

MAPA GENÉTICO

En el número del presente mes de la revista *GENOME RESEARCH*, se incluye una investigación que es un hito científico. Se trata de la consecución de un mapa del genoma de la rata, integrado simultáneamente por los datos de los híbridos de radiación y de ligamientos genéticos, lo que facilitará hallar la correspondencia entre los desórdenes y sus componentes genéticos causantes. Asimismo servirá de excelente punto de partida para los correlativos estudios en humanos.

EL SENTIDO DEL ANTISENTIDO

09-05-99

Los analistas económicos calculan que su comercialización, el próximo año podría superar el importe de los mil cien millones de dólares. Y el ritmo de crecimiento será tan alto que esta cifra casi se doblará, en el año 2005, hasta los dos mil ciento veinte millones de dólares.

Es la ***terapia antisentido***, un nuevo enfoque para usar medicamentos más útiles para luchar más eficazmente contra un amplio abanico de enfermedades. Comprende desde las infecciosas víricas (incluyendo al SIDA), a otras de tipo neurodegenerativo (tales como el Alzheimer o el Parkinson), pasando por otras cuyos principales componentes sean genéticos o inmunológicos, situando en éstas a las muy diversas formas de cáncer.

No cabe lanzar las campanas al vuelo o alimentar prematuramente falsas esperanzas, ya que quedan importantes problemas por resolver hasta llegar a su uso clínico generalizado. Pero la FDA, en Estados Unidos, ya ha autorizado las primeras aplicaciones comerciales y en todo el mundo excelentes grupos de investigación y compañías farmacéuticas investigan intensamente su obtención y aplicación.

FUNDAMENTOS. Todas nuestras funciones normales o patológicas están reguladas por proteínas, entre ellas muchas enzimas, hormonas, factores reguladores celulares, etcétera. El flujo biológico de la información genética sigue la dirección gen (ADN) → ARN mensajero → proteína, por lo que para que esas proteínas se sinteticen en la calidad y cantidad adecuadas, es necesario que esté disponible la información adecuada de su gen codificador. Se trata de la secuencia de su gen, en forma de cadena polinucleotídica de cuatro componentes, o bases diferentes: A (adenina), T (timina), G (guanina), C (citosina). Esta secuencia de información del ADN se transcribe en forma de ARN mensajero, como cadena de bases complementarias a las anteriores, respectivamente, U (uracilo), A (adenina), C (citosina) y G (guanina). Cada trío de bases del gen (codón) da lugar a un trío complementario de bases en el ARN, y ello determina que un determinado aminoácido se coloque en el lugar correspondiente de esa proteína.

En casi todas las patologías, sean de origen genético o no, suelen darse anomalías en la síntesis de proteínas, produciéndose algunas de ellas en cantidades anormalmente elevadas. A veces, la causa directa de la patología es la propia superproducción de proteína (caso de los oncogenes productores de malignidad). En otras ocasiones, ello ayuda a su extensión (enzimas víricas, en la infección de virus, como el causante del SIDA). Y otras veces, las proteínas en exceso son la consecuencia de la patología. Es claro, que la disminución de tales proteínas, en unos casos evitarían el desarrollo de la enfermedad, mientras que, en otros casos menos favorables, aliviaría sus consecuencias.

ODN. La idea inmediata, por tanto, es simple. Como los conocimientos de la Biología molecular nos dan una información, cada vez más detallada, de las proteínas y genes que intervienen en las diversas patologías, intentemos bloquear la síntesis de las proteínas perjudiciales. Y es aquí donde tiene cabida la aproximación del antisentido. Podemos acudir al símil de un troquel usado para fabricar una determinada moneda metálica. Si una moneda se fija permanentemente sobre el troquel complementario, éste queda inutilizado.

En términos biológicos, habrá que intentar bloquear el flujo de la información genética que sintetiza la proteína indeseada. Para ello hay que inutilizar al gen codificador, o a su ARN mensajero. La solución, parece simple: colocar la moneda que bloquee el troquel. Se trata, pues, de obtener sintéticamente en el laboratorio un oligonucleótido (que es un polinucleótido que posee un pequeño número de bases sucesivas encadenadas) de modo que su secuencia sea complementaria (antisentido) de la de una porción de la secuencia del gen a anular. La pequeña hebra del oligonucleótido se fijará fuertemente a la zona complementaria del gen o de su ARN mensajero, bloqueando el flujo de la información desde el gen. Estos bloqueantes sintéticos se conocen con el nombre de ODN (oligodesoxirribonucleótidos). Otra estrategia, basada en la complementariedad de las bases del material genético es la de la síntesis de ORN (oligorribonucleótidos). Y una tercera es la de fabricar oligonucleótidos que favorezcan la formación de una porción

helicoidal triplex, con tres hebras, impidiendo la traducción de la información genética.

Se han conseguido notables éxitos en diversas experimentaciones relacionadas con la estrategia antisentido. Pero, hasta ahora, el principal problema es la biodisponibilidad de los ODN y ORN, es decir, conseguir, no ya en cultivos celulares, sino en seres complejos, que esos oligonucleótidos se introduzcan en el interior de las células, e incluso en el interior de los núcleos celulares, para que ejerzan su acción bloqueadora. Los éxitos son muy limitados, y se basan en el uso de sustancias coadyuvantes catiónicas. Pero algunas investigaciones están abriendo nuevas esperanzas, como la publicada recientemente en la revista **Nature Biotechnology**, usando fenoxazina, un nucleótido tricíclico, en lugar de su parecido estructural, el nucleótido de la citosina. La consecuencia es que la penetración intracelular y acumulación intranuclear de los ODN usados se incrementaron notablemente, así como sus actividades terapéuticas.

APLICACIONES. Entre las numerosas aplicaciones prometedoras de la estrategia antisentido, reseñaremos algunas. En ratones, se ha ensayado en linfomas de Burkitt, de células B. En este caso se usaron ODN dirigidos contra el gen c-myc, cuyo exceso de producción de expresión descontrola el proceso de proliferación de las células sanguíneas. A este respecto se puede recordar que el 25% de los linfomas de Burkitt parecen estar causados por un virus herpes, el virus Epstein-Barr, y ello conduce a translocaciones cromosómicas que sobreexpresan el gen *c-myc.*

En ratas, otro ejemplo de aplicación ha sido sobre ciertos tumores. Las células, normalmente, producen un factor transformante del crecimiento, la proteína TGF-beta, pero su malignización conduce a una superproducción de la misma. En este caso se utilizó un ODN característico para suprimir la TGF-beta, tras lo cual las células citotóxicas T fueron capaces de realizar su efecto inmunoterapéutico eliminando los tumores.

En cultivos celulares malignos humanos y en animales con xenotrasplantes de tumores humanos se han realizado numerosas pruebas. Sobre todo, para bloquear con un ODN la expresión de la

subunidad R1-alfa, que forma parte de la enzima proteína quinasa PKA1, que está directamente involucrada en los procesos de proliferación celular y en las transformaciones neoplásicas. En este caso, los tratamientos se combinaron con quimioterapia tradicional, con efecto sinérgico.

El primer ensayo clínico en humanos comenzó, coordinadamente, en 1998, en varios hospitales canadienses, sobre pacientes con cánceres de próstata con ciertas condiciones, entre ellas una mala prognosis tras un tratamiento convencional de quimioterapia.

En el caso del virus causante del SIDA, en ensayos realizados sobre 6 monos infectados con el virus VIS, equivalente simio del virus VIH humano, tres de los monos infectados se sometieron a una terapia antisentido contra las proteínas víricas Tat y Rev, que participan en el ataque del virus contra las células inmunológicas CD4. Los monos tratados presentaron niveles mucho más bajos del virus VIS y no mostraron sintomatologías de la enfermedad. Ello ha hecho que se inicien, en humanos, unas primeras limitadas experiencias.

Aunque el concepto de terapia antisentido nació hace algo más de 20 años, no ha sido hasta recientemente cuando se ha comenzado a disponer de medios y conocimientos para su investigación y aplicación. Se ha hecho en decenas de patologías diferentes, en el ámbito de cultivos celulares, animales de experimentación e, incluso, ensayos clínicos humanos. Pronto se generalizarán a grupos de pacientes ya que están en fase adelantada de aprobación varios medicamentos antisentido que, posiblemente, no serán, una panacea, pero ayudarán a mejorar los resultados de la lucha contra la enfermedad.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

La revista *AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION* de este mes da a conocer una investigación iniciada en 1984 sobre los hábitos alimenticios de 76.283 mujeres sin complicaciones cardiovasculares. La conclusión más importante es la de que un mayor consumo de mahonesa o salsas para aliñar ensaladas (5 o 6 veces a la semana) redujo grandemente los riesgos posteriores de sufrir isquemias cardíacas en relación con las mujeres que raramente consumían esas salsas. El efecto protector se debe al ácido alfa-linolénico abundante en los aceites vegetales, como el de soja.

DIABETES

La revista *SCIENCE*, en su número de esta semana, incluye los resultados de una investigación que podría ser de gran interés para los diabéticos insulino-dependientes. Científicos de la empresa MERCK de Estados Unidos, Suecia y España, tras analizar miles de ellas, han encontrado una molécula, la L-783.281, que se comporta como la insulina, pero se puede administrar oralmente, en forma de píldora. Hasta ahora los experimentos realizados en cultivos celulares y en animales diabéticos, ratones, han sido muy satisfactorios, constituyendo el punto de partida para su futura aplicabilidad humana.

ASTEROIDES

La Tierra está situada en el interior de una franja, hasta ahora desconocida, de asteroides. Un trabajo aparecido en la revista Nature, del pasado miércoles, así lo indica. Hace casi dos siglos se descubrió el cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter. Después, se conoció el cinturón de Kuiper, en el sistema solar externo, más allá de Neptuno. Recientemente se supo de otra región de estabilidad orbital, entre Urano y Neptuno. Ahora, acaban de descubrirse otras dos zonas de estabilidad adecuadas para que sobrevivan asteroides de hasta 200 metros de diámetro. Una de ellas está situada entre Marte y la Tierra, más cercana a nosotros que a Marte, por lo que es una excelente candidata a que se puedan encontrar en ella algunos de esos asteroides.

LOS OJOS DEL UNIVERSO ENFERMOS

16-05-99

Al telescopio espacial Hubble se le ha denominado "los ojos del Universo" y, desde su nacimiento, su historia está repleta de grandes problemas y de magníficos logros. Actualmente, ciertas anomalías mecánicas han hecho que "los ojos del Universo" se encuentren enfermos, poniendo en peligro el éxito de su importante misión.

El telescopio espacial Hubble fue lanzado el 24 de abril de 1990 y pronto comenzaron sus complicaciones cuando los astrofísicos descubrieron que el espejo de 2,4 metros de diámetro tenía un pequeño defecto de pulido de su curvatura que afectaba sensiblemente a la calidad de las imágenes capturadas. En 1993 una misión de **mecánicos espaciales** consiguió corregir la instalación. Desde entonces, el Hubble ha tomado imágenes de decenas de miles de galaxias hasta ahora desconocidas y ha proporcionado datos de enorme importancia sobre la arquitectura y la historia del Universo, consiguiendo llegar en sus observaciones hasta los trece mil millones de años-luz, es decir, hasta los confines teóricos del Universo.

GIROSCOPIOS. El telescopio espacial Hubble fue diseñado para mantenerse operativo hasta el año 2010. Pero precisa de un adecuado servicio técnico de mantenimiento. Por ello, en 1997, otra misión espacial se encargó de sustituir algunas de sus cámaras y diversos equipos. En el año 2000 la NASA tenía prevista otra misión para reemplazar los seis giroscopios de la plataforma telescópica, así como el ordenador y otros instrumentos. El último servicio de mantenimiento previsto está planificado para el año 2003.

Los giroscopios son unos instrumentos dotados de unos volantes, montados sobre suspensiones especiales, de modo que pueden giran rápidamente alrededor de un eje, orientándose en cualquier dirección del espacio, dirección que permanece invariable. El principio físico en el que se basan es el mismo que hace que se mantenga vertical una peonza que gira sobre sí misma. Los giroscopios son precisos para que respondan correctamente los sistemas de orientación del telescopio espacial y, como mínimo, es necesario que tres de ellos estén perfectamente funcionantes. En caso contrario el telescopio,

automáticamente, pasa a una situación de seguridad, en la que no es operativo, no puede realizar observaciones, sus paneles solares se sitúan orientados hacia el sol para ahorrar energía, aunque sigue en comunicación y bajo el control terrestre.

A comienzos del presente año la situación comenzó a ser preocupante ya que los giroscopios números 4 y 5 se habían estropeado irreversiblemente. Y todo empeoró cuando el giroscopio 3 también comenzó a mostrar anomalías. Los problemas giroscópicos han radicado en los cables alimentadores de electricidad. Los giroscopios pueden operar con cualquiera de los dos cables a los que están conectados, pero cuando uno de ellos falla y se interrumpe, se produce un incremento de voltaje en el otro, lo que precipita su deterioro.

A las 9 de la mañana del pasado 20 de abril, casi coincidiendo con su noveno año de vida, el giroscopio 3 dejó completamente de funcionar, por lo que ahora sólo restan funcionando en el telescopio Hubble los giróscopos 1, 2 y 6, es decir, el mínimo imprescindible, sin posibilidad de recambio alguno ante un posible futuro fallo de otro giroscopio.

STS-103. Ante tal situación, dada la importancia científica de las investigaciones que se realizan con el telescopio Hubble, la NASA ha reaccionado con toda rapidez y ya ha anunciado el lanzamiento STS-103, mediante un Discovery, de la misión de servicio 3A, con una tripulación compuesta de siete especialistas, entre ellos dos pertenecientes a la Agencia Espacial Europea, bajo el mando del comandante Curtis L. Brown. La duración de la misión será de 10 días, en la segunda mitad del próximo mes de octubre. A lo largo de la misma se procederá no sólo a reemplazar los seis giroscopios del telescopio, sino que se aprovechará la ocasión para sustituir un sensor de guía e, incluso, al ordenador de la plataforma telescópica, con el propósito de que el nuevo ordenador haga reducir las complejidades actuales del software de mantenimiento. También se aprovechará para efectuar otras pequeñas tareas de mejora como la instalación de un "kit" de voltaje / temperatura que sirva para proteger las baterías de las instalaciones de procesos de sobrecarga y sobrecalentamiento. O de un nuevo transmisor y de un nuevo registrador de datos de estado sólido.

Por último, se examinará el aislamiento de las instalaciones procediendo a la renovación de las porciones del material aislante degradado ya que un perfecto aislamiento es imprescindible para el mantenimiento de la correcta temperatura interna en el Hubble.

En cuanto a la misión de servicio que se tenía prevista para el año 2000, se mantendrá, con la denominación de misión 3B, y su objetivo principal se centrará en la instalación de un nuevo instrumento, que es una Cámara Avanzada de Prospección, así como en la renovación de los paneles solares y de un nuevo sistema de enfriamiento.

FUTURO. A pesar de sus problemas, mientras tanto, el Hubble sigue y seguirá proporcionándonos datos e imágenes espectaculares como las dadas a la luz recientemente, obtenidas con la Cámara 2 de Campo Amplio, en las que se observa a la luna Io deslizándose sobre su planeta Júpiter, con su volcán Pillan expeliendo una gran nube de dióxido de azufre.

Para el periodo 2002-2010 la NASA está estableciendo un plan de actividades al que denomina **Segunda Década del Telescopio Espacial Hubble**. Hay que tener presente que en el año 2007 está previsto que comience a operar el sucesor del telescopio Hubble, el NGST (Next Generation Space Telescope), pero también en la segunda década existirán nuevas instrumentaciones como el AXAF, Dispositivo Astrofísico Avanzado de Rayos X; el SIRTF, Dispositivo Telescópico Espacial de Infrarrojos; o el SIM, Misión de Interferometría espacial. Aparte de estos, se sumarán diversos nuevos observatorios, tanto terrestres como espaciales. Todo ello supone una importante tarea de coordinación, asignación de tiempos a los grupos investigadores de todo el mundo, optimización de los recursos, registro e interpretación de datos, etcétera.

En resumen, podemos afirmar que, actualmente, la Astrofísica constituye uno de los campos científicos de mayor actividad y se espera que sus logros nos deparen importantes resultados que ayuden a explicarnos mejor cómo es el Universo y cuál ha sido y será su historia.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En el último número de la revista *JOURNAL OF NUTRITION* un grupo de pediatras ha investigado, en relación con la menor o mayor ganancia del peso de la madre embarazada durante el segundo y tercer trimestre de gestación, los riesgos existentes del retardo de crecimiento intrauterino en embarazos, lo que da lugar a bajo peso y a diversas complicaciones que afectan la salud del niño. Los resultados del estudio sobre 10.696 embarazadas muestran que, si la ganancia de peso es inferior a 300 g/semana en el segundo y tercer trimestre, resulta incrementado el riesgo de nacimiento de niños con peso, al nacer, inferior a 2,5 kilos.

DIABETES

Continúan publicándose importantes descubrimientos respecto a la diabetes tipo 1, que afecta al 0,3% de la población y que se debe a un desorden autoinmune con el ataque a las células pancreáticas productoras de insulina. En el último número de la revista *SCIENCE*, un grupo de investigadores coreanos y americanos han localizado a la proteína GAD que ataca a esas células, lo que abre nuevas e importantes perspectivas terapéuticas para la obtención y uso (trasplante) de células beta carentes de esa proteína o la inducción de células humanas T a que toleren a la proteína GAD.

TRASPLANTES

En muchos desórdenes hepáticos, actualmente, el trasplante es la mejor solución. ¿Se podrán disponer en el futuro de células hepáticas adecuadas sin necesidad de trasplantar o xenotrasplantar un órgano completo? También en el último número de *SCIENCE* se señala que las células progenitoras de la médula ósea pueden diferenciarse no sólo hasta células hematopoyéticas sanguíneas, sino también mesenquimales, como las óseas, grasas y musculares. Y que, ahora, el grupo del Dr. Peterson, en ratas, ha conseguido la diferenciación hasta convertirse en células hepáticas que han usado, con éxito, para repoblar diversos tejidos hepáticos dañados de rata.

INVITE A E.T. A SU CASA

23-05-99

Usted, amable lector, probablemente no sea astrofísico, ni siquiera físico e, incluso, puede que su currículo científico no sea especialmente brillante. A pesar de ello, ¿le gustaría ser el primer descubridor de la existencia de vida inteligente extraterrestre? Para ello, ¿desearía formar parte del equipo científico de la prestigiosa Universidad de California, en Berkeley, y usar una sofisticada instrumentación telescópica ubicada en Arecibo, Puerto Rico?

No hay obstáculos para que ello si Ud. lo desea. Puede conseguirlo en unos instantes, ahora mismo. No necesita un aprendizaje previo complejo especial. Ni siquiera conocer los conceptos básicos de lo que es un radiotelescopio ni de los mecanismos de análisis de las señales que capta. Y su posible limitado conocimiento de otros idiomas, incluso el inglés, tampoco es un obstáculo insalvable. Todo lo que Ud. necesita es un ordenador conectado a Internet que, tras instalar un pequeño programa, disponible en la Red, ya estaría en disposición teórica de lograr lo que podría constituir el descubrimiento del milenio (de éste o del próximo).

INTELIGENCIA EXTRATERRESTRE. La simple especulación sobre la posibilidad de existencia de otros mundos habitados condujo, hacia el año 1600, al filósofo Giordano Bruno hasta la hoguera. Sin embargo, actualmente, la existencia o no de inteligencia extraterrestre es sólo una incógnita científica, difícil, pero abordable. Cada día aprendemos más del espacio que nos rodea y descubrimos que el agua y las condiciones químico-físicas que hicieron posible la aparición de vida en nuestro planeta y su posterior evolución hacia formas inteligentes pueden darse o haberse dado en un número altísimo de otros lugares del Universo. Aproximadamente el 10% de las estrellas de nuestra galaxia son bastantes parecidas al Sol. Buena parte de ellas podrían poseer planetas parecidos a la Tierra. Y, no olvidemos que, además, existen miles de millones de galaxias.

Como ya comentamos, hace ya algún tiempo, en otra colaboración relacionada con este tema, el prestigioso astrónomo Frank Drake intentó cuantificar el problema mediante una ecuación, conocida como ecuación

de Drake, en forma de producto de siete procesos probabilísticos: 1. La velocidad de formación de estrellas-soles adecuadas; 2. Fracción de esas estrellas que posean planetas; 3. Porcentaje de estos planetas que sean similares a la Tierra; 4. Fracción de tales planetas con posibilidades de desarrollar vida; 5 Porcentaje de éstos que pudiesen evolucionar hacia formas inteligentes de vida; 6. Número de civilizaciones que pudieran lograr una maduración tecnológica; 7. Longevidad o duración de estas civilizaciones comunicativas.

En cualquier caso, la mejor demostración de la existencia de civilizaciones extraterrestres inteligentes sería la recepción de alguna señal de comunicación que proviniese de ellas. A tal fin, desde hace más de 40 años se vienen desarrollando diversas investigaciones privadas y oficiales dentro del proyecto general SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence), es decir, la búsqueda de inteligencias extraterrestres. Nuestro comentario de hoy se refiere, concretamente, al proyecto SETI-hogar que está en estrecha relación con el proyecto SERENDIP IV

SERENDIP. Existen muchos proyectos científicos SETI diferentes desarrollándose en el mundo e, incluso, un Instituto SETI presidido por el citado Dr. Frank Drake. Dentro de los proyectos SETI, desde hace 20 años, en la Universidad de California, en Berkeley, funciona el SERENDIP (Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations). Su finalidad es la detección de posibles radioseñales procedentes de civilizaciones extraterrestres, para lo que es necesario recoger las radioseñales, seleccionarlas y analizarlas.

El SERENDIP I (1979-1986) se basó en el observatorio Hat Creek de la Universidad de California, así como en un analizador de espectros de 100 canales. El SERENDIP II (1986-1988) ya fue capaz de analizar 65.000 canales por segundo y utilizaba las instalaciones astronómicas de varios telescopios de todo el mundo, entre ellos el radiotelescopio NRAO, de 300 pies, en Green Bank. El SERENDIP III (1992-1996) pudo contar con el mayor radiotelescopio del mundo, el de Arecibo, en Puerto Rico, lo que permitió examinar 2,5 millones de canales por segundo en una anchura de banda de 12 MHz, centrada en los 429 MHz, lo que, a pesar de su aparente gran magnitud, es tan sólo una pequeña parte del espectro electromagnético. El SERENDIP IV se instaló en Arecibo, en

junio de 1997, posibilitando examinar 100 millones de canales por segundo en una anchura de banda de 100 MHZ centrada en los 1420 MHz, buscando cualquier alteración que difiera del ruido de fondo. Los datos, a través de Internet, son enviados hasta Berkeley, donde se analizan para detectar su posible origen artificial y extraterrestre. El Serendip IV está patrocinado por Instituciones como la Sociedad Planetaria y el Instituto SETI, así como por diversas empresas, entre las que figuran Toshiba, Sun Microsystems, Paramount Pictures, FujiFilm, Intel y Xilinx

SETI-hogar. Se trata de un experimento científico, ligado al SERENDIP IV, que comenzó el pasado lunes 17 de mayo, a fin de aprovechar la potencia acumulada de cientos de miles de ordenadores conectados a Internet. Para ello hay que instalar en los ordenadores que deseen participar en el proyecto un software gratuito proporcionado por la Universidad de California en la página web http://setiathome.ssl.berkeley.edu/. Este software está disponible para las plataformas informáticas Windows, Macintosh e incluso 30 variedades diferentes del sistema Unix. En Windows y Macintosh el programa adopta la forma de un salvapantallas especial que, al igual que otros salvapantallas, arranca cuando el ordenador está enchufado, pero inactivo. Es decir, que mientras se puede estar tomando un café, la cena o durmiendo, el ordenador está ayudando al proyecto SETI-hogar, analizando datos especialmente capturados por el mayor radiotelescopio del mundo.

El proyecto SETI-hogar trabajará con las señales seleccionadas del radiotelescopio y enviadas a Berkeley, en una banda de frecuencias limitada. Para analizar los datos se ha diseñado un programa buscador de señales fuertes en cuatro millones de combinaciones diferentes de frecuencia, anchos de banda y "chirridos" (el desplazamiento en frecuencia respecto al tiempo). La computación distribuida se articula a través de un software de servidor que divide los datos del radiotelescopio en paquetes, que son distribuidos a los clientes (ordenadores repartidos por el mundo) y recoge los resultados. El paquete de datos que llega vía Internet a cada ordenador tan sólo precisa 250 kilobites de su memoria, siendo conveniente que el

ordenador posea al menos 32 Mb de memoria RAM. Cuando el ordenador termina de analizar (quizá al cabo de 4-5 días) los datos recibidos (en unos pocos minutos) los resultados se devuelven automáticamente a Berkeley y queda disponible para recibir otro paquete de datos.

El experimento SETI-hogar funcionará en principio durante dos años, hasta el 2001, y está acompañado de un sitio Web que muestra, en cada momento, el estado actual de la investigación, así como material educativo y enlaces interesantes a otros proyectos SETI y a informaciones astronómicas y astrobiológicas.

RADIOFRECUENCIAS

La mayor parte de los numerosos proyectos SETI existentes buscan ondas de radio de banda estrecha debido, por una parte, a que las ondas de radio son capaces de atravesar las nubes de polvo interestelar y, por otro lado, a que las señales de banda estrecha no se encuentran en la naturaleza. Esos proyectos usan hardware de proceso de señal hecho a medida, que escucha, en tiempo real, la salida del telescopio en millones de frecuencias, simultáneamente. Este análisis en tiempo real sólo puede comprobar una pequeña proporción de todos los posibles números de ancho de banda, ratios de desplazamiento de frecuencias y periodicidad de los pulsos. Por el contrario, el proyecto SETI-hogar analiza una parte menor del espectro de frecuencias, pero de un modo mucho más intensivo.

PORCIONES

Cada paquete de datos que llega a un ordenador participante en el proyecto consiste en 250 Kb organizados como conjuntos de 50segundos x 20KHz x 2bits. Dentro de estos 20KHz se examinan unas 400.000 diferentes combinaciones de frecuencias y anchuras de banda. Las anchuras de banda varían desde 0,1Hz a 1,5KHz en 14 saltos binarios. En la anchura de banda menor de 0,1Hz se estudian, pues, hasta 200.000 frecuencias para el rango de 20KHz. También se analizan hasta 10 "chirridos" o desplazamientos diferentes de frecuencia. Tras ello, las señales sospechosas, para ser consideradas como tales, han de pasar la prueba de la interferencia terrestre, lo cual significa que su duración y fluctuación han de tener una duración mínima predeterminada.

HISTORIA

El proyecto SETI-hogar fue concebido, en 1996, por David Gedye, desarrollándose un proyecto científico que recibió un amplio respaldo académico en la 5ª Conferencia Internacional de Bioastronomía de julio de 1996. En 1998 este proyecto recibió la medalla y el primer premio de innovación científica y tecnológica del Smithsonian Institute. Y relacionado con la posible existencia de vida extraterrestre (inteligente o

no) figura el hecho de que esta misma semana, con esa finalidad, la NASA ha nombrado al Nobel de Medicina de 1976 Dr. Baruch S. Blumberg como director de su recientemente creado Instituto de Astrobiología, en el que colabora la Universidad de California.

EL RIÑÓN BIOARTIFICIAL

30-05-99

Se calcula que en el mundo están sometidos a programas de hemodiálisis cerca de un millón de personas que sufren de fallos renales. Este problema supone unos costos globales que superan los dos billones y medio de pesetas anuales. La hemodiálisis fue descrita, por primera vez, en 1914 y su comercialización se inició en 1956. El riñón bioartificial, podría ser, en el futuro, su heredero terapéutico.

En la revista ***Nature Biotechnology*** del presente mes se describe la fabricación y uso del primero de estos riñones bioartificiales y se analizan las prometedoras investigaciones realizadas con el mismo, sobre perros con fallos renales. Recordemos que el riñón sirve para filtrar selectivamente y eliminar de la sangre a las sustancias metabólicas de desecho, así como al agua en exceso. Ante la falta de órganos adecuados para el trasplante, y de los problemas aún no resueltos de los xenotrasplantes, en el caso de ciertos fallos renales la hemodiálisis o riñón artificial es el único sistema para intentar sustituir la función de los glomérulos renales, pero sólo lo consigue parcialmente. El proceso de difusión se vehicula con la utilización de unas membranas sintéticas semipermeables, a través de las cuales se eliminan los solutos solubles. Otra variante del proceso es la hemofiltración, que utiliza como fuerza motriz la diferencia de presión para la separación de los metabolitos, a través de una membrana de ultrafiltración. Aunque la hemofiltración se parece más que la hemodiálisis a la función real de los glomérulos renales, se utiliza con mucha menor frecuencia por su alto costo

PROBLEMAS. Es claro que la hemodiálisis y la hemofiltración han logrado reducir notablemente las tasas de mortalidad entre los pacientes que sufren un fallo renal agudo. Pero, por otra parte, y esta es la pega principal, ninguna de las terapias de hemofiltración o hemodiálisis existente es totalmente sustitutiva de las importantes funciones de los túbulos renales: absorción, metabólicas, endocrinas o inmunológicas. Por ello, la morbilidad y la mortalidad asociadas con estas terapias son indeseablemente altas y buena parte de los pacientes sometidos a ellas suponen una pobre calidad de vida. Por término medio, un paciente de

50-54 años de edad, con una enfermedad crónica renal final, sometido a una terapia de hemodiálisis, suele tener una probabilidad del 47% para la supervivencia de cinco años.

Efectivamente, estas terapias logran la eliminación de pequeños solutos y la de algunas toxinas urémicas, ayudando también a mantener el balance de fluidos y electrolitos. Pero lo que no pueden servir es para sustituir a otras muchas diferentes funciones que realizan normalmente en las unidades excretoras renales, las nefronas sanas. Por ejemplo, la transportar y eliminar los desechos metabólicos en una mínima cantidad de agua. O la de reabsorber a los metabolitos interesantes, o la de realizar ciertos procesos metabólicos y/o endocrinológicos. Para todo ello es imprescindible el concurso de las células epiteliales vivas de los túbulos proximales renales.

Ante tal situación es lógico que las miradas de los científicos se dirijan hacia las aplicaciones biotecnológicas de la terapia celular. La terapia celular trabaja con células específicas y busca su multiplicación o expansión para que puedan realizar funciones específicas. Y, para ello, intenta introducir estas células o productos celulares en los pacientes, a través de implantes o mediante el uso de circuitos extracorpóreos.

RIÑÓN BIOARTIFICIAL. Esta es la meta que precisamente persigue el grupo investigador capitaneado por el Dr. H. Davis Hume, integrado por componentes de los Departamentos de Medicina Interna de la Universidad de Michigan y del Medical Center de Ann Arbor, en Estados Unidos. El título (traducido) de su trabajo de investigación es la mejor descripción y resumen de su tarea: **Reparación de la función renal en animales urémicos mediante el uso de un tejido renal biotecnológico**.

El sistema, extracorpóreo, consta de un cartucho de hemofiltración estándar, un hemofiltro, tras el cual se coloca otro cartucho que hace de túbulo proximal. En éste cartucho, su cara interna, es decir, el lumen de la membrana, se cubrió con pronectina-L, que es una proteína recombinante que favorece los procesos de adhesión celular. Ello favoreció la formación, sobre esa superficie interna luminal, de una monocapa de células epiteliales tubulares proximales de origen renal porcino, que previsiblemente pudieran servir para realizar los mismos procesos de transporte / reabsorción que tienen lugar en los

túbulos renales: transporte de sodio, bicarbonato, glucosa e iones. O actividades metabólicas tales como la generación y secreción de amoniaco, transporte de glutatión y síntesis de 1,25-dihidroxivitamina D a partir de sus precursores.

RESULTADOS. Los primeros resultados obtenidos han sido muy prometedores, usando perros urémicos y recubriendo el lumen interno del cartucho tubular proximal con células renales de origen porcino. La sangre procedente de los perros urémicos fue hemofiltrada en el primer cartucho y el ultrafiltrado se hizo pasar, a continuación, por el segundo cartucho tubular proximal, cuyo ultrafiltrado se reinfundió nuevamente en el sistema circulatorio del animal, eliminándose todos los desechos de las filtraciones. Ciertos dispositivos del sistema garantizan que las cantidades de los diversos fluidos sean las adecuadas.

En primer lugar, ha sido muy destacable la ausencia de procesos inmunológicos de rechazo (en este caso entre las células caninas y las porcinas). Esta característica tan favorable deberá ser confirmada en las próximas investigaciones en curso a realizar en diferentes circunstancias. Respecto a la cuantía de los procesos renales capaces de ser restituidos con el aparato, la capacidad funcional del cartucho tubular proximal se ha evaluado en un 10-50% de la del riñón humano natural, lo que constituye una cifra muy esperanzadora. Por otra parte, en posibles aplicaciones humanas, el recubrimiento con células derivadas del propio tejido renal humano parece bastante posible ya que el epitelio tubular renal posee un gran potencial de regeneración y de realización de cultivos celulares en el laboratorio y tras su aplicación a las membranas del cartucho se orientan polarmente en la forma adecuada y forman la monocapa deseada.

Tan positivo ha resultado todo que el grupo del Dr. Hume ya está preparando las primeras investigaciones en pacientes humanos, que corresponderán a algunos de ellos con situaciones isquémicas o de fallo renal nefrotóxico agudo, ya que, en estos casos, con las terapias convencionales, las tasas de mortalidad suelen ser muy elevadas. Por otra parte, todo ello puede ser el punto de partida para el soñado futuro desarrollo de un verdadero riñón bioartificial implantable a lospacientes. Las esperanzas, al respecto, poseen entidad, aunque, por ahora, sea imposible predecir cuando se harán realidad.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Según una investigación realizada por científicos de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de Harvard, recientemente publicada en la prestigiosa revista médica *NEW ENGLAND JOURNALOF MEDICINE*, los hombres que ingieren una gran cantidad de líquidos, sobre todo de agua, reducen sus riesgos de sufrir cánceres de vejiga en un porcentaje de hasta un 50%, constituyendo la forma más simple de prevención que se pudiera imaginar. Aun no se conocen las razones últimas, pero podrían estar relacionadas con el hecho de una menor permanencia de posibles agentes cancerígenos con las paredes de la vejiga.

GENES A PRESIÓN

Investigadores del afamado Brigham and Women´s Hospital, de Boston, han desarrollado un método muy eficiente, usando técnicas de presión, para introducir porciones de ADN en tejidos cardiovasculares, sin tener que acudir a otros métodos menos eficientes o con más peligros potenciales como pueden ser el uso de vectores víricos o lipídicos. El ADN llegó al 90% de los núcleos de las células de la vena safena (que se usa para realizar "bypass") o al 50% de los núcleos de las células de músculo cardíaco de ratas. Ello permitirá en el futuro realizar terapia génica en ciertos casos en los que se busca inactivar un gen "defectuoso" en el tejido cardíaco.

MAPA MARCIANO

En la revista *SCIENCE* de esta semana, un amplio equipo de científicos capitaneados por D. E. Smith, astrofísico de la NASA, exponen su creación de un extremadamente detallado mapa global de la superficie de Marte, obtenido a partir de los datos obtenidos por la nave espacial Mars Global Surveyor. El mapa será de gran ayuda para comprender la evolución del planeta y de hechos curiosos como el que el hemisferio norte marciano posea cinco kilómetros más de elevación que el hemisferio sur. También, los datos disponibles sugieren que el agua que una vez existió en Marte se almacenó en una gran extensión situada en el hemisferio Norte.

DIOXINA: ¿CUÁLES SON LOS RIESGOS?

06-06-99

Un caso de contaminación avícola en Bélgica ha alarmado a todos los consumidores sobre los peligros de la dioxina. ¿Qué es la dioxina?, ¿cómo se produce?, ¿cómo se extiende su acción?, ¿cómo se acumula?, ¿cuáles son los mecanismos de su actividad?, ¿y sus efectos sobre la salud? Y lo más importante, ¿cómo disminuir sus riesgos?

"*Tras comprobar la existencia de la extensión de contaminación de la dioxina de los piensos hasta los pollos y los huevos, la administración ha prohibido su comercialización a centenares de productores*". La frase anterior no se corresponde a los acontecimientos de esta última semana, los pollos y cerdos de Bélgica alimentados con piensos contaminados con grasas que contenían dioxina, sino a algo ocurrido, hace dos años, ampliamente, en los estados americanos de Arkansas y Tejas y, de un modo más reducido, en los de Carolina del Norte, Indiana y California. La prohibición se extendió hasta que los niveles de dioxina en los productos bajaron a cifras inferiores de una parte por billón (ppb). Y en la memoria de muchas personas queda el recuerdo de los efectos tóxicos debido a la dioxina del Agente Naranja, usado en las deforestaciones de la guerra de Vietnam. O las evacuaciones y efectos sobre las poblaciones cercanas a ciertos desastres industriales como el de Seveso, Italia, el 10 de julio de 1976.

PROCEDENCIA. Los centenares de sustancias que se agrupan bajo el nombre común de dioxina, fundamentalmente se forman durante la combustión de compuestos químicos hidrocarbonados clorados. La principal fuente de dioxina ambiental (95%) procede de la incineración de residuos y basuras cloradas. Asimismo, la contaminación con dioxina se relaciona con las empresas papeleras que usan el cloro como agente blanqueante, así como con las factorías que producen los plásticos de polímeros de cloruro de polivinilo (PVC).

Refiriéndonos a ese 95% de dioxinas producidas por la incineración de las basuras sólidas municipales, ello sucede tras la ruptura térmica de los restos metálicos, compuestos clorados y material orgánico, cuando los gases dejan la cámara primaria de combustión a

unos 1000 grados centígrados y tales gases se enfrían y condensan, alcanzándose la producción máxima hacia los 300 grados centígrados.

El aerotransporte de las dioxinas contamina aguas y plantas que son ingeridas por los animales domésticos, permitiendo la entrada de la dioxina a la cadena alimentaria.

Las normas suecas de emisiones de dioxina de los incineradores de basuras son de las más estrictas, no pudiendo superar la cantidad de 0,1 nanogramo por metro cúbico. Aparte de buscar métodos alternativos para la eliminación de las basuras, los conocimientos tecnológicos actuales, aplicados adecuadamente, permiten controlar y reducir grandemente las cantidades de dioxina producidas en las incineraciones, tal como sucedió en Québec, con una reducción obtenida del 99%.

SALUD. La generalizada distribución de las dioxinas en el ambiente y en los animales hace que "normalmente" cada persona ingiera diariamente unos 120 picogramos de dioxina (1 pg es la billonésima parte de un gramo) a través de su alimentación "normal", no contaminada, de los que, como media, 38 pg corresponden al consumo de vacuno, 24 pg a los productos lácteos, 17 pg directamente de la leche, 13 pg de pollos, 12 pg del cerdo, 8 pg del pescado, 4 pg de los huevos y 2 pg por inhalación. También, como media, el contenido de dioxina en una persona está en el rango de unas pocos ppb, es decir, unos 100 millones de pg.

En los restos arqueológicos antiguos humanos las cantidades halladas de dioxina son mucho más bajas que las actuales, pero no todo lo que ocurre al respecto es negativo, ya que los controles existentes en los últimos años han hecho que la concentración humana de dioxina haya disminuido desde las 18 ppb en 1976 a las 5 ppb de hoy día.

La dioxina, a ciertas concentraciones, causa una serie de problemas en los humanos y animales, incluyendo cáncer, problemas de comportamiento y aprendizaje, desórdenes inmunológicos, diabetes, cloracne, endometriosis, empobrecimiento espermático, disminución de hormonas sexuales femeninas, etcétera. Un reciente trabajo publicado en la revista **Environmental Health Perspectives**, compara los niveles mínimos de dioxina que ocasionan problemas de salud, con los actuales

niveles medios de dioxina (NM) en la población. Los resultados, como mínimo son preocupantes, más aún si se tiene en cuenta que, por diversas razones, muchas personas poseen valores muy superiores a los NM: el cáncer se produce con concentraciones 10xNM; en monos los desórdenes de comportamiento también aparecen a concentraciones 10xNM; en monos y ratones los problemas inmunológicos ocurren a concentraciones semejantes a NM; la disminución de hormonas femeninas a 1,3xNM; la diabetes, la disminución de esperma y la endometriosis a 10xNM. Y no podemos olvidar a los colectivos más expuestos: ciertos trabajadores, pescadores de agua dulce, lactantes de leche materna, etcétera.

ACCIONES. Para intentar hacer disminuir los peligros de la contaminación por dioxinas hacen falta que las diferentes administraciones intensifiquen sus esfuerzos normativos y controladores sobre las diversas actividades industriales. Aparte de ello, también caben otras muchas medidas preventivas individuales, de las que citaremos algunas.

Teniendo en cuenta que las papeleras que usan el cloro como blanqueante son una de las primeras fuentes de contaminación, podemos intentar sustituir, al menos parcialmente, el papel blanqueado con cloro por papel reciclado sin blanquear, o por papel reciclado blanqueado por procesos basados en sustancias oxigenadas, o por papel no reciclado, pero también blanqueado con sustancias oxigenadas.

Como nuestra exposición potencial a la dioxina se realiza fundamentalmente a través de la alimentación, el consejo general es el de consumir dietas compensadas y bajas en grasas. Ello incluye acciones como las siguientes: seleccionar la carne de vacuno, cerdo o pollo que compremos con el menor contenido posible de grasa; antes de comerlas, eliminar cualquier porción de piel y de grasas; escoger los productos lácteos, incluidos la leche, con un bajo contenido graso; realizar una alimentación variada y moderada incrementando lo más posible el porcentaje de frutas, vegetales, legumbres y cereales.

En conclusión, debemos ser conscientes de los peligros contaminantes de la dioxina y exigir a nuestros gobernantes que se

tomen las medidas legislativas y sancionadoras necesarias. Pero, salvo en casos particulares, la situación no sólo no debe considerarse como alarmante, sino que ha mejorado de modo importante en los últimos 25 años.

ESTRUCTURAS

Con el nombre de dioxina se agrupan centenares de diferentes productos químicos, tóxicos y altamente persistentes. Pertenecen, químicamente, a cuatro grandes grupos de sustancias policloradas: unas 75 dibenzo-para-dioxinas (PCDD) y dibenzo-dioxinas s (CDD), unos 135 dibenzofuranos (CDF) y 209 bifenilos (PCB). Son compuestos clorados, aromáticos, lipofílicos y no-polares, es decir, solubles en grasas y poco solubles en agua. Poseen dos anillos bencénicos interconectados por uno o dos átomos de oxígeno, aparte de varios átomos de cloro. La molécula más tóxica de todas es la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) y la toxicidad del resto de dioxinas se mide comparativamente con la de la TCDD.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Una vez que la dioxina penetra en la cadena alimentaria se fija en las grasas de peces, carnes y lácteos. De hecho, más del 90% de la dioxina humana viene de estos alimentos. En una investigación realizada en supermercados de EE. UU las concentraciones de dioxina encontradas en partes por billón (ppb), fueron: pescados de agua dulce (1,5), mantequilla (1,1), perros calientes (0,6), pescados de mar (0,4), queso (0,4), vacuno (0,4), huevos (0,4), helados (0,35), pollo (0,35), cerdo (0,35), leche (0,2), vegetales (menos de 0,1). La razón de que la dioxina sea alta en pescado, carne y lácteos, pero no en vegetales ni cereales se debe a su acumulación selectiva en las grasas animales.

SEVESO

El accidente ocurrió el 10 de julio de 1976, en una planta química situada cerca de Seveso, a 15 Km al norte de Milán. La rotura de una válvula liberó una nube de 3000 kilos de gases contaminados de dioxina. Los primeros signos de problemas de salud, aparecieron a las pocas horas del accidente. Las autoridades comenzaron a investigar cuando se observaron muertes masivas de animales de granja, como muchos conejos. Al mes, los ciudadanos más expuestos sufrían de cloracne, un desorden grave cutáneo. En total, murieron más del 4% de los animales de granja de la zona y más de 37.000 personas se expusieron al tóxico. Las investigaciones, a largo plazo, continúan y la zona afectada, hoy día, es un hermoso parque.

LA SANGRE DE PANTANI

13-06-99

La expulsión del Giro del gran corredor ciclista Pantani ha puesto de actualidad los temas del dopaje deportivo y las relaciones entre hormona eritropoyetina (EPO), hematocrito y rendimiento energético aerobio. Vamos a intentar resumir la situación al respecto.

Recordemos que el uso de estimulantes ha acompañado a la historia de la humanidad, con casos bien conocidos (los incas y los muscarínicos; las hojas masticadas de coca) que incluyen a las antiguas olimpiadas griegas.Suele existir cierta confusión entre los conceptos de dopaje deportivo, ayudas ergogénicas y ayudas farmacológicas naturales. El término dopaje se deriva del holandés ***doop***, usado en el argot de los "jockeys" para designar a un estimulante de las hojas del tabaco.

Para aclarar el problema, en el año 1963 el Comité de Educación del Consejo de Europa estableció una lista de dopantes y tras el convenio de Estrasburgo de 1965, se definieron éstos como: "*toda sustancia exógena, administrada por cualquier vía (o también de* ***origen fisológico suministrada en condiciones o cantidades anormales****), con el objeto de aumentar de* ***forma artificial****, el rendimiento de un atleta en la competición, y que pudiera suponer un perjuicio a la ética deportiva y a la integridad física o psíquica del atleta".*

HEMATOCRITO. En los deportes de fondo el esfuerzo energético ha de realizarse durante largos periodos de tiempo lo que significa que el metabolismo predominante es casi totalmente aerobio, dependiente del suministro de oxígeno, desde los pulmones a las células, especialmente las musculares, en cuyas mitocondrias tienen lugar los procesos redox que, finalmente, conducen a la obtención del ATP o *moneda energética*, imprescindible para que realizar el esfuerzo muscular.

Por tanto, en este tipo de deportes es esencial que se transporte la mayor cantidad de oxígeno por unidad de tiempo. Este transporte es mediado por la hemoglobina que es la principal biomolécula constituyente de los glóbulos rojos, eritrocitos o hematíes de la sangre. Los eritrocitos son células altamente especializadas, perfectamente adaptadas para su función primordial del transporte de oxígeno. Su

diámetro aproximado es de 8 micrómetros y su forma de discoidal bicóncava proporciona una alta relación superficie/volumen. Si la sangre se centrifuga para que las células sedimenten, el volumen porcentual de las células rojas empaquetadas es el **hematocrito**. En el análisis se añade un anticoagulante a la muestra de sangre que se deposita en un tubo calibrado. El tubo se deja en reposo vertical durante una hora, determinándose la **velocidad de sedimentación** de las células, cuyo valor aumentado puede ser el primer signo de una enfermedad o de una infección. En la segunda fase del procedimiento analítico el tubo se centrifuga, con lo que su contenido se separa en tres capas: la inferior está formada por células rojas empaquetadas; la media por células blancas y plaquetas; el plasma es el sobrenadante.

¿Cuáles son los valores *normales* del hematocrito? Dependen de la edad, del sexo, de la presión atmosférica (mayor o menor altura), etcétera. Como cualquier otro parámetro biológico existe un valor medio y unas desviaciones, cuyo rango se puede cuantificar para que incluyan al 95% de las medidas. Por ejemplo, en un varón, al nace, su hematocrito medio es de 56, a los 30 días es 44, al año ha bajado a 35 y, a partir de aquí va aumentando, siendo de 38 a los 6 años y de 46 entre los 20 y 40 años. Pero ese valor 46 es una media, por lo que para cubrir al 99% de la población el rango para el hematocrito habría de considerarse entre 41-52. Y ese mismo valor medio de 46, a nivel del mar se incrementaría hasta 60 si las personas analizadas estuviesen a 4500 metros de altitud.

Ha sido reiteradamente señalado en los medios de comunicación que las normas antidopaje han fijado para los ciclistas un valor de 50 como máximo permitido para el hematocrito. Pero de lo anteriormente expuesto se deduce que valores superiores a 50 son normales para una cierta proporción de personas o para otras, cuyos valores medios usuales son inferiores, pero que temporalmente estén en ciertas circunstancias: altura, deshidratación, etcétera. Sin embargo, el valor de hematocrito para una persona individual no suele variar mucho, por lo que ese límite máximo superior de 50 impuesto por las autoridades deportivas es perfectamente válido si se sabe, por análisis anteriores, que el hematocrito usual del deportista concreto es inferior al del valor límite.

EPO. EPO es la abreviación usual para denominar a la hormona eritropoyetina, que es una proteína que consta de 165 aminoácidos y se produce, mayoritariamente en los riñones. Cuando disminuye el hematocrito o el oxígeno transportado por la sangre, unos sensores fisiológicos, muy poco conocidos por ahora, detectan esa situación e inducen la producción renal de la EPO, que es transportada en el plasma hasta la médula ósea, donde acelera la producción de células rojas. La cantidad de EPO circulante aumenta notablemente en las personas que viven a gran altura y en los pacientes con enfermedades de corazón y pulmón, mientras que se produce deficiencia de EPO en pacientes con enfermedades graves renales. El tratamiento con EPO se usa para combatir las anemias consecuencia de insuficiencias renales, pacientes recibiendo quimioterapia, SIDA, etcétera.

Hasta 1989 las disponibilidades de EPO eran prácticamente nulas. Ese año se pudo producir *in vitro* mediante técnicas de ingeniería genética (ADN recombinante) por la empresa AMGEN Inc. de California. En 1990 las ventas alcanzaron un importe de 300 millones de dólares y en la actualidad han superado ampliamente los mil millones de dólares.

Para aumentar ilícitamente su capacidad aerobia, antes de disponer de la EPO biotecnológica, algunos deportistas utilizaban la reinfusión de sus propias células rojas. Según parece, gracias a ello, un campeón fondista consiguió su medalla de oro en la Olimpiada de Montreal de 1976, ya que entonces sólo para detectar los dopajes sólo se admitían los análisis de orina (no los de sangre) y tanto el suministro de EPO inyectada como la reinfusión de eritrocitos no dejan huellas urinarias.

El procedimiento consiste en que al atleta se le extraen cada 30-60 días unas pocas unidades (1 unidad son 450 ml) de sangre, separando por centrifugación los eritrocitos del plasma. Éste último se le reinfunde inmediatamente mientras que los eritrocitos se congelan. Tras pasar algún tiempo, con el atleta fisiológicamente recuperado, se reinfunden las células rojas, con lo que la hemoglobina se incrementa entre el 8-20%, así como el hematocrito (por ejemplo de 40 a 55), aumento que persiste durante varias semanas, con la correspondiente mejora de un 5-13% en la capacidad aerobia.

ANÁLISIS

El valor numérico del hematocrito depende del número de hematíes, de su volumen corpuscular medio y del volumen plasmático, existiendo una relación muy estrecha entre el valor de hematocrito y el contenido en hemoglobina de la sangre completa y, por ende, con la capacidad aerobia de la persona. En la actualidad el hematocrito se sigue determinando mediante centrifugación, pero también por sistemas de computación basados en la interacción de los haces de luz con las muestras, o mediante sistemas complementarios de los métodos automáticos de recuento.

ACCIÓN

El pasado año un grupo investigador de la Universidad de California descubrió el mecanismo molecular de cómo la EPO estimula la creación de las células rojas. La EPO actúa en la médula ósea y se enlaza simultáneamente sobre dos moléculas receptora separadas, pero cercanas, situadas en la superficie de las células precursoras de las células rojas. El ángulo formado por esos dos enlaces es de 120º y este ángulo es esencial para desencadenar una cascada de reacciones bioquímicas que favorecen la transformación de la célula precursora en célula roja.

EPO SINTÉTICAS

Desde hace tiempo muchos grupos farmacológicos investigadores han intentado crear moléculas sintéticas, a precio razonable, mucho menores que la EPO, que pudieran realizar una acción parecida a la de la EPO, a fin de tratar ciertos estados de anemia y otras patologías. Sin embargo, la mayoría de las obtenidas han presentado problemas. En su día se publicó que hasta 6 ciclistas europeos murieron con anterioridad de los Juegos Olímpicos de 1996 como consecuencia de haber utilizado ciertas preparaciones sintéticas de EPO. Actualmente, tras descubrirse el

mecanismo de acción de la EPO (noticia anterior) se cree que el problema radicaba en que el ángulo de 120º no se formaba con las EPO sintéticas, lo que en el futuro podría lograrse.

勃起不全治療剤
POMELOS®錠50mg
クエン酸シルデナフィル錠
50mg
薬価基準未収載
50錠
mg
ファイザー

EL EFECTO POMELO

20-06-99

La potencia de un buen número de numerosos medicamentos muy utilizados, entre ellos algunos antihistamínicos, hipotensores, anticolesterolémicos, antifúngicos, antibióticos, antigripales, etcétera, puede aumentar a límites peligrosos para la salud por el hecho de haber ingerido antes o después de su toma un simple vaso de zumo de pomelo o de haber comido uno de esto frutos, por otra parte, excelentes.

Hace ya 10 años que se publicaron los primeros datos al respecto en la literatura médica. Desde entonces, numerosas investigaciones han confirmado ese efecto, que puede ocasionar mareos, sonrojos, taquicardias, dolor de cabeza, somnolencia e, incluso en algún caso, el fallecimiento de los afectados. En 1997 investigadores de la Facultad de Medicina de Michigan publicaron un excelente estudio sobre el problema, en la prestigiosa revista The Journal of Clinical Investigation. Posteriormente se han descubierto las razones moleculares de ese fenómeno. Sin embargo, incomprensiblemente, en el casi centenar de medicamentos comercializados en los que se pueden producir esas consecuencias negativas no suele indicarse nada al respecto en sus correspondientes hojas informativas.

POMELO. Perteneciente a la familia de las rutáceas, el pomelo (*Citrus maximus)* es el nombre común del fruto de una variedad de cítrico probablemente originaria de Jamaica, e introducida en Florida en el siglo XVI por los españoles, derivado del híbrido entre el *Citrus grandis* (otra variedad) y el *Citrus sinensis* (naranja). Los actuales pomelos rosados se produjeron por una mutación de la variedad blanca, ocurrida en 1920 en el sur de Tejas. El color naranja se debe a su contenido en carotenoides (180 unidades equivalentes de vitamina A), de modo que supera en 50 veces al contenido en carotenoides del pomelo blanco (3 unidades equivalentes de vitamina A). Es en nuestro organismo donde los carotenoides se transforman parcialmente en vitamina A. La vitamina A es un antioxidante, preciso para un crecimiento adecuado, el desarrollo de la piel o la visión correcta. El contenido del pomelo en vitamina C

también es alto, unos 80 miligramos por fruto, mientras su equivalencia calórica suele ser inferior a las 100 kilocalorías por fruto.

Sin embargo, por lo que concierne al **efecto pomelo** sobre ciertos medicamentos, lo importante es que el pomelo contiene ciertos compuestos flavonoides que inhiben la transformación metabólica de bastantes medicamentos hasta sus formas inactivas, por lo que la consecuencia es un incremento de su absorción y de su biodisponibilidad, así como de la concentración del medicamento activo en la sangre. El principal flavonoide implicado parece ser la naringina, causante de sabor amargo del fruto, así como su aglicona naringenina, aunque parecen participar en el proceso otros componentes flavonoides un centenar de veces más activos que la naringina.

MEDICAMENTOS. La interacción entre el pomelo y los medicamentos fue descubierta por azar en el curso de una investigación que pretendía estudiar la posible interacción existente entre una medicina hipotensora y el alcohol. El zumo de pomelo se utilizó como vehículo para enmascarar el gusto a alcohol y lo que se encontró fue que mientras que el alcohol no afectaba a la cantidad de fármaco circulante en el cuerpo, sin embargo, el zumo de pomelo incrementaba notablemente tal concentración.

Actualmente se conocen más de una quincena de principios activos sensibles al zumo de pomelo, que están presentes en un centenar de medicamentos comercializados. Vamos a citar algunos de los más conocidos: la cafeína, constituyente usual de más de veinte antigripales y preparaciones similares, tipo Desenfriol; el antihistamínico antialérgico astemizol, componente principal de una decena de especialidades como el Hysmanal; el también antihistamíno antialérgico terfenadina, presente en más de media docena de preparados, como el Triludán; la eritromicina, constituyente de casi una quincena de preparaciones comerciales; las estatinas anticolesterol, como la lovastatina, principio activo de varias especialidades como el Mevacor, o como la estatina pravastatina, participante en otras preparaciones como el Bristacol; o la estatina simvastatina, utilizada en varios preparados como el Pantok; diversos antifúnficos como el keticonazol, base de una decena de fármacos comerciales como el Fungarest; o el antifúngico

itraconazol, presente en especialidades como el Hongoseril. También se incluyen benzodiacepinas como el midazolam, protagonista de la preparación antiinsomnio Dormicum. E, incluso, el fármaco ciclosporina, tan ampliamente utilizado en el tratamiento antirrechazo tras los trasplantes de órganos.

Como ejemplo concreto de la magnitud del efecto pomelo podemos fijarnos en el hipotensor Nisolpidina, que al igual que otros bloqueantes de los canales de calcio, se absorbe bien oralmente, pero debido a su alto metabolismo presistémico intestinal y hepático, antes de actuar, en condiciones normales su biodisponibilidad es sólo del 5%. Sin embargo, cuando se toma junto o cerca de una ingesta de zumo de pomelo la concentración sanguínea del principio activo se multiplica por un factor de siete, es decir, es como si se hubiese tomado siete veces la dosis prescrita.

ACCIÓN. Buena parte de los principios activos componentes de los medicamentos anteriormente citados presentan unas características comunes. Se metabolizan, inactivándose, merced a la participación de ciertas enzimas presentes en el tracto intestinal y en el hígado. Entre estas enzimas destacan las abreviadas como CYP3A4 y CYP1A2, es decir, los sistemas citocromo P450 3A4 y citocromo P450 1A2, que, asimismo, también participan en la biodegradación de múltiples metabolitos a desechar. Estas son las enzimas que resultan inhibidas por los flavonoides presentes en el zumo del pomelo, con la consecuencia inmediata de que la biodegradación de los medicamentos se reduce y resulta aumentada su dosis activa o biodisponibilidad.

Las respuestas individuales al efecto pomelo pueden ser muy variables llegando a ser nulas en algunos casos. Por ello, como precaución, cuando se tome un nuevo medicamento o alguno que tenga principios activos como los señalados anteriormente se pueden tomar dos alternativas. Si se desea continuar como consumidor habitual de pomelos o de zumo de pomelo debe consultar a su médico sobre la posibilidad de una contraindicación. O, como precaución general, se suele recomendar que el consumo del zumo de pomelo no se realice en el periodo de 2 horas antes a 5 horas después de la toma de la medicación.

En todo caso, la investigación sobre la naturaleza del "efecto pomelo" puede tener efectos beneficios si se controla adecuadamente. Uno de ellos sería la posibilidad de bajar las dosis de ciertos fármacos, como la ciclosporina, en el caso del control de los fenómenos de rechazo de los órganos trasplantados. Otra posibilidad diferente sería la de homogeneizar las grandes diferencias individuales que existen entre los individuos, normalmente, en relación con las dosis eficaces para cada uno de ellos de determinados fármacos. La razón radica en que esas diferencias resultan anuladas o muy disminuidas con el "efecto pomelo".

Y si es posible, si no estamos medicados con sustancias susceptibles, sigamos deleitándonos con el consumo de esa excelente fruta y de su zumo.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Una investigación publicada en el *JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION* demuestra que el consumo de café puede reducir el riesgo de desarrollar cálculos biliares por depósitos de colesterol. A tal fin se han controlado más de 46.000 hombres de entre 40 y 75 años durante los diez años transcurridos entre 1986 y 1996. El consumo diario de dos o tres tazas de café redujo es riesgo en un 40%, mientras que los consumidores de cuatro tazas diarias obtuvieron reducciones del 45%. El café facilita las contracciones biliares reduciendo los niveles biliares de colesterol. El café descafeinado no presentó esos efectos.

RADIOTELESCOPIO GIGANTE

Representantes americanos y europeos acaban de firmar en Washington un acuerdo para colaborar en el proyecto de un nuevo y gigantesco telescopio que proporcionará imágenes del Universo con sensibilidad y nitidez hasta ahora no conseguidas, usando longitudes de onda de milímetros y submilímetros, es decir, comprendidas entre las correspondientes al infrarrojo y radio. Se localizará en el desierto de Atacama, al norte de Chile. con 64 antenas individuales, cada una de 12 metros de diámetro, cubrirán una superficie de 10 kilómetros, posibilitando un mejor estudio del origen de las galaxias, estrellas y planetas.

TECNOLOGÍA

La sinterización es un proceso tecnológico destinado a convertir polvos fundidos en sólidos. Hasta ahora existían al respecto unas aplicaciones muy reducidas de la tecnología de microondas. Ahora, aplicando campos de microondas de 2,45 gigaherzios científicos de la Universidad de Pennsylvania acaban de tener éxito sinterizando polvos comerciales metálicos para producir materiales sólidos con mejores propiedades mecánicas que los obtenidos por calentamiento y fusión convencional. Se espera la aplicación inmediata de estos métodos en la industria de los automóviles.

RETORNO A LO CLÁSICO

27-06-99

La época dorada de la Bioquímica, la época clásica, la podemos identificar con la Enzimología, cuando, entre 1920 y 1950, grandes científicos se dedicaron a descubrir las vías metabólicas que constituyen el metabolismo y las enzimas que catalizan cada una de las miles de transformaciones que tienen lugar reguladamente en nuestras células.

Actualmente, los estudios moleculares están plenamente inmersos en la época de la Biología Molecular, en las técnicas del conocimiento, modificación y uso del material genético. Pero la Enzimología aún puede seguir siendo muy útil a la Ciencia y al hombre. Algunas enzimas realizan trabajos espectaculares y asombrosos como es el de reparar los daños que continuamente tienen lugar en nuestro material genético, en nuestro ADN. Otras enzimas funcionan como verdaderos transbordadores de sustancias hacia o desde el interior de nuestras células. Pero existen otras enzimas cuyo trabajo, en principio, se nos presenta como aburrido. Entre ellas están las metaloproteinasas que simplemente destruyen a otras proteínas, rompiéndolas, hidrolizándolas.

METALOPROTEINASAS. Hoy vamos a dedicar nuestra atención a los recientes hallazgos sobre algunas de estas metaloproteinasas o proteasas, hallazgos que pueden ser un punto de partida muy valioso para desarrollar nuevos enfoques muy prometedores en la lucha contra patologías como la artritis o el cáncer. El nombre de metaloproteinasa deriva del hecho de que en la composición de estas enzimas forma parte algún ion metálico, por ejemplo, el zinc.

Las metaloproteinasas de matriz (MMP) catalizan la degradación de la matriz extracelular, esa especie de cemento fluido que mantiene a las células en sus lugares correspondientes y que permite su intercomunicabilidad. Así, pues, el papel biológico de estas enzimas hidrolíticas de proteínas es esencial dada su capacidad de ruptura del colágeno y de otras proteínas que conforman el tejido conectivo, que hacen posibles importantes consecuencias como: la remodelación continua de nuestros órganos y tejidos, de nuestro cuerpo durante todo el desarrollo embrionario; permitir la emigración de las células a lugares

donde sean necesarias, por ejemplo, las células del sistema inmune para luchar contra ataques externos, o las células que taponaran y repararán una herida. Por ello, en los vertebrados como el hombre las MMP se expresan principalmente en las células del tejido conectivo y en las células de la médula ósea.

En el aspecto negativo, podemos indicar que el proceso erosivo de las artritis en las articulaciones o la propagación de un tumor maligno canceroso, necesitan del concurso y de la sobreexpresión de algunas de estas enzimas. Por ello, las perspectivas de conocer los mecanismos de su inhibición harían posible el control de esas situaciones patológicas, permitiendo frenar o anular su avance.

MMP-2. Esta abreviatura se corresponde a una de tales enzimas, específicamente a la metaloproteinasa de matriz-2, que usualmente sólo es activa durante el desarrollo embrionario o durante la cicatrización de las heridas. La historia de las MMP es antigua. Son proteinasas que poseen cinc en su centro catalítico y la primera se descubrió en 1960, como una enzima degradativa del colágeno, una colagenasa, o MMP-1.

Veinte años después, en 1980, un grupo investigador dirigido por el Dr. Karl Tryggvason, del Karolinska Institute de Estocolmo, descubrió que diversas líneas celulares tumorales producían inmensas cantidades de otra enzima de este tipo, íntimamente ligada a la producción de metástasis. Se trataba de la MMP-2, no activa en tumores benignos, pero que se activaba en el momento del inicio de la invasibilidad tumoral. La enzima ayuda a la diseminación de las células tumorales porque degrada el colágeno de las membranas basales que articula una especie de red alrededor de los vasos sanguíneos y de otros órganos, formando como una especie de primera barrera protectora contra la invasión celular.

Desde entonces, se han sumado muchos más conocimientos a este campo. Se conocen diversas variantes de las MMP y muchos datos sobre sus estructuras. También se han realizado diversos intentos de desarrollo de agentes terapéuticos basados en la inhibición de la actividad catalítica de las MMP. Sin embargo, hasta ahora, no se conocía la estructura tridimensional cristalina de ninguna de éstas enzimas ni

los mecanismos de su activación, lo que dificultaba tales proyectos terapéuticos. Ahora, un grupo investigador sueco-americano, también con la colaboración del Dr. Tryggvason, acaba de realizar unas aportaciones muy interesantes al respecto que se han publicado recientemente en la revista Science.

NOVEDADES. Y todo no acaba ahí. Otro grupo investigador americano de la empresa DUPONT, trabajando sobre material procedente de los cartílagos de 30 narices bovinas, acaba de publicar, asimismo en **Science**, que han sido capaces de caracterizar y clonar el gen correspondiente a otras nuevas MMP que representan un papel clave en el desarrollo de la artritis, ya que actúan hidrolizando, destruyendo, a una importante proteína del cartílago denominada **agrecana.** Esas actividades, **agrecanasa-1,** y **agrecanasa-2** son las responsables, pues, de algo que hasta ahora se desconocía: los acontecimientos moleculares que conducen a la destrucción del cartílago por la artritis. Y este conocimiento abre las puertas a la posibilidad futura de frenar e incluso anular esa destrucción. Con el conocimiento parcial de la secuencia del gen de la agrecanasa-1 los investigadores ya han sido capaces de localizar a otro gen homólogo (con más del 90% de homología) en ratones y están trabajando para descubrir al correspondiente gen humano. Su próximo objetivo se realizará sobre ratones, inactivando los genes de las dos agrecanasas para comprobar si ello evita o retarda el desarrollo de los procesos artríticos en los ratones y si, además, no da lugar a efectos laterales indeseados ya que se ha comprobado que estas enzimas, aunque en menor proporción, aparte de en las articulaciones cartilaginosas, también se encuentran localizadas en corazón, pulmones y cerebro.

Volviendo a las recientes investigaciones del Dr. Tryggvason y su grupo sobre el cáncer y la MMP-2, han sido capaces de mostrar la estructura cristalina y tridimensional completa de la molécula de MMP-2, aclarando el hecho crucial de cómo es el mecanismo de su transformación, desde una forma inactiva de la enzima, hasta la peligrosa forma activa disolvente del tejido conectivo. La causa se debe a un proceso muy general en los procesos biológicos y en las biomoléculas. Se trata de la producción de formas precursoras: Así, la

proinsulina es un precursor de la hormona insulina; el tripsinógeno es un precursor de la enzima tripsina, etcétera. En el caso de la MMP-2, la enzima es sintetizada en una forma inactiva, como proenzima, que en uno de sus extremos posee una terminación peptídica que actúa como inhibidor interno de la propia enzima. la eliminación del inhibidor conduce a la activación de la enzima. Con toda la información ya existente y la que se vaya adquiriendo, procedente de estudios análogos realizados sobre otras MMP, se va teniendo suficiente base científica para intentar buscar y desarrollar inhibidores individuales específicos para la MMP-2 que, presumiblemente, retardarán o impedirán la diseminación de las células tumorales, constituyendo una nueva aproximación terapéutica de gran interés.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El consumo de azúcar, de la sacarosa, es objeto de numerosas críticas. ¿Son todas fundadas? El Instituto de Estudios Documentales del Azúcar y la Remolacha (IEDAR) nos da una versión interesada, quizá no muy objetiva, en su portal web: htpp://www.iedar.es. El Instituto realiza actividades de divulgación y posee un fondo documental de estudios e investigaciones de varios organismos nacionales e internacionales. Según el IEDAR "No existen fundamentos científicos para responsabilizar al azúcar de ningún mal". Como ejemplos de esta afirmación se incluyen los de la obesidad, la caries o la diabetes.

IBM Y CIENCIA

Con el programa de ajedrez Deep Blue la tecnología de IBM fue capaz de vencer al gran maestro de ajedrez Gary Kasparov. Como consecuencia del propósito de usar la modelación científica y extenderla al mundo de los negocios, IBM acaba de poner en marcha un Instituto de investigación virtual (http://www.research.ibm.com/dci) en el que invertirá unos 30 millones de dólares anuales. Para comenzar, en su portal Web, los científicos de todo el mundo pueden acceder al software, hasta ahora secreto, del IBM Visualización Data Explorer, que permite convertir enormes cantidades de datos en imágenes comprensibles. Su utilidad más inmediata será en investigaciones relacionadas con estructuras de proteínas, predicción del tiempo, modelos evolutivos del Universo, etcétera.

VOLCANES

Una reciente investigación ha examinado los cálculos que hasta ahora se hacían para evaluar la cantidad de dióxido de azufre liberada en una erupción volcánica. La conclusión es que los valores reales son de una o dos órdenes superiores a los que se calculaban. Se han evaluado erupciones como las del Monte Santa Helena (1980), El Chichón (1982), Nevado del Ruiz (1985), Redoubt (1989) y Monte Pinatubo (1991). Esta última erupción liberó 17 megatones de dióxido de azufre a la atmósfera que, en buena parte, fue oxidado hasta sulfatos aerosólicos, que redujeron la cantidad de radiación solar que llegaba hasta la Tierra, lo que contribuyó a un enfriamiento sustancial.

REGENERACIÓN DE LAS NEURONAS

04-07-99

Durante gran parte del siglo que está a punto de finalizar ha sido un dogma no cuestionado de la neurobiología la creencia de que el cerebro humano adulto no podía crear nuevas neuronas, sino que, indefectiblemente se iban perdiendo neuronas a lo largo de la vida y que, en todo caso, lo único posible sería el establecimiento de nuevas conexiones neuronales entre las neuronas ya existentes.

Este dogma, en otras palabras, significa que el número de neuronas alcanza su máximo al nacer y que, a partir de ese momento, con mayor o menor velocidad, sólo es posible la pérdida de neuronas. Concretamente, se suele señalar que el número de neuronas en el cerebro humano adulto normal permanece casi constante aproximadamente hasta los 35 años, época en la que comienza la neurodegeneración. Por otra parte, se considera que muy diversas enfermedades neurodegenerativas pueden reducir de un modo muy importante la población neuronal en todo el cerebro o en porciones concretas del mismo.

DOGMA. La realidad es que, en los últimos años han comenzado a aparecer serias dudas sobre la universalidad del dogma biológico de la imposibilidad de la regeneración neuronal, al menos en casos concretos, sobre todo en la región cerebral del hipocampo, una zona que está relacionada con la llamada memoria cercana o de corta duración.

Fue hace ya bastantes años, en 1965, cuando dos investigadores, Altman y Das, señalaron la existencia de neurogénesis o formación de nuevas neuronas en ratas, en la subregión del hipocampo conocida como *dentate girus.* En otros estudios publicados en 1980 también se indicó la presencia del fenómeno de neurogeneración en pájaros, concretamente en el cerebro de canarios adultos, en los centros cerebrales responsables del aprendizaje del canto. Hace unos cuatro años se iniciaron las dudas sobre la idea, hasta entonces existente, de que en mamíferos, poco después del nacimiento, las neuronas pierden la capacidad de dividirse. La Dra. Naomi Kleitman del Proyecto Miami para la Cura de la Parálisis, lo hizo público, al comentar unas

investigaciones en las que a unas ratas de algo más de una semana de edad se les eliminaba una parte del cerebro comprobándose que al cabo de un cierto tiempo se producía crecimiento de nuevas células nerviosas y la casi completa recuperación de los roedores.

Más sorprendente fue otra publicación aparecida en 1997 en la revista **Nature** realizada por investigadores del Instituto Salk de Estudios Biológicos de la Jolla, California, dirigidos por la Dra. Gould. Trabajando con ratones, los investigadores encontraron que si los animales se sometían a intensos procesos de aprendizaje en poco tiempo, su población de neuronas en el hipocampo se incrementaba en 40.000 neuronas lo que significaba un aumento del 15%. Sin embargo, no fue posible distinguir si ello se debía a la formación de nuevas neuronas o a una menor muerte de las ya existentes.

PRIMATES. En todo caso, los datos existentes no demostraban definitivamente que el fenómeno de la regeneración neuronal pudiese darse en primates o humanos. Pero, en 1997 comenzaron a aparecer algunos resultados indicadores de ello en primates como las musarañas de árbol o algunos monos. La Dra. Gould y sus colegas pudieron demostrar, en 1998, en un artículo aparecido en la prestigiosa revista **Proceedings of the National Academy of Sciences**, que los monos sometidos a situaciones de estrés producían un menor número de nuevas neuronas en la región del *girus dentate* del hipocampo que los monos no estresados.

Aún faltaba la evidencia humana. La obtuvo, en 1998, Peter S. Eriksson, un científico de la Universidad de Göteborg, en Suecia. Eriksson se puso en contacto con un médico clínico que utilizaba el fármaco bromodesoxiuridina (BrdU) en pacientes con cánceres de lengua y laringe. Con el correspondiente consentimiento familiar, tras la muerte de cinco afectados, pudo obtener muestras procedentes de su hipocampo cerebral e investigar la BrdU como sustancia marcadora de la formación de nuevas células ya que la BrdU es un marcador que sólo se integra en el ADN de las células que se preparan para dividirse, es decir, originar dos células a partir de una célula precursora. Utilizando otras

técnicas especializadas Eriksson pudo concretar a las neuronas y concluir que en los cinco pacientes fallecidos, con un rango de edad de 57-72 años, aparecían más de 200 nuevas células neuronales sanas en cada milímetro cúbico de *girus dentate,* lo que significaba que cada día se sintetizaron de 500 a 1000 nuevas neuronas en tal región, en la que, desde luego, preexisten muchos millones de ellas.

PERSPECTIVAS. Las posibilidades que estos hallazgos (y otros similares confirmatorios) han dado lugar son muy grandes. Quedan muchas incógnitas por despejar. ¿Es un caso aislado el de la región del *girus dentate* del hipocampo? ¿Es un fenómeno más general? ¿Hasta qué punto las células cerebrales dañadas por accidentes cerebrales, enfermedades o lesiones son reemplazables? Lo cierto es que los científicos, cada vez más, hacen hincapié en la plasticidad cerebral, en la capacidad del cerebro durante la vida para remodelar sus circuitos neuronales.

El conocimiento detallado del fenómeno de la regeneración neuronal permitirá conocer los factores que lo regulan, con la perspectiva final de poder inducir la correspondiente proliferación celular capaz de reemplazar en los pacientes las neuronas perdidas accidentalmente o como consecuencia de enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer o la enfermedad de Huntington.

Otro factor de esperanza hacia el futuro se basa en interesantísimas investigaciones que se están realizando con las células progenitoras o precursoras, no diferenciadas, cuyo proceso de diferenciación comienza a ser conocido y cuyo destino final puede ser muy diverso, contándose entre tales posibilidades las de convertirse en el punto de partida de la generación de neuronas. Ya se han realizado algunas investigaciones, con resultados muy esperanzadores, sobre la posibilidad de realizar trasplantes de estas células a cerebros deficitarios, habiéndose comprobado, muy recientemente, la viabilidad de esta aproximación.

TV Y DIABETES

Casi todos estamos de acuerdo en que la TV embota nuestros cerebros, pero ¿puede estropear nuestro organismo? Los estudios epidemiológicos buscan relaciones estadísticamente significativas entre diferentes factores y en la Reunión Anual de la Asociación Americana de la Diabetes acaba de presentarse el primer estudio realizado sobre unos 42.000 varones entre 45 y 75 años, que examina la relación entre comportamiento sedentario y los riesgos de contraer diabetes mellitus de tipo II. Sus resultados indican que existe una importante asociación positiva entre la cantidad de tiempo que se pasa ante el televisor con el riesgo de desarrollar una diabetes de tipo II, que puede duplicarse o triplicarse.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Nuevos datos relacionados con el moderado consumo de café. Investigadores indios del Bhabba Atomic Research Center han descubierto que el café, mejor aún la cafeína, protege contra las radiaciones. Los estudios los han realizado sobre ratones que si eran inyectados con cafeína sobrevivían a dosis altas de radiación que eran letales para los ratones normales. Los investigadores achacan el efecto protector de la cafeína a su capacidad de reaccionar contra los radicales hidroxilos producidos por la radiación. Lógicamente, prontamente se emprenderán estudios para ver si los resultados son extrapolables a los humanos y si sirven para mejorar los tratamientos de radioterapia actuales.

SATÉLITES

El número de satélites en órbita se incrementa velozmente. Un análisis reciente realizado por la consultora aerospacial Teal Group, de Virginia, señala que se espera que en los próximos diez años se realizarán unos 900 lanzamientos que significarán la puesta en órbita de 1500 nuevos satélites, de los que la mayoría, unos 900, serán de tipo comercia, repartiéndose el resto entre satélites de uso militar (unos 300) y de uso

civil gubernamental (unos 250). Actualmente los costos totales siguen siendo muy altos, de 4.000 a 20.000 dólares por kilo puesto en órbita, pero que en los próximos años se puedan reducir hasta cifras de unos mil dólares por kilo.

EL INSTITUTO EUROMEDITERRÁNEO DE HIDROTECNIA

11-07-99

Las demandas mundiales de agua se incrementan a doble velocidad que la población mundial. Entre 1900 y 1995 los habitantes de nuestro planeta se triplicaron, pero las necesidades de agua se sextuplicaron. Y aunque el 70% de la superficie terrestre está cubierta por el agua, un 67,5% corresponde al agua salada oceánica y del resto, sólo un 1%, es decir, menos del 0,007% del agua mundial está disponible con facilidad.

En Europa la primera capa de acuíferos subterráneos se puede considerar aniquilada por la contaminación No se trata de datos extraídos de algún informe alarmista procedente de grupos militantes conservacionistas o ecologistas. Éstos y otros más preocupantes figuran en el informe oficial presentado por la UNESCO hace unos días en Budapest, donde se ha celebrado la **Conferencia Mundial sobre la Ciencia del Siglo XXI**. Andras Szollosi-Nagy, director de la División de Ciencias del Agua de la UNESCO califica la situación como una verdadera bomba de relojería. Esta preocupación por el futuro del agua y la humanidad es la que sirvió para la puesta en marcha por la UNESCO del **Programa Hidrológico Mundial**, para ayudar a las naciones a actualizar sus conocimientos sobre el agua, a mejorar sus capacidades de gestión y a valorar sus recursos acuíferos en un medio natural muy vulnerable.

En este contexto, hace un mes, la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa hizo público su documento 8416 consistente en una propuesta de resolución de creación de un **Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia**. Esta propuesta está encabezada por el senador murciano Adolfo Fernández Aguilar, miembro de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Asamblea Parlamentaria contando con la firma de 15 parlamentarios de 12 países, pertenecientes a 6 grupos políticos que cubren prácticamente todo el espectro político de esa Cámara.

PROBLEMAS. De acuerdo con un reciente análisis mundial los dos problemas más graves y acuciantes de la humanidad en el próximo siglo serán el del crecimiento de la población y el de la escasez del agua en amplias áreas geográficas. A primera vista, el del agua podría parecer un simple problema socioeconómico ya que habrá lugares que tendrán recursos de agua y medios para explotarlos mientras otros carecerán de

ellos. Pero, también, se trata de un importante problema científico. Por una parte, ciertas aplicaciones científicas como los fertilizantes sintéticos, muchos procesos industriales o la irrigación intensiva son responsables, en buena parte, de la agudización del problema del agua. Por otra parte, otras aplicaciones de la ciencia pueden suministrarnos las necesarias soluciones.

Son muchas las circunstancias que harán que en las próximas décadas la disponibilidad del agua se convierta en un grave problema para la humanidad. Vamos a citar muy brevemente algunas de ellas: 1. La **escasez**. Por ahora, únicamente un 0,007% del agua existente en la Tierra puede ser captada y usada a costo razonable y ser renovada de un modo sostenido; 2. La **desigualdad**. Mientras que en el Amazonas fluye el 16% del agua de todos los ríos, zonas áridas que representan el 40% de la superficie terrestre cuentan con tan sólo el 2% de las corrientes fluviales; 3. **Irrigación intensiva**. Los agricultores usan más y más agua para producir cosechas más abundantes. Actualmente los riegos consumen más del 70% de toda el agua gastada; 4. **Despilfarro.** Se necesita una media de 1400 años para que se reponga adecuadamente un acuífero. Mientras tanto, en los países desarrollados se pierde, por fugas en las canalizaciones, el 50% del agua potable. Si el consumo de agua, por persona y día, en las zonas áridas africanas es de unos 20 litros, el de un europeo o norteamericano suele ser de 450 litros; 5. **Contaminación.** Gran parte de las industrias no depuran el agua que utilizan. El agua procedente de la irrigación contiene gran cantidad de pesticidas y fertilizantes contaminantes; 6. **Explosión demográfica.** Dentro de 25 años habitarán la Tierra unos dos mil seiscientos millones de personas más que en 1995. Y el crecimiento es mayor en las zonas más necesitadas de agua. Actualmente el 75% de la población de la Tierra vive en regiones en las que se usa sólo el 20% del agua globalmente disponible; 7. **Cambio climático.** Si se confirman las predicciones al respecto, el incremento, en unas pocas décadas, de la temperatura del aire en 1,5º centígrados, significará una reducción del 10% de las lluvias y más del 50% de reducción del agua disponible en ríos y lagos.

SOLUCIONES. Se puede hacer mucho para luchar contra los anteriores problemas. Y la Ciencia y la Tecnología pueden ofrecernos un amplio abanico de soluciones. En primer lugar, hacen falta modelos calibrados adaptados a las regiones áridas, así como estudios de los ciclos naturales de lluvias y disponibilidades acuíferas. Hay que fomentar un mejor uso del agua, reduciendo las pérdidas de conducciones, sustituyendo los riegos masivos por riegos por goteo, recogiendo y almacenando bien todas las precipitaciones acuosas, utilizando aguas ya usadas para la industria, estimulando los procesos de depuración y extendiendo ampliamente las campañas de educación e información.
Los remedios basados en la ingeniería estructural (pantanos, trasvases, desalados, etcétera) han de ir acompañados de otras soluciones como las que nos pueden proporcionar la Biotecnología. Las bacterias y microorganismos modificados genéticamente pueden y deben tener un papel importante eliminando o transformando a los compuestos contaminantes en los procesos de depuración de aguas, en especial de las aguas superficiales. Los logros biotecnológicos también ayudarán a producir nuevas cosechas que requieran menos agua o que puedan sobrevivir en condiciones de aridez.

Tal como se indica en la propuesta de resolución de creación del Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia, nacida en el seno de la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa, para los países del ámbito mediterráneo constituye uno de sus problemas mayores el aprovisionamiento de agua y su utilización óptima, por lo que sería de gran interés la existencia de un foro de cooperación euromediterránea mediante la creación de un centro de excelencia que concentrase los esfuerzos internacionales de esta región geográfica relacionados con la Hidrotecnia en su más amplio sentido científico y tecnológico: depuración de aguas, ingeniería hidrológica, análisis de los sistemas de recursos acuosos, previsión y prevención de inundaciones, gestión de reservas y recursos, desalamiento y reciclaje, tecnologías de la conducción y del riego, acuicultura, biotecnología aplicada al mejor uso del agua, etcétera.

Nuestros dirigentes políticos nacionales y autonómicos (sobre todo los de las regiones mediterráneas) tienen servida en bandeja una oportunidad única para apoyar y conseguir que se cree y ubique en

nuestro país, según la propuesta en marcha, el Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia, germen de importantes desarrollos científicos y tecnológicos internacionales. ¿Sabrán aprovechar la oportunidad?

PROPUESTA

La propuesta ha sido aprobada por la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa, cuya Subcomisión de Ciencia y Ética recientemente celebró una reunión en Murcia. El ponente de la propuesta ha sido su primer firmante, el senador Fernández Aguilar quien pretende que el Instituto se cree bajo el auspicio de la Comunidad Europea y con sede en Murcia. En cualquier caso, el posible acuerdo al respecto de la Asamblea del Consejo de Europa, en la que se integran 41 países, se traduciría en forma de resoluciones dirigidas a los respectivos gobiernos.

COOPERACIÓN

La cooperación científica y tecnológica respecto a todos los temas relacionados con el agua es uno de los principales objetivos de la propuesta de resolución, en la que se cita el caso de la Agricultura, con el precedente positivo del CIHEAM o Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. La formación de expertos en los diversos temas y la aplicación de los nuevos conocimientos en sus respectivos países sería un aspecto prioritario del Instituto. Observadores y parlamentarios de diversos países, aparte de los firmantes de la propuesta y de los componentes de la Comisión de Ciencia y Tecnología, ya han mostrado su interés al respecto, sobre todo los israelitas, quienes han ofrecido su país como posible sede de ubicación del Instituto.

ORGANIZACIÓN

En la propuesta de resolución se adelanta que una Fundación potenciaría las actividades del Instituto, coordinando la participación de la industria y de los medios financieros públicos y privados en los trabajos del Instituto. La Fundación canalizaría las contribuciones procedentes del sector público, mientras que las actividades específicas se financiarían por los correspondientes proyectos individuales. Un Consejo de Administración y un director se encargarían de la supervisión, control y dirección del Instituto, asistidos por las respectivas Comisiones Internacionales Científica e Industrial.

ANTICIENCIA, CIENCIA Y RELIGIÓN

18-07-99

Nadie, en su sano juicio, pondría en duda el valor del razonamiento lógico, racional y científico. Sin el concurso de la Ciencia la humanidad aún estaría sumida en el oscuro túnel de la ignorancia. Sin embargo, ello contrasta con el creciente auge de los seguidores de las seudociencias del tipo del ocultismo, la adivinación, la astrología, la magia, la clarividencia, etcétera. ¿Se huye de la razón en un mundo que, forzosamente, cada vez es más científico?

Algo debe haber cuando una prestigiosa Institución, la Academia de Ciencias de Nueva York, ha dedicado uno de sus Anales, el 775, al tema **The flight from science and reason (La huída de la ciencia y de la razón),** recogiendo el contenido de unas reuniones en las que se discutieron unas 40 ponencias, presentadas por reputados especialistas.

¿Cómo podríamos definir lo que es una actitud científica? Posiblemente sería aquella que ve los objetos y acontecimientos del mundo no con un carácter único y singular, sino como ejemplares de fenómenos o cosas que pueden manifestarse por ellos mismos, de diferentes modos, en variadas condiciones. La ciencia se basa en que un limitado número de principios básicos o fenómenos constituyen la causa de lo que se nos presenta como incontables variedades de la naturaleza. El progreso científico consiste en el descubrimiento de esos principios y fenómenos, en conocerlos más profundamente y en buscar la relación existente entre ellos y cualquier manifestación de la naturaleza. En términos gráficos, es como una pirámide invertida cuya cima son unos pocos principios básicos, cuya estructura determina necesariamente las características de las capas, más extensas y variadas que sucesivamente se van sucediendo hacia abajo.

ANTICIENCIA. Para el filósofo Thomas S. Kuhn, son los modelos heurísticos los que nos proporcionan nuestro conocimiento del mundo, ese conocer organizado y sistematizado que llamamos ciencia. Según Einstein, la ciencia intenta descifrar a ese mundo que "*existe independientemente de nosotros y se alza ante nosotros como un gran enigma, al menos parcialmente accesible a la inspección y al pensamiento humano*".

Sin embargo, el rechazo de la razón y de la ciencia es un fenómeno tan viejo como la propia historia de la humanidad. Existe constancia de ello, incluso con anterioridad al desarrollo de la escritura, aunque, en la actualidad, posiblemente, estamos asistiendo a un resurgir de tales actitudes. Por desgracia, muchas religiones no han tenido claro que los ámbitos de la Religión y de la Ciencia constituyen esferas separadas. En todas las culturas ha sido una constante la búsqueda de un rostro de Dios compatible con la concepción coetánea del mundo, y, desgraciadamente, los responsables religiosos, en bastantes ocasiones, han desconocido palabras como las de Wittegenstein (**Tractatus logico-philosophicus**): "*Cómo sea el mundo, es completamente indiferente para lo que está más alto. Dios no se manifiesta en el mundo*". O las de Rahner (**La teología ante la exigencia de las ciencias naturales**): *"Hoy tenemos la vivencia de que no puede hacerse de Dios imagen alguna tallada en madera humana*".

Por el contrario, a lo largo de la historia de la humanidad, muchos responsables religiosos han considerado la Ciencia como enemiga de la Religión, fomentando las actitudes anticientíficas. Como prueba de la pervivencia de la estrecha relación entre seudoreligión y anticiencia, podemos señalar la anécdota recogida en la revista **Mundo Científico** por Jorge Wagensberg, director del Museo de la Ciencia de Barcelona e inteligentísima persona, quien contaba que un científico inglés, especialista del Estado Sólido, realizó unos experimentos en los que conseguía hacer levitar a una rana usando superconductores y potentes campos magnéticos. Los periódicos se hicieron eco de ello y, al poco tiempo, el investigador recibió una carta del responsable religioso de un cierto culto con escasez de fieles quien, entre otras cosas, le pedía ciertas informaciones: "*1) ¿Cuán grande es el imán? ..es importante que sea invisible al público...2) ¿Hace mucho ruido? Si sólo es un poco no molestará porque tenemos un órgano Hammond...3) Nuestra intención es hacer levitar cuerpos. ¿Han de estar desnudos? ..Debe Ud. saber que nuestra iglesia es muy rica...queremos comprar su máquina por un millón de libras...he leído que quiere Ud. ceder su máquina para probar sistemas y sustancias químicas...Ciencia, ¡bah!. Tiene Ud. un don. Muchos son los llamados y pocos los elegidos. ¡Su máquina tiene que ser para Dios!".*

ACTITUDES. En la ponencia presentada ante la Academia de Ciencias de Nueva York por Sergei Kapitza, un destacado científico soviético, decía que "*las crisis de la razón y de lo racional son un capítulo de la antropología social y deben ser tratadas como un objeto de estudio, como un petit mal de la sociedad...Un esfuerzo sistemático y sostenido para propagar la ciencia como parte de la cultura moderna es críticamente importante para el futuro, para las generaciones que están por venir*". Efectivamente, se trata de un problema de la sociedad. También lo es el analfabetismo. Y debemos resolverlo.

Analfabetismo científico es el culto a los OVNI, el pretendido secuestro por parte de extraterrestres, los dobladores mentales de piezas metálicas, los ajustadores milagrosos de los campos de energía de los humanos, los que se dicen reencarnados para recobrar sus vidas anteriores, los creyentes crédulos de las influencias de los astros en sus más nimios acontecimientos personales, etc. En todos los casos el combate contra la ignorancia es posible y deseable, a fin de que la ola de irracionalidad anticientífica no afecte al avance del conocimiento.

El respeto hacia la razón y la ciencia sólo se consigue por la educación, corrigiendo las peligrosas actitudes que empequeñecen a la ciencia en muchos de los curriculos educativos. Si es positivo que el ciudadano comprenda mejor cómo funciona el mundo, ello ha de llevar consigo diseñar nuevas y más eficientes formas de enseñar ciencia a la gran masa de los no científicos. Un ciudadano no científico, pero culto, actualmente debe tener ideas claras, por elementales que sean, de aspectos como las teorías de la creación del Universo, la naturaleza íntima de la materia y de la energía, cómo se mueven las placas tectónicas, el efecto invernadero, la naturaleza del material genético, la evolución de la materia viva y del proceso de hominización, cuáles son y cómo se interconvierten las principales biomoléculas, etcétera.

La aventura de la ciencia, transformadora del mundo, como cualquier otra empresa cultural, debe estar sujeta a influencias políticas, económicas, sicológicas y sociales, pero, simultáneamente saber guardar el adecuado grado de objetividad e independencia respecto a tales influencias. En suma, se trata de que el ciudadano cuente con adecuada formación e información para que, realmente, pueda ser más libre.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

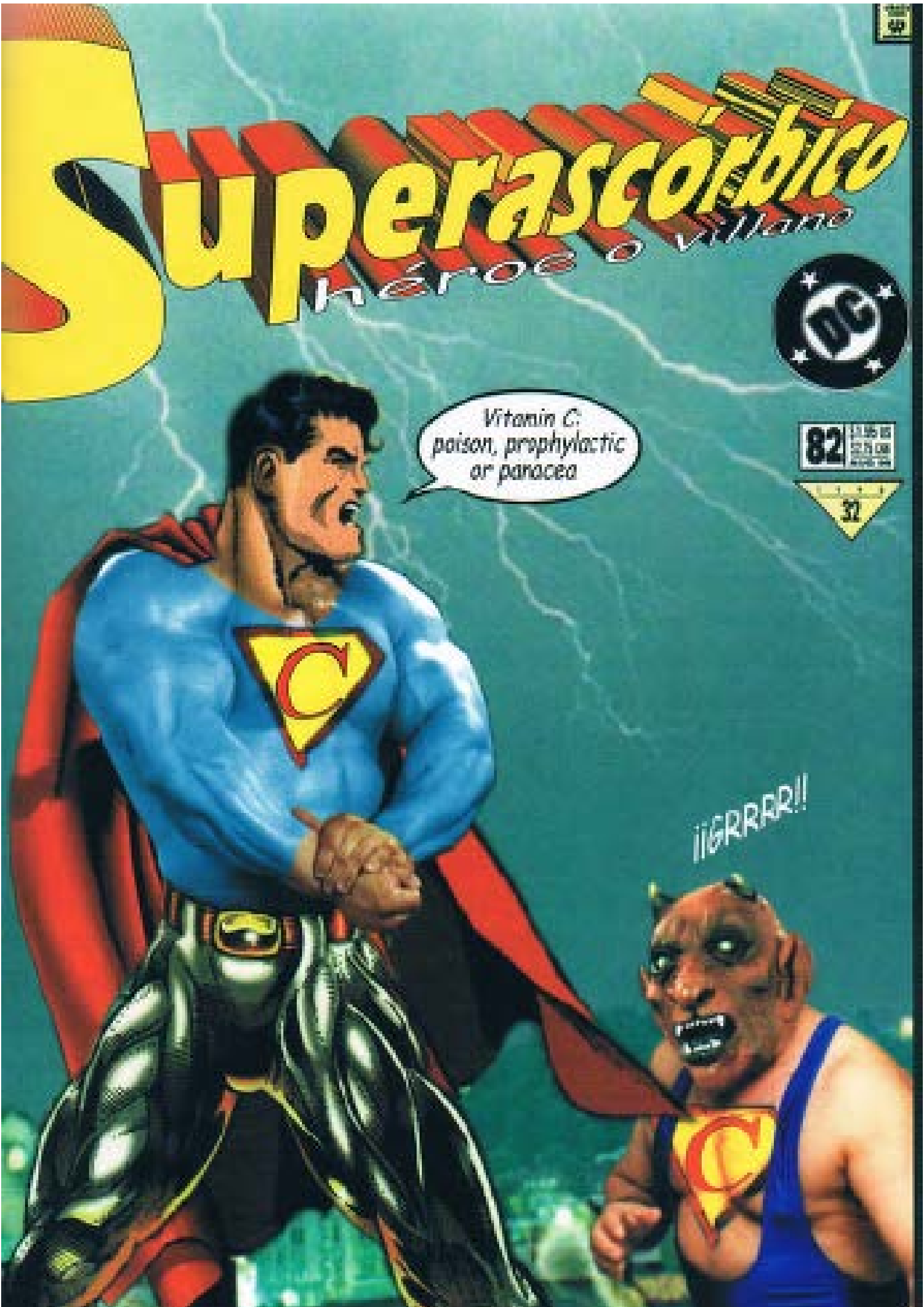
Un grupo de investigadores microbiólogos de la Universidad de Kansas han señalado que los actuales procesos industriales de tratamientos de las carnes, procedentes de animales sacrificados industrialmente, no garantizan que, en los supermercados, estén totalmente desprovistas de bacterias dañinas como las *E. coli* 0157:H7. Tales investigadores proponen que el saneamiento se realice no, como ahora, al inicio del proceso, sino sobre los productos finales, comenzando con un baño rápido en una disolución caliente de ácido láctico a 80º C, que mata al 90% de las bacterias. Tras un empaquetamiento en vacío, el 10% restante de microorganismos de destruyen mediante unos pequeños pulsos de microondas, sin que tengan lugar decoloraciones de la carne no estéticas.

ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

En el último número de la revista ***SCIENCE*** se publica el resultado de una investigación realizada durante varios años para analizar las actitudes de los ciudadanos europeos americanos y europeos hacia los alimentos transgénicos. Es bien sabido que los americanos muestran una confianza mucho mayor que los europeos hacia estas biotecnologías. Sin embargo, tal como se deduce del estudio, ello no se debe a la información recibida, ya que, por lo general, los medios de comunicación europeos, sobre todo los periódicos, suelen realizar una información más positiva al respecto que los americanos.

FIBROSIS QUÍSTICA

En el último número de la revista ***NEW JOURNAL OF MEDICINE*** una investigación realizada sobre una rara enfermedad genética, el seudohipoaldosteronismo sistémico, ha puesto de manifiesto que sus peculiaridades son las contrarias a las de la fibrosis quística, demostrando que el movimiento de sal y líquido en las membranas de las células superficiales celulares representa un papel central en regular el recubrimiento líquido interno pulmonar. El problema radica en el inadecuado funcionamiento de los canales de sodio, por lo que en elf uturo se espera poder tratar a los pacientes de fibrosis quística con los apropiados bloqueantes de esos canales de sodio.


Superascórbico
héroe o villano
DC
82
32
Vitamin C: poison, prophylactic or panacea
¡¡GRRRR!!

ÁCIDO ASCÓRBICO: ¿HÉROE O VILLANO?

25-07-99

"Vitamin C: poison, prophylactic or panacea", es decir, un título muy semejante al presente es el del trabajo recién publicado por el Dr. Barry Hallinew, en el número del presente mes de julio de la prestigiosa revista *TRENDS IN BIOCHEMICAL SCIENCES*. ¿Cuáles son las causas de esos calificativos tan opuestos entre sí? ¿Cuál de entre ellos es el más acertado?

El bioquímico y bilaureado premio Nobel Linus Pauling fue un ardiente defensor de los efectos saludables del consumo de megadosis (varios gramos diarios) de ácido ascórbico, vitamina C, para combatir desde un catarro hasta los más terribles cánceres, pasando por su supuesto efecto antienvejecimiento. Otros científicos pensaban que era un iluso. Por ello parece oportuno repasar la situación.

POSITIVO. La vitamina C es un necesario cofactor biológico de numerosas enzimas que poseen importantes funciones metabólicas en nuestro organismo, relacionadas con la formación de moléculas de colágeno (esencial en el tejido conjuntivo), con la biosíntesis de la carnitina (necesaria para el aprovechamiento energético de los lípidos), con la obtención de la noradrenalina (una hormona y, a la vez, un neurotransmisor), con la absorción y el almacenado metabólico del hierro, así como con otras muchas más. El ácido ascórbico, es un eficaz antioxidante destructor de bastantes radicales libres oxigenados, participantes en los procesos de envejecimiento celular y constituyentes del origen de muchas enfermedades degenerativas, malignas y cardiovasculares. Entre esos radicales se encuentran el anión superóxido, los radicales hidroxilo, peroxilo, tiilo, oxisulfuro, nitróxido, y otros. También puede contrarrestar a otras especies reactivas oxigenadas no radicales, como el oxígeno singlete, ácido hipocloroso, ácido peroxinitroso, ozono y agentes nitrosantes.

Todo ello conduce a los diversos efectos favorables del ácido ascórbico: a) inhibición en los lípidos del plasma y en las lipoproteínas de las peroxidaciones ocasionadas por los efectos activantes de las infecciones o de los componentes del humo del tabaco; b) disminución

de la oxidación natural y de la provocada de las moléculas de hemoglobina, nuestra preciosa proteína sanguínea portadora del oxígeno necesario para el metabolismo de nuestras células; c) eliminación de peligrosos oxidantes como el agua oxigenada, presente en algunos tejidos animales; d) mejora de la función vascular en pacientes con enfermedades vasculares; e) protección del tracto respiratorio contra los contaminantes del aire, y otras muchas posibilidades semejantes

¿Cuánta vitamina C debemos ingerir para lograr esos efectos saludables? Los Organismos mundiales de la sanidad recomiendan cantidades de entre 40-60 mg diarios para un adulto sano, cantidad que debe incrementarse en el caso de niños (70 mg), mujeres embarazadas o con niños lactantes (90 mg) y, sobre todo en personas fumadoras. En el zumo de diversas frutas se encuentra la vitamina C en alta concentración, ya que un vaso mediano de zumo contiene las siguientes cantidades: naranja, fresa o limón (100 mg), pomelo o mango (80), melón, grosella, fresa o frambuesa (60), piña (30), plátano, caqui o cereza (20), ciruela, pera, albaricoque, melocotón o sandía (10), siendo mucho menor en manzana, o en uva (5). Algunas verduras y hortalizas también poseen un alto contenido de vitamina C (por 100 gramos) ya que pueden superar los 100 mg el bróculi, col de Bruselas, coliflor, perejil, pimiento verde y rábano.

NEGATIVO. En abril de 1996 un estudio patrocinado en Estados Unidos por el Instituto Nacional de la Diabetes y de las Enfermedades Digestivas y Renales fue una primera voz de alarma respecto a las llamadas megadosis de vitamina C. La máxima absorción de vitamina se consigue con unos 200 mg por día y por encima de un gramo diario se observan consecuencias negativas, por ejemplo, en las personas propensas a los cálculos renales. Y ello no quedó así, ya que en los últimos dos años la alerta se ha extendido en todo el mundo tras la publicación de varias investigaciones aparecidas en importantes revistas científicas. Todo conduce a pensar a que el ácido ascórbico, en altas concentraciones puede ocasionar daños celulares. Por ejemplo, como consecuencia de la reducción del hierro férrico a hierro ferroso ya que estas últimas sales,

al reaccionar con el agua oxigenada, son más efectivas que las férricas en promover los radicales libres.

Nuestro material genético, nuestro ADN, tiende a estropearse oxidativamente. Sus unidades constituyentes, las bases purínicas y pirimidínicas suelen encontrarse en todos los tejidos humanos dañadas oxidativamente en una proporción de una base dañada por cada cien mil-un millón de bases no dañadas. Se piensa que este es el resultado final de un equilibrio dinámico entre los factores que deterioran el material genético (principalmente los radicales libres) y los mecanismos metabólicos que para la reparación de tales daños poseen nuestras células. Como marcador del daño genético se suele usar la medida del nucleósidos que contienen bases oxidadas. Por ello, sería muy interesante saber si las concentraciones de esos nucleósidos transformados son sensibles a la mayor o menor ingesta de vitamina C. Efectivamente, se comprobó que si la dieta estaba casi exenta de vitamina C las concentraciones de algunos nucleósidos oxidados en el esperma de los varones aumentaba más de un 90%. Pero el grupo del Dr. Podmore, en 1998, en la revista ***Nature***, también publicó un artículo mostrando que si voluntarios sanos tomaban más de medio gramo diario de ácido ascórbico durante seis semanas los niveles de uno de tales nucleósidos oxidados lo que hacía era aumentar notablemente.

Otros trabajos han seguido esa misma línea. En el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de Murcia, el grupo del Dr. Peñafiel y la Dra. Cremades han observado, en el ADN de plásmidos, daños genéticos inducidos por la mezcla de ácido ascórbico y sales de cobre, de modo semejante a lo señalado por otros investigadores que han mostrado que dosis muy altas de vitamina C, junto con sales de hierro, pueden dañar al material genético humano. Sin embargo, si las altas dosis de vitamina C van acompañadas de la toma de beta-caroteno y alfa-tocoferoles, parece desaparecer su efecto negativo.

CONCLUSIÓN. La vitamina C fue aislada hace más de 70 años y el conocimiento de su efecto antiescorbuto se remonta a 1932. Su historia ha estado ligada a varios premios Nobel. Pero, a pesar de su ya larga historia, es evidente que son necesarias más investigaciones para confirmar y aclarar los límites de los efectos beneficiosos y perjudiciales

de las dosis moderadas o altas de vitamina C. Hasta tanto, no hay motivo de alarma para aquellas personas que toman suplementos vitamínicos de ácido ascórbico que, en todo caso nunca deben superar los 200 mg por día. La cantidad óptima de 100-200 mg diarios puede obtenerse fácil y agradablemente sin tener que acudir a pastilla alguna. Basta con tomar al día unas cinco frutas o su equivalente de hortalizas o vegetales. Y lo mejor de esta alternativa, respecto a las pastillas, es que los vegetales también contienen muchos otros componentes saludables como uno o unos todavía desconocido(s), presente(s) en las coles de Bruselas, que reduce(n) fuertemente el daño oxidativo del ADN.

TÉ VERDE

La angiogénesis o nacimiento y desarrollo de los vasos sanguíneos está íntimamente ligada al crecimiento de los tumores cancerosos, que la estimulan, para facilitar su progresión. Sin angiogénesis los tumores no crecen y terminan autoinhibiéndose. El consumo de té verde está asociado a una menor incidencia de ciertos cánceres. Ahora se sabe que uno de sus componentes, la epigalocatequina-3-galato, en concentraciones equivalentes a las de dos o tres tazas de té verde por humanos, en los animales de experimentación produce una gran inhibición de la angiogénesis.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Los expertos calculan que aproximadamente un tercio de todos los cánceres pueden atribuirse a la dieta. El WCRF (Fondo Mundial para la Investigación del Cáncer), para divulgar los conocimientos sobre estas cuestiones y favorecer la prevención, distribuyó entre los científicos del mundo treinta mil ejemplares de la edición inglesa del libro "Alimentos, Nutrición y la Prevención del Cáncer", en el que se revisan cerca de cinco mil investigaciones al respecto. Su edición china, con más de 800 páginas, se ha hecho pública recientemente con motivo de una reunión científica sobre este tema, celebrada en Beijing, en la que participaron más de 120 investigadores.

DIETA Y CÁNCER DE COLON

El grupo dirigido por el Dr. Riboli, de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, en Lyon, Francia, ha investigado comparativamente riesgos de cáncer de colon en el Reino Unido y en el Sur de España, llegando a la conclusión que la gran diferencia de incidencia, desfavorable para el Reino Unido, se debe a los hábitos alimenticios. El consumo mediterráneo de frutas y verduras (400-500 gramos diarios) es un 50% superior al existente en el Reino Unido, donde, por el contrario, se consume una relativa alta cantidad de carnes rojas, con un alto contenido en grasas saturadas.

¿SOMOS LO QUÉ COMIMOS?

05-09-99

En la actualidad a ninguna persona medianamente culta se le ocurriría cuestionar la estrecha relación existente entre alimentación, salud corporal e, incluso, actividad intelectual. Pero hoy vamos a tratar de otra posibilidad fascinante: ¿es posible que los hábitos alimenticios del niño, del recién nacido o, incluso, del feto puedan ser trascendentes, tener efectos permanentes, sobre el devenir posterior del individuo, incluso en su vida adulta?

Que la pregunta no es una mera lucubración teórica lo demuestra el hecho de que en los últimos años prestigiosas entidades científicas como la Sociedad Americana de Ciencias Nutritivas han organizado diversos congresos científicos para discutir los conocimientos existentes en este campo que comienza a ser conocido con el nombre de Programación Nutritiva.

ANTECEDENTES. En los pasados tres siglos se ha realizado más investigación sobre nutrición infantil que sobre cualquier otra parcela de la Pediatría. Como ejemplo demostrativo, hace 40 años los especialistas contabilizaban más de 1500 investigaciones restringidas a un aspecto tan reducido de la nutrición infantil como es el de la bioquímica de la leche materna. A pesar de los esfuerzos aún permanecen sin resolver muchos problemas lo que conduce a prácticas y recomendaciones discutibles. Cualquier desarrollo en el campo de la Salud se puede dividir en tres etapas o actuaciones. La primera es la observación. En la etapa segunda se realizan investigaciones fisiológicas y epidemiológicas que proporcionan hipótesis comprobables sobre los efectos potenciales de las actuaciones posibles. En la tercera etapa los experimentos intervencionistas pueden probar la eficacia de medidas o acciones concretas. Mientras en otros muchos temas relacionados con la Salud los avances han sido muy veloces, las propias características y limitaciones existentes respecto a la nutrición en las etapas iniciales de la vida ha hecho que esta disciplina prácticamente no haya podido pasar de la segunda de las etapas antes indicadas.

En las últimas décadas ha habido un cambio significativo en el modo de pensar sobre la nutrición, pasando desde la consideración

principal sobre las necesidades alimenticias a la preocupación respecto a los efectos de los nutrientes en la salud, incluyendo las enfermedades degenerativas de los adultos, cáncer o las funciones cognitivas. Más recientemente ha aparecido un nuevo enfoque, la apreciación de que durante el desarrollo perinatal, incluyendo el prenatal, los efectos de la nutrición pueden ser determinantes para el desarrollo o las enfermedades de la edad adulta, es decir, que puede existir una Programación Nutricional

ANIMALES. Hace casi 40 años, en 1962, el investigador R. A. McCance, en una comunicación corta publicada en la revista médica Lancet, sugirió que en roedores los alimentos consumidos en las primeras semanas o meses de vida podían producir efectos permanentes. Demostró que existía un periodo de vulnerabilidad, un tiempo crítico de tres semanas, durante la lactancia, en el que si se restringía la cantidad de leche materna suministrada a los animales ello provocaba, con independencia del aporte nutritivo posterior recibido durante el crecimiento, una importante limitación del tamaño corporal adulto de las ratas de experimentación. La misma manipulación, realizada fuera de los límites de ese periodo de vulnerabilidad no producía esos resultados nocivos. Tras este trabajo pionero otras numerosas investigaciones experimentales sobre diferentes animales han demostrado la realidad de una programación nutritiva que se traduce en diversos efectos sobre el metabolismo, la presión sanguínea, diabetes, obesidad, aterosclerosis y así sucesivamente. En las ratas se pudo establecer la existencia de un periodo de vulnerabilidad en el desarrollo cerebral en el que la malnutrición puede ocasionar efectos permanentes posteriores sobre el tamaño cerebral, número de células cerebrales, comportamiento, aprendizaje y memoria. Cerca de doscientas investigaciones de esa índole han confirmado hechos semejantes o parecidos, como la reducción en las células pancreáticas o en la secreción de insulina. Otras investigaciones han corroborado que la situación nutritiva materna durante el embarazo también puede dar lugar a diversos condicionamientos metabólicos futuros en los hijos.

En primates las investigaciones son más escasas. Como ejemplo de las mismas se puede destacar que las babuinos hembras

sobrealimentadas **en la infancia derivaron en una obesidad no** manifestada hasta el inicio de la edad adulta. Por otra parte, las características de su metabolismo lipídico adulto dependieron considerablemente del tipo de lactancia natural o artificial que, en su momento, tuvieran.

HUMANOS. ¿Son extrapolables a los humanos las investigaciones realizadas sobre otros animales mamíferos? Aun admitiendo la más que probable existencia de tal programación nutritiva en los humanos hay que ser muy precavidos al respecto, más aún ante las escasas investigaciones experimentales existentes, aunque lo que sí existen son estudios muy ilustrativos de tipo retrospectivo epidemiológico. Muchos de ellos son muy sugerentes, aunque no permitan establecer una relación irrefutable de tipo causa-efecto.

Citaremos algunas de las sugerencias más claramente establecidas en los últimos años. Así, varios estudios señalan que la lactancia materna comparada con la artificial favorece el neurodesarrollo del niño en etapas temporalmente muy posteriores a esa lactancia. Otras investigaciones, sobre niños prematuros, coinciden con ello y con la consecución de un mayor coeficiente de inteligencia. Incluso se ha sugerido que la causa molecular de esos efectos favorables radica en los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga presentes en la leche materna.

En relación con las consecuencias ulteriores de la malnutrición durante el embarazo, en la pasada década han aparecido diversos estudios que relacionan ciertos índices antropométricos de los bebés con un año de edad (peso corporal, circunferencia craneal, circunferencia abdominal, índice ponderal) respecto a los riesgos futuros de sufrir enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Todo apunta a que una inadecuada alimentación fetal, derivada de una inadecuada alimentación materna, puede programar adversamente al feto, con posteriores complicaciones en la vida adulta relacionadas con el sistema cardiovascular, la diabetes, la hipertensión, la osteoporosis, etcétera.

Otro ejemplo completamente diferente de programación nutritiva es la demostración de que la obesidad infantil y adolescente influye muy

determinantemente sobre las enfermedades de la vida adulta. En investigaciones de larga duración realizadas sobre muestras muy amplias de población ha quedado totalmente demostrado que tanto en varones como en hembras el sobrepeso en la adolescencia condujo, en la etapa adulta, a un incremento de diabetes, enfermedades cardiacas coronarias, aterosclerosis, fracturas de cadera y otras complicaciones.

Los conocimientos sobre este importante tema de la programación nutritiva están en su fase inicial y aún falta un gran camino por recorrer para comprender, por ejemplo, las variaciones de susceptibilidad debidas al sexo, la razón de la existencia comprobada de diversos periodos de vulnerabilidad específicos para los diferentes factores o los mecanismos moleculares y celulares implicados en el problema. En cualquier caso, lo aconsejable por ahora, hasta que no conozcamos más al respecto, es intentar que durante el embarazo, infancia y adolescencia la alimentación sea lo más equilibrada posible.

VINOS Y GENES

Las más nobles y veneradas variedades de uva que son el origen de los mejores caldos franceses son, entre otras, las Chardonnay, Aligote y Gamay. Pero su origen no parece ser tan noble como su fama. En la revista *SCIENCE* de esta semana se publica una investigación realizada por investigadores franceses y americanos usando las técnicas moleculares de análisis del ADN, en la que se han analizado más de 300 variedades de cepas de entre las más de 2000 que conserva el Institut National de la Recherche Agronomique en Montpellier. El resultado ha sido que las tres variedades indicadas descienden en iguales proporciones de la clásica Pinot pero también, y esa ha sido la sorpresa, de la menospreciada y mediocre Gouais, cuya plantación se abandonó en Francia hace algún tiempo.

INGENIERÍA MENTAL

En la revista *NATURE* se publica un artículo demostrativo de la posibilidad de incrementar biotecnológicamente la inteligencia de los mamíferos. Para ello, un equipo investigador de la Universidad americana de Princeton ha alterado genéticamente a ratones logrando que produzcan una mayor cantidad cerebral que la usual de un receptor para un neurotransmisor denominado NMDA. La consecuencia de ello ha sido que los ratones “exhiben una capacidad superior de aprendizaje y de memoria en diversas tareas”.

REMEDIO ANTIMALARIA

Investigadores de varios centros alemanes han conseguido desarrollar un fármaco que administrado oralmente cura, en ratones, la forma de malaria característica de los roedores. Para conseguirlo identificaron una enzima que participa en la biosíntesis de esteroides en el parásito, que es específica del mismo y diferente de la presente en animales. La solución ha sido encontrar un inhibidor específico para esa enzima, la fosmidomicina, que no afecta a los animales, pero impide el desarrollo del parásito. Este fármaco ya es usado en humanos par combatir ciertas infecciones bacterianas por lo que se abren más posibilidades para su posible uso antimalárico en humanos.

EL ENIGMA NEANDERTAL

12-09-99

A mediados del siglo XVII, un arzobispo de la Iglesia Anglicana de Inglaterra, el arzobispo Ussher, postuló que la fecha exacta de creación del mundo fue el día 22 de octubre del año 4004 antes de Cristo, exactamente a las 9 de la mañana. Y hace menos de 150 años, un afamado biólogo marino, Philip Henry Goose, sostenía que la creación de Adán y Eva había sido simultánea a la de los fósiles.

En ese entorno de dogmatismo anticientífico, a principios del siglo XIX, sin embargo, ya existían muchos naturalistas abiertos a nuevas ideas que pudieran explicar más satisfactoriamente fenómenos como el origen y evolución del Universo, de la vida y del hombre. El ejemplo más esclarecedor fue el de Charles Robert Darwin quien, en 1838, quedaba impresionado por una expresión contenida en el libro de Malthus **Un ensayo sobre el principio de la población***:* "la lucha por la existencia". Tras el viaje del Beagle sus reflexiones evolutivas se concretan en muchos libros y escritos, de los que el más afamado es ***El origen del hombre***

EVOLUCIÓN. Mediante el conocido como **principio de oportunismo en la evolución** Darwin aclaró que es la selección natural la que se beneficia de las variaciones hereditarias que se producen al azar y que como consecuencia de ese proceso se va construyendo algo que es favorable para el organismo ya que facilita su supervivencia. Sobre el origen del hombre, su clarividencia fue asombrosa. En contra de la idea popular nunca pronunció ni escribió la frase "*el hombre desciende del mono*". Su acertado razonamiento fue que tanto el hombre como los antropoides tuvieron su origen en un progenitor previo común, como expone textualmente en el capítulo XXI del libro citado anteriormente: "...*y que una multitud de hechos análogos, todo a una, lleva del modo más manifiesto a la conclusión de que el hombre es codescendiente, con otros mamíferos, de un progenitor común*". Pero las diferencias entre los descendientes son enormes: "*No puede abrigarse la menor duda acerca de la inmensidad que separa el espíritu del hombre más bajo del animal más elevado. Si un mono antropomorfo pudiera juzgarse desapasionadamente, admitiría que, aunque sea capaz de concebir un*

plan ingenioso para robar en un jardín, de usar piedras para combatir sus enemigos o para cascar nueces, sin embargo, está muy lejos de convertir una piedra en herramienta, mucho menos de resolver un problema matemático, reflexionar en Dios o admirar una gran escena de la naturaleza...". Pero Darwin aún llegó más allá, al considerar que la cuna de la humanidad debería hallarse en África.

Se acepta que el progenitor común, el **eslabón perdido**, era un primate, diferente de los monos y hombres actuales, del que partieron diversas y divergentes ramas de descendencia que, a lo largo de centenares de miles de años de evolución y adaptación, desembocarían en diversas especies de monos antropomorfos (parecidos al hombre) y a diferentes homínidos. Muchos de estos últimos se extinguieron hace decenas o centenas de miles de años, pero conocemos de su existencia por los fósiles hallados: *Australopithecus*, *Pithecantropus* o *Neanderthal*. Por el contrario, el *Homo sapiens* actual sería el producto final evolutivo procedente del *Cromagnon.*

NEANDERTALES. En 1856, en Neander, un pueblecito situado a 10 Km de Dusseldorf, en Alemania, unos trabajadores descubrieron unos huesos en una cueva que los antropólogos reconocieron como pertenecientes a una antigua raza de hombres como los neandertales. En realidad, los primeros restos antropológicos pertenecientes a neandertales se descubrieron en 1848 de forma accidental en Gibraltar, antes del descubrimiento del fósil del valle del Neander, pero no se identificaron como una especie propia. Posteriormente se localizaron otros fósiles en Francia, España, Italia, Yugoslavia, Iraq, China, Java e Israel.

Los neandertales poseían un cráneo de paredes gruesas, achatado y alargado, con arcos superciliares marcados, en contraste con los cráneos más redondeados del hombre moderno, con las paredes óseas más delgadas. Disponían de una alta capacidad craneal (1.450 centímetros cúbicos). y de una fuerte musculatura adaptada a su forma de vida cazadora-recolectora en un medio ambiente que con frecuencia era extremadamente frío. Eran grupos reducidos, con baja densidad de población y hay pruebas de que eran cazadores hábiles aunque también se dedicaron a la pesca. La recolección tuvo un papel muy destacado en la obtención de alimento, casi al mismo nivel que la caza. Con ellos

aparecen las primeras muestras de prácticas religiosas, al enterrar a los muertos.

Compartían los Neandertales ciertas características anatómicas craneales con otros homínidos asiáticos de una antigüedad de 500.000 años, pero parece que prácticamente fueron la única especie de esta clase en un largo periodo, entre hace unos 200.000 y 30.000 años. En este momento desaparecieron del registro arqueológico europeo, coincidiendo con que hace unos 40.000 años llegaron a Europa, a España, los primeros humanos modernos, los *Homo sapiens*, los hombres de cromañón de frente elevada y barbilla perfectamente definida, que habían llegado a dominar el arte de fabricar diversidad de utensilios de piedra, hueso y marfil, usando joyas y adornos de concha y hueso.

DESAPARICIÓN. Para explicar la desaparición de los Neandertales se han manejado varias posibilidades: a) Fueron eliminados por los cromañones, con los que entraron en conflicto directo; b) Sus formas de vida eran muy diferentes y la eliminación se produjo como consecuencia de su competición económica y por los recursos; c) Rápidamente evolucionaron hasta convertirse en modernos; d) Se mezclaron ambas especies y los genes de los invasores modernos **engulleron** rápidamente a los de los neandertales. Las dos últimas hipótesis implican alguna forma de continuidad de las especies, en contra de la situación de separación de las dos primeras.

¿Qué es lo que realmente ocurrió? ¿Fue un proceso gradual o abrupto? La mayoría de los paleoantropólogos aceptan que los cromañones fueron nuestros tatarabuelos, pero no así los neandertales. Sin embargo, de vez en cuando se producen hallazgos que apuntan hacia otras direcciones, lo que hace que esta discusión sea vigente y acalorada. Por ejemplo, existen datos de que al sur del valle del Ebro los neandertales locales sobrevivían al menos 5.000 a 10.000 años después de la llegada de las poblaciones modernas a las zonas adyacentes del norte de España o de la costa mediterránea, Y este mismo año 1999, ciertos científicos portugueses han propuesto que el esqueleto de un niño de 4 años de edad desenterrado a finales de 1998 en el yacimiento de Lagar Velho, en Portugal, con 24.500

años de antigüedad, representa no el resultado de un cruce casual neandertal-moderno sino el producto de varios milenios de hibridación entre la población residente neandertal y el invasor *Homo sapiens.*

Sin embargo, los primeros y escasos datos aportados por las modernas técnicas de la Biología Molecular han conseguido comparar el ADN de las muestras del esqueleto neandertal encontrado cerca de Dusseldorf en 1856 con ADN humano contemporáneo y los resultados sugieren que los neandertales y los hombres actuales constituyen líneas evolutivas separadas. En suma, que el enigma neandertal continúa.

BIOLOGÍA MOLECULAR

Los análisis comparativos entre el ADN neandertal y el humano actual fueron obtenidos por científicos alemanes y americanos, siendo publicados hace un par de años en la prestigiosa revista Cell. Se escogió el ADN mitocondrial mejor que el nuclear ya que el mitocondrial suele encontrarse en concentraciones 2-3 veces mayores de magnitud superior que el nuclear, lo que permitió encontrar la suficiente cantidad intacta como para poder amplificarla usando técnicas de PCR así como secuenciar hasta un total de 379 pares de bases de su secuencia.

ATAPUERCA

Los cerca de 100 fósiles humanos recuperados de la cueva pleistocénica de la Gran Dolina, en la sierra burgalesa de Atapuerca, con unos 800.000 años de antigüedad apuntan a una nueva especie humana, con rasgos craneales y faciales mezcla entre neandertales y modernos. Los científicos españoles sugirieron el nombre de Homo antecessor, que sería un ancestro común y anterior al Homo neanderthalensis y al Homo sapiens del que serivaron las líneas evolutivas divergentes conducentes a ellos.

AUSTRALOPITHECUS

Los antecesores inmediatos del hombre moderno datan de hace unos 5 millones de años y están repartidos entre los géneros *Australopithecus* y *Homo*. Del *Australopithecus* se han descubierto fósiles de entre hace unos 5 millones de años atrás y 1,5 millones de años, cuando parece ser que el género se extinguió. Todos los australopitecinos eran realmente bípedos y fueron evolucionado desde el *Australopithecus afarensis* al *Australopithecus africanus* y al *Australopithecus robustus*. No se han encontrado útiles de piedra junto a los fósiles. A partir de ahí parece que se produjeron varias ramas evolutivas, una de las cuales evolucionó hacia el género Homo, mientras que los otros se transformaron en especies australopitecinas que más tarde se extinguieron.

LUZ PARA LOS AGUJEROS NEGROS

19-09-99

Rafael Rebolo es un excelente investigador español, de Cartagena, responsable de varias importantes investigaciones internacionales que se realizan en el prestigioso Instituto de Astrofísica de Canarias. En una de las más recientes, publicada en *NATURE*, se aporta una gran luz sobre uno de los hechos más extraños y menos conocidos del Universo, los agujeros negros, demostrando que, en ciertos casos su origen es la explosión cataclísmica de una estrella gigante.

En el siglo XVII, Isaac Newton describió la gravedad como la fuerza que atrae a dos masas del Universo, dependiente de sus cuantías y de la distancia entre ellas. Aunque la teoría de la relatividad de Einstein, en 1915, modificó este concepto de gravedad, intuitivamente podemos conservarlo, a fin de entender ideas como las del matemático francés Pierre Laplace, en 1796, al reflexionar que cuando, desde la superficie de la Tierra se lanza verticalmente un objeto, la altura alcanzada depende de la fuerza del lanzamiento, es decir, de su velocidad inicial. La altura alcanzada aumenta más rápidamente que la velocidad, de modo que cuando ésta llega, por ejemplo, a 40.000 Km/h la altura es tan grande que se puede considerar ser infinita y el objeto **escapa** de la Tierra. Esta "velocidad de escape" es, por tanto, la que debe superar cualquier objeto que deseemos que abandone un cuerpo como nuestro planeta para dirigirse hacia otro cuerpo celeste. Laplace la cuantificó como $V= (2GM/R)^{1/2}$, donde G es una constante, M es la masa del cuerpo y R su radio. Sorprendentemente, la aplicación de esta sencilla fórmula proporciona valores idénticos a los de la compleja teoría de la relatividad.

SCHWARZSCHILD. Einstein, entre sus muchas aportaciones, demostró que la luz puede considerarse como una serie de partículas, los fotones, que tienen energía y una masa asociada, en virtud de su famosa fórmula de equivalencia entre masa y energía: $E= Mc^2$. También Einstein estableció que nada puede viajar más rápido que la luz, que es de unos 1.000 millones Km/h. Un astrónomo alemán, Scharzschild, aplicó la fórmula de Laplace para calcular, para un determinado objeto y su masa, qué radio debe tener para que la velocidad de escape desde su

superficie coincida con la velocidad de la luz. En el caso de la Tierra cuya masa real es algo más de tres millonésimas de la masa del Sol y su radio son 6.357 Km, ya hemos indicado que su velocidad de escape equivale a 617 Km/s. Sin embargo, si con esa misma masa, el radio de la Tierra se redujese a 9 mm (radio de Schwarzschild), la velocidad de escape igualaría a la de la luz. Para el Sol o una estrella del tipo de las enanas blancas (de magnitud igual o inferior a una masa Solar) el radio de Schwarzschild sería menor de 2,95 Km, mientras que para un sistema estelar binario (unas veinte masas solares) sería 59 Km y, por último, para un núcleo galáctico (desde un millón a mil millones de masas solares), el radio estaría en el rango de 3 millones a tres mil millones de Km.

AGUJERO NEGRO. Los fotones, la luz, siempre viajan a la misma velocidad, pero cuando se alejan de un objeto con gravedad pierden energía, por lo que, para un observador externo, la luz se hace más roja (corrimiento al rojo). Si suponemos un cuerpo con un núcleo central másico supercondensado, que ha disminuido de tamaño hasta alcanzar el radio de Schwarzschild, los fotones que parten desde allí no viajan lo suficientemente rápidos para escapar, y el **corrimiento al rojo** es tal que, finalmente, pierden toda su energía, se hacen totalmente invisibles. Como, por otra parte, no hay nada que pueda viajar más rápido que la luz, la conclusión es que el cuerpo considerado será invisible, será un **agujero negro**. La única indicación de su presencia será su tremenda atracción gravitatoria que facilitará que otros objetos cercanos caigan sobre él y sean engullidos e invisibilizados. Este concepto de agujero negro fue propuesto por primera vez, en 1968, durante una conferencia impartida por el astrónomo John Wheeler.

¿Cuáles son los objetos más adecuados para que en ellos exista un agujero negro? Una primera posibilidad sería considerar que cada galaxia se formó a partir de una gran nube de gas que colapsó y se dividió en estrellas individuales, que suelen concentrarse en el centro de la galaxia. Ello posibilita pensar que en el centro pudo haber demasiada materia para formar una estrella normal, o que se formaron allí tantas estrellas que coalescieron. En ambos casos el resultado es idéntico: la

posible existencia de grandes agujeros negros, de millones de masas solares, en los centros de algunas galaxias.

REBOLO. La otra posibilidad ha sido la investigada por el equipo del que forma parte el Dr. Rebolo. Durante la vida de una estrella hay dos fuerzas que controlan su equilibrio: la gravedad, que tiende a comprimirla, y la presión ejercida por las fusiones nucleares en su núcleo, que tienden a expandirla. Cuando al cabo del tiempo el horno nuclear escasea de combustible, la gravedad gana la batalla y la estrella colapsa. Los astrónomos piensan que si la masa de la estrella es menor que la del Sol su final es la formación de lo que se denomina una **enana blanca**. Si la estrella original posee una masa entre una y cuatro veces la del Sol se produce una estrella de neutrones, reconocible como un pulsar. Si la masa de la estrella es superior a la de cuatro Soles, su colapso, pasando por el estado de supernova, puede llegar hasta alcanzar el radio de Schwarzschild, convirtiéndose en agujero negro.

Los investigadores citados estudiaban un agujero negro y una estrella visible coexistentes en la constelación de Escorpio. Las fuertes emisiones de rayos X sugerían la existencia de materia girando alrededor de un agujero negro. Por otra parte, cuando Rebolo y sus colaboradores intentaban analizar el espectro de la estrella visible encontraron una gran abundancia de elementos químicos que no podían producirse en esa estrella, sino que procederían de la explosión de su vecina, a temperaturas de miles de millones de grados que sólo se producen en una supernova. Todos lo resultados son coherentes con la hipótesis de que la coalescencia de una estrella que poseía una masa aproximada de 40 soles, hace aproximadamente un millón de años, la convirtió en una supernova generadora del agujero negro. Estas investigaciones son las primeras pruebas contundentes experimentales del origen de un agujero negro a partir de una supernova.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En revista médica *CIRCULATION* una investigación realizada por científicos de la Universidad de Wisconsin muestra los efectos favorables de la ingesta de zumo de uvas negras o púrpuras sobre el sistema cardiovascular humano. La ingesta consistió en 7 ml de zumo por kilo de peso y día durante 14 días. Al final de ese periodo los investigadores comprobaron los efectos favorables de los flavonoides presentes en el zumo, en forma de un incremento del 6,4% en la capacidad dilatadora arterial de los pacientes y en una disminución del 34,5% en la perjudicial oxidación de las lipoproteínas de baja densidad LDL.

MUJERES RUBENIANAS

¿Existe alguna relación, en las mujeres, entre el riesgo de sufrir cáncer de mama y su índice de masa corporal, es decir, su forma y peso corporal? La investigación correspondiente la ha realizado el FRED HUTCHINSON CANCER RESEARCH CENTER de Seattle, USA, sobre unas dos mil mujeres entre 21 y 45 años de edad, divididas en los adecuados grupos normalizados de enfermas y sanas, analizando sus variaciones de peso desde los 18 años. Los resultados obtenidos indican que, en las mujeres de edad inferior a 28 años, existe un mayor riesgo que el normal para las más delgadas, que poseen un menor índice de masa corporal, es decir, un menor peso relativo. Por el contrario, el riesgo es inferior al normal para las más rellenitas, las que poseen un mayor índice corporal.

HONGOS Y SINUSITIS CRÓNICA

La sinusitis crónica, relativamente frecuente, significa la afectación de los senos paranasales y la inflamación de las membranas nasales, con dolores de cabeza crónicos y la pérdida del sentido del gusto y del olfato. Muchas personas que la sufren no encuentran remedio ni alivio con los antibióticos ni los aerosoles nasales. Una investigación realizada en la clínica Mayo puede ayudar a aclarar el problema ya que han descubierto que los hongos pueden ser la causa de la enfermedad, descubriendo y caracterizando más de 40 diferentes en las fosas nasales de unos 210 pacientes investigados. Estos nuevos conocimientos permitirán desarrollar mejores y más específicos tratamientos que los actuales.

OTRA VEZ ÍCARO

26-09-99

Si todo discurre según los planes previstos, muy pronto se realizarán las primeras pruebas de vuelo del SOLOTREK EXO-SKELETOR FLYING VEHICLE (XFV). Tras este complicado nombre se esconde una especie de pequeño vehículo aéreo personal y utilitario que puede ser la versión práctica moderna capaz de hacer realidad el mito de Icaro.

Efectivamente, según la mitología griega Dédalo fue un famoso arquitecto, escultor e inventor que diseñó para el rey Minos de Creta un laberinto del que era imposible escapar en el que fue aprisionado el Minotauro, un monstruo comedor de hombres. Pero Dédalo reveló el secreto del laberinto a Ariana, la hija del rey Minos. Y Ariana ella ayudó a su amante Teseo a escapar. Encolerizado por ello, Minos encarceló a Dédalo y a su hijo Ícaro en el laberinto. Aunque los prisioneros no podían encontrar la salida, Dédalo fabricó unas alas de cera para poder salir volando del laberinto. Ícaro, ignorando los consejos de su padre, voló demasiado cerca del sol, sus alas se derritieron y cayó al mar, pero Dédalo si pudo llegar hasta Sicilia, donde vivió desde entonces.

ANTECEDENTES. Existen precedentes serios y documentados sobre el propósito humano de poder elevarse verticalmente individualmente desde el suelo y desplazarse por el aire hasta llegar a otro lugar más o menos lejano. En la frontera entre los siglos XV y XVI Leonardo da Vinci estableció algunos principios de la aerodinámica como consecuencia de sus intensos trabajos con el **Ortinocoptero**, una especie de helicóptero a hélice, sobre el que escribió más de 25.000 palabras y dibujó unos 500 esquemas. Sin duda, Leonardo se adelantó varios siglos a la posibilidad material de que sus ideas pudiesen plasmarse prácticamente. Hubo que esperar hasta 1953 para que Stanley Hiller y sus colaboradores fabricaran el primer prototipo de un vehículo volador individual capaz de volar de modo parecido a cualquier mítica alfombra oriental mágica. De ahí el nombre dado a su artilugio: **Plataforma volante Hiller**. Sin embargo, sus limitaciones prácticas eran tan grandes que imposibilitaban su uso comercial o militar.

Algo mejor suerte tuvo el **cohete cinturón** desarrollado a principios de los 60 que, incluso, fue utilizado realmente en alguna de los filmes de James Bond, así como en la ceremonia de inauguración de los Juegos Olímpicos de 1984. Su inventor fue el ingeniero Wendell Wallace y utilizaba peróxido de hidrógeno para que los motores produjesen un chorro de alta presión que pudiera elevar al tripulante en el aire a una velocidad de más de 100 kph. Desdichadamente su viabilidad comercial resultó ser nula ya que la autonomía de vuelo de los modelos más avanzados sólo ha alcanzado los 30 segundos, acompañado de un sonido estremecedor.

XFV. Tras todos estos precedentes parece que ha llegado el momento definitivo de revivir las hazañas de Dédalo e Ícaro de un modo práctico y seguro. Esto es lo que se proponen la empresa americana Millennium Jet, Inc y su ingeniero jefe Robert Bulaga., quien tiene una extensa experiencia profesional previa en puestos de gran responsabilidad en las fuerzas aéreas y en empresas como la McDonnell Douglas. El SoloTrek Exo-Skeletor Flying Vehicle, abreviadamente XFV, será una especie de "scooter" aérea, abierta externamente, capaz de despegar verticalmente y transportar a una persona que irá situada en posición vertical, aunque sentada sobre un sillín y con la espalda apoyada sobre la estructura vertical principal. El prototipo ya está completado en más de un 99% y, recientemente, la propia NASA ha mostrado su interés en el proyecto a través de ayudas específicas. Su combustible será gasolina ordinaria, sin plomo, y se pretende que pueda desplazarse eficiente y silenciosamente a una velocidad cercana a los 150 kph, a una altura de hasta 2.600 m. sobre el nivel del mar, con una autonomía de una hora y media. Sus posibles aplicaciones podrían ser muy diversas desde su utilización en búsquedas y capturas, actividades policiales, para paliar las consecuencias de desastres naturales e, incluso con fines recreativos y profesionales. Poseerá diversas ventajas adicionales sobre un helicóptero, tales como las siguientes: silencioso, capacidad de despegar y aterrizar en un espacio equivalente al de una mesa normal de comedor, vuelo silencioso, costo reducido de funcionamiento, que se espera que sea inferior al 10% de los 500 dòlares por hora que sería el costo de vuelo de un helicòptero.

El corazón del XFV es un motor de aviación de cuatro cilindros y dos tiempos, con pocos componentes móviles, muy avanzado tecnológicamente, con una potencia de 130 CV. Desde el punto de vista práctico puede considerarse como si estuviese constituido por cuatro motores independientes que compartiesen un mismo cigüeñal, que transmiten el movimiento a dos hélices silenciosas situadas sobre la cabeza, a ambos lados del piloto.

CARACTERÍSTICAS. El peso en vacío del XFV será de unos 140 kilos, con una capacidad de carga de 245 kilos, incluyendo el peso del conductor, que podrá variar entre los límites de 50 y 130 kilos y las alturas de 150 a 195 cm. La velocidad máxima alcanzará los 175 kph, aunque la de crucero será la de 100 kph, con una altura máxima de vuelo de unos 2.600 m sobre el nivel del mar, con un consumo de gasolina normal de automoción, sin plomo, de 87 octanos (16 litros cada 100 Km) que le permitirá, sin repostar, permanecer en vuelo unas 2 horas y recorrer unos 250 Km. Y, debido a su pequeña envergadura y peso podrá repostar en cualquier gasolinera.

Todas estas características prácticas hacen suponer que el XFV, tras sus inmediatas pruebas, pronto se convertirá en un vehículo que permitirá alcanzar lugares de difíciles accesos, lo que será de especial interés para los servicios de emergencia en casos de búsquedas o desastres tales como incendios, inundaciones o terremotos. Asimismo el SoloTrek FXV puede ser la solución para muy diversas necesidades militares, comerciales y personales. Por todo ello, muy pronto es posible que nuestros cielos se vean surcados por muchos nuevos Ícaros, sin el riesgo de que el calor del Sol trunque sus vuelos.

POTENCIA

Todos los extremos relacionados con la seguridad están siendo clave en el proyecto XFV. Por ejemplo, en el motor, sus 130 CV de potencia exceden el 200% de la necesaria para que opere el vehículo y cada cilindro cuenta con dos bujías que funcionan con mecanismos diferenciados. Para alimentar las bujías en lugar de magnetos se usarán sistemas más precisos de ignición por descarga de capacitador. Para eliminar cualquier problema de carburación, el vehículo contará con cuatro sistemas (uno por cilindro) independientes de inyección electrónica que, en caso necesario, pueden controlarse manualmente. El suministro de combustible contará con dos bombas eléctricas independientes, alimentadas por baterías independientes.

CONTROL

Para garantizar el acceso exclusivo al vehículo de personal autorizado y debidamente entrenado la máquina lleva incorporado un escaner analizador de la retina del ojo verificador de la identidad del conductor. Además, el XFV no despegará a menos que el operador programe previamente ciertas características, entre ellas su propio peso. Los sistemas de control del aparato pueden adaptarse a tres niveles de pericia de operadores: novicios, intermedios y avanzados, pero, en todo caso, analiza cada maniobra del operador, para que sea la más adecuada en cada momento.

PROBLEMAS

Aunque se pretende que no se puedan presentar problemas, si ello ocurre, actuarían diversos mecanismos de seguridad. En caso de malfunción completa del sistema eléctrico el XFV puede volar y aterrizar adecuadamente. El aparato “persuade” al conductor cuando el nivel de combustible alcanza ciertos niveles y la persuasión se hace más fuerte cuando la reserva va disminuyendo más. Lo mismo sucede si se detecta cualquier otra anomalía de funcionamiento. En todo caso, el SoloTrek XFV contará también con un paracaidas balístico automático desplegable que proporcionará una protección total si se opera a una altitud superior a los 30 metros.

A PROPÓSITO DE NEANDERTALES

03-10-99

Jorge Juan Eiroa, catedrático de Prehistoria de la Universidad de Murcia

El interesante artículo de J. A. Lozano "El enigma neandertal" me induce a escribir estas líneas, como reivindicación de ese extraordinario Homo, al que últimamente parece que muchos quieren relegar a un segundo plano.

El hombre de Neandertal se desarrolló entre 130.000 y 35.000 años A.P y sus restos se han encontrado por buena parte del viejo mundo, muy especialmente en Europa, entornos del Mediterráneo y Próximo Oriente. Estaba culturalmente asociado al Paleolítico medio o Musteriense, y parece que rendía culto a sus muertos y practicó el canibalismo ritual, como vemos en Shanidar (Iraq), Hortus, (Rancia) y Krapina (Bosnia).

HÍBRIDOS. Aún se debate la relación del Neandertal con el *Horno sapíens sapiens* (el hombre moderno), Hasta hace poco se le consideraba como un eslabón más en la cadena filogenética humana, incluso con neandertales híbridos o evolucionados que presentaban rasgos modernos, como los de Monte Carmelo (Israel). En los yacimientos de Skhul B, Tabun C y Qjebel Qalat (Próximo Oriente), el Musteriense aparece asociado a restos de hombre moderno. Otross especialistas supusieron que los neandertales llegaron a mezclarse genéticamente con los Homo modernos, originando híbridos que presentaban caracteres de ambas especies.

Ahora se pretende desligar a los neandertales de nuestra línea genética. Sin embargo, recientes hallazgos en Francia (Saint-Césaire y Arcy Renne, con neandertales asociados a industria propia del *Homo sapiens sapiens*) y el dudoso hallazgo de Portugal, en Lagar Velho (un niño de unos 4 años), vuelven a plantear la posibilidad de esa relación entre ambos, que defiende, entre otros, Milford Wolpoff, de la Universidad de Michígan.

Parece claro que en Europa y Oriente Próximo coexistieron neandertales y hombres de morfología moderna en las últimas fases del

Musteriense y a principios del Paleolítico superior, La variabilidad antropológica de los inicios del Paleolítico superior, donde se reconocen al menos 5 tipos distintos de *H. sapiens sapiens*, podría reflejar el intercambio genético. Así, mientras el hombre de Neandertal se desarrollaba, se estaban onginando, de forma paralela, otros tipos de hombres modernos, que terminarían por suplantarle.

APARICIÓN. El *Homo sapiens arcaico* apareció hace unos 400.000 años. En el Pleistoceno medio, y en todo el Viejo Mundo, nos encontramos con unos fósiles que muestran mayor capacidad craneana (por encima de los 1.000 c.c.). Aunque bien podrían ser considerados como *H. erectus* evolucionados, se les da un nombre taxonómico distinto y se incluyen en nuestra misma especie (*sapiens*), de la cual serían sólo unas variantes primitivas que reciben el nombre geográfico del fósil sobre el que se señalaron sus rasgos en cada una de las regiones. En Asia continental el *H. sapíens daliensis*, de Dalí y Junáushan, en China; el *H. sapiens ngandonensís*,. de Java (río Solo, cerca de Ngandong); el *H. sapiens narmadensis*, de Narmanda (Indía); el *H. sapiens rhodosiensis*, de Rhodesia (o Broken Hill, hoy *Kabwe Man*) y los de Ndutu, Ngaloba, Salé, Bodo,Saldahan..., etc. Tal vez debamos añadir hoy el hallazgo del homilinido 18 de Laetoli (Tanzania), con una fecha de 120.000 A.P.

En Europa encontramos el llamado *H. sapiens steinhemnesis*, de Steinheim, Swanscombe, Biache Saint Bass, Verteszöllös, Arago y, tal vez, Petralona (con una dotación muy discutida) y el conjunto de Atapuerca (Burgos), donde los investigadores españoles proponen a un *Homo antecessor*, derivado del *Homo habilis*, junto con el *erectus*, del que derivarían el Neanderthal y el *sapiens sapiens*. Eri Atapuerca hay restos de 6 ejemplares, datados en 780.000 A.P y la propuesta está en discusión.

Todos ellos son morfológicarnente variables y tienen el problema de que la mayor parte carecen de una datación precisa. Es posible que las diferencias se deban a dataciones distintas, con lo que estaríamos ante una **microevolución temporal**, o bien ante distintos rasgos genéricos (variabilidad intergrupal). También es posible que esas diferencias sean debidas a la variabilidad existente dentro de cada

grupo (variabilidad intragrupal o individual), como en Atapuerca, donde hay individuos de distintas edades y sexos.

CRONOLOGÍA. La cronología general estaría entre 500/400.000 y 200/150.000 y aparecen culturalmente asociados a las últimas fases del Paleolítico inferior (Achelense superior y evolucionado), con industrias líticas que preludian el Musteriense. Los orígenes del hombre moderno pueden estar en África u Oriente Próximo. La idea que más se está manejando propone tres escalones evolutivos, entre el Pleístoceno medio y superior, aproximadamente entre 400.000 y 100.000 A.P:

1º. Restos de *Homo erectus* evolucionados del Pleistoceno medio de África centrooriental: Kabwe, Baringo, Bodo,Melka Kunturé, Eyasi y Ndutu.

2ª. Restos del Pleistoceno superior con afinidades morfológicas con el *Homo sapiens*: Omo 2 y Florisbad.

3º. Restos del Pleistoceno superior ya evolucionados: Omo 1, Singa, Border Cave, Klasies River Mouth.

Desde esos lugares se expandieron por todo el mundo, sustituyendo a las poblaciones primítivas de *Homo sapiens*. Esta **hipótesis Eva** la apoya el estudio genético del ADN mitocondrial, que se hereda exclusivamente de la madre y conduce a la idea de que los humanos actuales proceden de una única generación africana o del sureste de Asia. Los recientes hallazgos de Lee Berger y David Roberts en Langebaan (Ciudad del Cabo), entre 1995 y 1997, de restos humanos y huellas fosilizadas fechadas entre 300.000 y 100.000 A.P, podrían pertenecer a esta supuesta Eva primigenia.

Las formas de *Homo sapiens sapiens* más antiguas conocidas están en Africa (Omo, Cueva Border, Singa y Klasies River Mouth) y en el Próximo Oriente (Skhul y Qafzeh), hacia 100.000 a.C., siendo posteriores los de Asia oriental (Dali, Yun-Xian, Maba) y más tardías las del Sudeste asiático (Ngandong hacía 50.000 a.C.). En Europa las formas más arcaicas son las de los restos de Mauer (Alemania), Petralona (Grecia), Arago (Francia) y Vertesszöllös (Hungría), y en un segundo orden, con más semejanzas con los neandertales, los de Biache St. Vasst y La Chaise (Rancia), Swanscombe (Inglaterra) y Atapuerca (España).

Los humanos modernos ya están distribuidos por todo el mundo a principios del Paleolítico superior y sus restos son frecuentes, asociados a industrias líticas y óseas de estos períodos.

Entre los hallazgos del Pleistoceno medio de Atapuerca hay restos de *H. sapiens arcaico*, precursor del Neandertal, y en la Gran Dolina, restos de unos seis individuos de hace 700.000 años, considerados como los restos más antiguos de Europa y denominados *Homo antecessor*, derivado del habilis, que en opinión de sus descubridores sería el antecesor directó del Neandertal y del hombre moderno. Esta propuesta se encuentra en discusión y a la espera de ser más documentada con nuevos hallazgos.

¿POR QUÉ DESAPARECIERON?

Posiblemente no lo sabremos nunca. Se maneja la idea de la superioridad genética del hombre modemo. Pero no hubo un único hombre moderno, sino, al menos, cuatro o cinco inicialmente (Cromagnon, Combe-Capelle, Grimaldi, Chancelade). Casi todos ellos conservan, a principios del Paleolítico superior, rasgos arcaicos. Los del Combe-Capelle recuerdan mucho al Neandertal.Está claro que hubo híbrídos (mezcla de Neandertal y hombre moderno). ¿Es posible que esos híbridos, al igual que ocurre en otras especies animales, fueran estériles? Posiblemente. En todo caso, en los inicios del Paleolítico superior aún coexistían Neandertales y modernos, aunque por poco tiempo, ya que inmediatamente después se ímpondrá el Cromagnon.

EL HOMBRE MODERNO SE IMPUSO

En el Próximo Oriente, donde conocemos pocos restos del Paleolítico superior; los hallazgos de Obalo II y Nahal Ein Gev I ya son de hombres con clara morfología moderna, más grácil que sus antecedentes de Qafzeh y Skhul. En Asia, los hallazgos de India y Sri Lanka (Batadamba lena: 28-16.000 A.P y Beli lena Kitulgala: 12.000 A.P) revelan la presencia del hombre moderno, con estructuras aún más robustas, desde el interglaciar Riss-Würm; igualmente en Chína, donde están

presentes en la Cueva Superior de Zukudian yJapón, en Minatogawa, con cronología más tardía. Recientes descubrinientos en Australia indican que su poblamiento se efectuó haciía 30.000 A.P, con inmigrantes de Asia sudoriental, aunque hoy se manejan fechas más elevadas, de hacia 60.000 B.P, aún sin confirmar. A América, el *Homo sapiens* llega ya plenamente formado, hacia 40.000 A.P., aunque algunos autores manejen fechas mucho más elevadas.

EL NEANDERTAL EN LA EVOLUCIÓN HUMANA

Fue, sin duda un papel decisivo: a él se deben importantes avances tecnológicos y conceptuales (pese a lo que diga mí buen amígo Juan Luís Arsuaga). La aparición de Cueva Chauvet, con uno de los conjuntos más bellos de pintura rupestre de hacia 30.340 ± 570 A.P (muy a inicios del Páleolítico superior) nos obliga a reflexionar. ¿Es posible que el insigne profesor E Bordes llevase razón, hace unos años, cuando insinuaba que el arte rupestre que hoy nos asombra pudo haberse iruciado en tiempo de los neandertales? No nos anticipemos a los acontecimientos. El hombre de Neandertal y la Arqueología aún no han dicho su últíma palabra. Puede haber sorpresas y en Ciencia siempre es conveniente la prudencia, si no queremos ponemos a la altura del arzobispo Ussher.

LOS OTROS NOBELES

10-10-99

En los próximos días se dará a conocer la cosecha de Nobeles científicos de este año. De ellos nos ocuparemos próximamente. Pero hoy nos vamos a referir a los "otros Nobeles, a los Premios Nobel Ig, en los que la partícula Ig es sinónimo de ignorable, ya que honran a aquellos científicos cuyos logros y descubrimientos "no pueden o no deberían ser reproducidos". Estos Premios, concedidos anualmente son la respuesta viva a la pregunta: ¿puede ser divertida la Ciencia?

La Universidad americana de Harvard es la más antigua de Estados Unidos y una de las más prestigiosas y su historia corre pareja a muchos aspectos intelectuales de aquel país. De ella fueron alumnos los presidentes americanos John Adams, John Quincy Adams, Rutherford D. Hayes, Theodore Rooselvelt, Franklin D. Rooselvelt y John F. Kennedy. Su biblioteca posee más de diez millones de volúmenes, distribuidos en tres edificios contiguos, y guarda preciados legados, entre ellos los cedidos por Ernest Hemingway y John y Robert Kennedy.

LA CEREMONIA. Hace pocos días en el solemne recinto del Teatro Sander de la Universidad de Harvard se celebró la ceremonia de entrega, por parte de verdaderos premios Nobel, de los diez premios Nobel Ig de este año. El comité de concesión, en buena parte estudiantes universitarios, pretende dar los premios a las consecuciones que consideran más divertidas o tontas. Como no todos los posibles receptores poseen el mismo sentido del humor, previamente se les consulta si, en su opinión, la concesión puede dañar su prestigio. El resultado es que casi la mitad de galardonables rechazan el "honor" de recibir un premio Nobel Ig.

En todo caso la ceremonia de concesión es muy vistosa y variada, con el estreno de una ópera (el tema de este año estaba basado en la leyenda del apóstol pionero de la clonación humana, Richard Seed, quien fue ganador Nobel Ig del pasado año). Se dieron hasta cinco conferencias magistrales, lo cual fue posible ya que el tiempo límite asignado a cada una de ellas fue inferior a 30 segundos, incluyendo la de Dudley Hersbach, un verdadero y prestigioso Premio Nobel de Química de 1985 por sus investigaciones sobre la cinética de las

reacciones químicas, quien intervino tras el Dr. Len Fisher, uno de los diez ganadores Ig de 1999 (premio Nobel Ig de Física), por sus estudios para calcular el modo óptimo de mojar un bizcocho. El sentido del humor se acentuó con una conferencia sobre la herencia, ilustrada con las fotografías de los descendientes de escogidos científicos o con las consideraciones de otro de los ganadores Ig de 1998, por su invento de un traje anti osos pardos.

LOS PREMIOS. El ya comentado del mojado de bizcochos del Dr. Len Fisher, de Física, tuvo el acompañamiento del profesor universitario inglés quien, lógicamente, de acuerdo a su procedencia, ha realizado una extensa investigación para calcular como fabricar un pitorro de tetera que no gotee al verter el té. Y, siguiendo con temas gastronómicos, el **Nobel Ig de Sociología** le correspondió a un sociólogo de la Universidad York de Toronto, cuya tesis doctoral la ha realizado sobre el "fascinante" tema de la sociología de las tiendas canadienses vendedoras de "donuts". Asimismo, el **Ig de Literatura** siguió la misma trayectoria alimenticia, ya que sirvió para recompensar a una institución dedicada a la elaboración de Normas, por sus sesudas especificaciones de seis páginas (las BS-6008) dedicadas a relatar como se debe preparar adecuadamente una taza de té.

Cambiando de materias el **Ig de Educación**, por méritos propios. le fue asignado a la Oficina de Educación de Kansas por su recomendación a los niños de que no le diesen más crédito a la teoría de la evolución de Darwin que el que le pudiesen dar a otras teorías físicas o químicas como la del electromagnetismo de Maxwell. Y un médico noruego fue premiado con el **Ig de Medicina** por su minuciosa tarea de coleccionar, clasificar y estudiar los recipientes usados por sus pacientes para transportar, para su análisis, las muestras de orina. También relacionado con esta área el premio **Ig de Salud Pública** le correspondió a los inventores de la patente US 3.216.423 que consiste en un artilugio que ayuda a dar a luz a las mujeres gestantes, colocándose éstas sobre una mesa circular que gira a gran velocidad. En cualquier caso, la audiencia femenina lo que sí premió con grandes aplausos fue la concesión de **Ig de Química** al presidente de una Agencia de Detectives japonesa que ha conseguido fabricar un aerosol detector de infidelidad

que para que funcione adecuadamente basta con que sea aplicado por las esposas a la ropa interior de sus maridos o parejas.

En el área biológica, un investigador mexicano del Instituto mexicano del Chile, ha sido recompensado por la obtención de un chile jalapeño no picante, mientras que el **Ig de protección ambiental** marchó hasta el inventor coreano del traje de negocios auto perfumado. Y de uno de los más preciados Ig, el de **la Paz**, se han hecho merecedores los dos inventores sudafricanos que han diseñado una alarma antirrobo de automóvil consistente en un circuito de detección y, nada más ni nada menos, que un lanzallamas.

SIGNIFICADO. El pasado verano se celebró en Budapest la Conferencia Mundial de la Ciencia que en su declaración final recordaba que el conocimiento científico ha conducido a innovaciones muy notables que han resultado ser de gran beneficio para la humanidad., haciendo una llamada a las naciones y científicos del mundo para que reconociesen la urgencia de utilizar los conocimientos de todos los campos de la ciencia de una manera responsable para responder a las necesidades y aspiraciones humanas sin el maluso de sus conocimientos. Está bien este tono solemne para una declaración de este tipo, pero el cultivo de la ciencia es una actividad humana y, como toda actividad humana debe ser polifacética y, sobre todo, huir de la pedantería. Es en este contexto amable y desenfadado, en la necesidad de cultivar el sentido autocrítico, en el que se debe encuadrar los premios Nobel Ig comentados, que sirven de contrapunto a los serios Nobel verdaderos e, incluso, a los Nobel alternativos dedicados a destacar la lucha contra las injusticias humanas. Precisamente, hace más de cuatro siglos, un gran filósofo tolerante, Montaigne, escribió en el libro primero de sus célebres ensayos, el titulado **Sobre la pedantería**: "*La ciencia es saludable medicina, pero no hay medicina que no se corrompa y vicie, si el vaso en que se halla contenida tiene algún vicio o corrupción*". Y, desde luego, el humor, la autocrítica son remedios muy eficaces para contrarrestar cualquier vicio o corrupción.

RESFRIADOS

Los resfriados víricos que se producen en esta época del año suelen dejar una herencia posterior de de bronquitis, neumonías y demás complicaciones bacterianas. ¿Cuáles son las razones de esta relación? Es un tema poco conocido hasta ahora, sobre todo a nivel molecular. Unos datos al respecto se publican en la revista *JOURNAL OF CLINICAL INVESTIGATION*: Un buen número de los diferentes rinovirus causantes de resfriados también favorecen la producción linfocitaria de la interleuquina IL-10, que inhibe la actividad proliferativa de los linfocitos T que serían necesarios para combatir las invasiones bacterianas. Estos conocimientos abren nuevas posibilidades futuras terapéuticas.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

La necesidad de prudencia en estos temas queda patente con el ejemplo del arsénico, muy conocido por su gran toxicidad, pero que diversas investigaciones han mostrado su carácter de elemento esencial, de modo que su déficit puede dar lugar a diversas complicaciones carenciales. Por ejemplo, la deficiencia en arsénico, produce la muerte en cabras lactantes; en roedores altera el metabolismo de la metionina; y en humanos sometidos a hemodiálisis puede ocasionar desórdenes nerviosos y enfermadades vasculares y malignas. Una dieta normal contiene las necesidades usuales evaluadas entre 12 y 15 microgramos diarios. El arsénico (inorgánico y orgánico) es proporcionado principalmente por carnes, pescados, vegetales amilosos y cereales.

LA POBRE RUSIA

En el año 2003 está proyectada la finalización de la Estación Espacial Internacional, que sustituirá y mejorará a la famosa y vetusta MIR. Como es usual en los proyectos de Gran Ciencia, el tiempo de investigación para los diversos y costosos proyectos internacionales se distribuye entre los socios participantes. Las grandes dificultades por las que atraviesa Rusia han hecho que haya vendido a la NASA, por 60 millones de dólares, una parte del tiempo que le corresponde. Y, como ello todavía le resulta insuficiente, pretende seguir vendiendo parte de su tiempo a Japón y a la Agencia Espacial Europea, para poder cumplir sus compromisos de construcción de diversos módulos para la Estación.

LA FUNDACIÓN EUROPEA DE LA CIENCIA

17-10-99

Es previsble que en el próximo siglo XXI la Ciencia se convertirá en una ventaja competitiva beneficiosa para los pueblos, teniendo como base la solidaridad y que la ciencia es un recurso poderosísimo para poder entender los fenómenos naturales y sociales.

Las obvias consideraciones anteriores figuran en la Declaración final de la Conferencia mundial sobre **La Ciencia en el siglo XXI: un nuevo compromiso**, que tuvo lugar hace unos meses en Budapest, organizada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU). Ciertamente, la Ciencia la podemos considerar simultáneamente como un rico legado y un ambicioso reto al que se podría aplicar las palabras de Johann Wolgang von Goethe: "*Sea lo que fuere lo que os han dejado vuestros padres, habréis de ganarlo si queréis poseerlo*".

EUROPA. Europa ha sido cuna de buena parte de los avances científicos del pasado, pero ¿será capaz de cuidar el legado recibido, de conservarlo e, incluso, de incrementarlo? Este viejo continente se halla inmerso en una de sus más profundas y radicales transformaciones en su escenario social, político y económico y, desde luego, la ciencia ha de estar íntimamente unida al nuevo entorno socio-económico europeo.

Para lograrlo existen valiosas iniciativa y realidades. Una de las más interesantes es la Fundación Europea de la Ciencia (ESF), con sede en Estrasburgo, Fundación que cumple su 25 aniversario, ocupado su cargo más relevante, la Secretaría General, por un destacado científico catalán, el profesor Enric Banda.

La creación de la Fundación fue una idea, en su momento, de Ralf Dahrendorf, comisario europeo que tenía a su cargo las responsabilidades de la investigación, la ciencia y la educación. El propósito era conseguir que las grandes instituciones investigadoras europeas fuesen capaces de aunar esfuerzos y tomar medidas por sí mismas, sin la necesidad de depender exclusivamente de los gobiernos.

Los primeros frutos aparecieron con el nacimiento, en el seno de la ESF, de dos organizaciones multilaterales científicas. Por una parte, en 1971, el EMRC o Consejos de Investigación Médica Europea, cuyas diversas actividades (Conferencias, Programas, Redes de intercambio,

etcétera) cubren todos los campos clásicos y modernos de la Medicina. La segunda organización multinacional (ESRO), en 1972, enfocó sus actividades en las Ciencias Naturales. En la actualidad la Fundación Europea de la Ciencia cuenta con 65 organizaciones científicas miembros de la misma, pertenecientes a 22 países europeos. Las dos españolas son el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Oficina de Ciencia y Tecnología.

ACTIVIDADES. La Fundación pretende actuar de catalizadora de la Ciencia europea favoreciendo el debate entre los científicos y las instituciones financiadoras, así como el establecimiento de actividades investigadoras europeas de colaboración. Con ello se persigue conseguir objetivos diferentes como son: estrechar las interrelaciones europeas en investigaciones básicas, aconsejar sobre las políticas científicas de importancia estratégica, facilitar la movilidad de los investigadores y el libre flujo de información e ideas, favorecer el uso colaborativo de las grandes instalaciones científicas europeas y promover la creación de otras.

Globalmente, las cinco grandes divisiones de áreas de actividad se distribuyen entre Ciencias Físicas e Ingenierías; Ciencias Médicas; Ciencias de la Vida, Ambientales y de la Tierra; Humanidades; y, por último, Ciencias Sociales. En el presente año 1999 son más de un centenar las actuaciones habidas en forma de diferentes reuniones científicas y conferencias como las 44 EURESCO, financiadas por la Unión Europea, sobre materias concretas, aparte de numerosas publicaciones como, por ejemplo, sería la dedicada a revisar las necesidades europeas de disponer de un gran sincrotón acelerador de partículas, para usos biológicos y médicos. Entre las múltiples actuaciones concretas posibles escogidas, se podría citar que tras que el Reino Unido indicase, en 1996, la sospecha de una relación entre la encefalitis bovina espongiforme (*las vacas locas*) y la enfermedad neurodegenerativa humana de Creutzfeldt-Jakob, desde la Fundación, antes que desde cualquier otra organización, se hizo pública la primera opinión científica autorizada al respecto. Y lo mismo sucedió, tras la reunión convocada para considerar los aspectos científicos relativos al desgraciado episodio de la contaminación en Doñana. O el interesante

Programa que desde 1993 al 2003 se dedicará a la **Evaluación del Impacto de las Plantas Modificadas Genéticamente**, en el que colaborarán científicos de diversos grupos europeos especialistas en la genética, ecología, patología y agronomía de los vegetales modificados y sus correspondientes variedades naturales. O las diversas actuaciones en temas tan distintos como las frecuencias radioastronómicas y satélites de telecomunicación, armonización europea sobre los derechos de autor y su impacto sobre la investigación, la perforación intercontinental oceánica, el Observatorio Astronómico Virtual y un largo etcétera.

FUTURO. El profesor Enric Banda, Secretario General de la Fundación Europea de la Ciencia, en una reciente publicación realizada en **European Review** se refiere al futuro de la Fundación, en una Europa que en los años 20 del próximo milenio posiblemente contará con una confederación de unos 30 países federados de un modo complejo como consecuencia de largas y complicadas negociaciones que consigan situaciones consensuadas. Las fuerzas auspiciadoras de ese federalismo serán básicamente económicas y sociales, pero la Ciencia siempre continuará siendo el motor potencial del crecimiento y del cambio. Y, como el resto de relaciones europeas, sin duda la complejidad será una de las características principales del sistema europeo de Ciencia y Tecnología. En este contexto un organismo como la Fundación posee una fuerte razón de ser ya que posee una masa crítica que le hace ser muy representativa de los más importantes científicos europeos en todas las disciplinas, lo cual es importante en una Europa que será muy diversa.

En cualquier caso, Europa debe ser consciente de la necesidad imperiosa de crear ambientes científicos más adecuados para los jóvenes investigadores brillantes. Cada año por esta época se vuelve a repetir el hecho de que una alta proporción de ganadores de los premios Nobel son europeos, pero realizan su trabajo en USA. Europa no podrá competir realmente con USA si, en el campo de la ciencia no se realiza un esfuerzo de mejora generalizada de la situación y en establecimiento de fluidas vías de comunicación e intercambio entre la industria y la ciencia. Y, de acuerdo con el profesor Enric Banda, los esfuerzos futuros de la Fundación Europea de la Ciencia, de un modo preferente, se encaminarán a facilitar esos propósitos.

NOBEL DE MEDICINA

En el interior de nuestras células continuamente estamos fabricando un gran número de proteínas que desarrollan funciones esenciales, para lo cual es necesario su transporte a otros compartimentos, situados en el interior de las propias células o, frecuentemente, en el exterior, en diversos órganos y tejidos. ¿Cómo atraviesan las membranas estas nuevas proteínas sintetizadas y como se dirigen y llegan a su localización correcta? Por sus descubrimientos moleculares sobre las señales que gobiernan estos procesos, el Karolinska Institute ha concedido el premio Nobel de Medicina y Fisiología de 1999 al profesor alemán Günter Blobel, cuya actividad investigadora la desarrolla en la Universidad Rockefeller de Nueva York.

NOBEL DE FÍSICA

Los también científicos europeos, concretamente holandeses, Martinus J. G. Veltman, ya jubilado, y Gerardus´t Hooft, de la Universidad de Utrecht, han sido los galardonados en 1999. Sus investigaciones han versado sobre la estructura cuántica de las interacciones electrofísicas. Concretamente han conseguido darle un fuerte soporte matemático a la teoría física de las partículas, demostrando que la teoría puede ser utilizada para cálculos muy precisos de entidades físicas. Recientemente, diversas investigaciones realizadas con aceleradores de partículas europeos y americanos han confirmado los cálculos teóricos realizados con sus hallazgos.

NOBEL DE QUÍMICA

Sus estudios sobre los estados de transición de las reacciones químicas utilizando la espectroscopía de fentosegundos han sido los que le han llevado hasta el Nobel de Química de 1999 al profesor egipcio Ahmed H. Zewail, formado en la Universidad de Alexandria, doctor por la universidad americana de Pennsylvania y, desde 1990, catedrático de Químico Física en el Instituto de Tecnología de California. La utilización de flashes láseres ultracortos le ha permitido estudiar los mecanismos de las reacciones químicas en la misma escala de tiempos en la que tienen lugar. Un fentosegundo es milbillonésima parte de un segundo.

LAS SEÑALES DE TRÁFICO

24-10-99

Vishwanath Lingappa, su discípulo, siempre recordará la noche en la que, junto a su maestro, el profesor Günter Blobel, hubo de asistir a una cierta fiesta social. Al salir, preocupado por los experimentos que tenía en marcha, vestido de smoking, el Dr. Blobel volvió a su laboratorio de la Rockefeller University de Nueva York para completar, durante la madrugada, su trabajo.

El Dr. Günter Blobel, nacido en 1936, es alemán y se licenció en Medicina en la Universidad de Tübingen, desde donde marchó a Estados Unidos para realizar su tesis doctoral e iniciar su carrera investigadora. Hace unos días acaba de ser recompensada esa labor investigadora con la concesión del Premio Nóbel de Medicina de 1999.

TRÁFICO. Un ser humano adulto puede poseer unos cien billones de células. Cada célula, a su vez, puede contener unos mil millones de moléculas de proteínas, que suelen poseer importantes funciones: constituyentes de la arquitectura celular, funciones transportadoras, catalizadoras, de reconocimiento, inmunológicas, etcétera. Una célula contiene diferentes compartimentos u orgánulos que suelen estar rodeados de membranas formadas por asociaciones de lípidos y proteínas. Cada uno de estos orgánulos necesita de sus proteínas específicas para poder llevar a cabo eficazmente sus tareas. Por ejemplo, el núcleo contiene el material genético y gobierna todas las funciones celulares y las mitocondrias son los **motores celulares** que producen la energía necesaria para la célula. Cuando una célula se divide, se fabrican grandes cantidades de proteínas y se han de formar nuevos orgánulos celulares. Pues bien, uno de estos orgánulos, el retículo endoplásmico, junto a los ribosomas, es el lugar donde se sintetizan casi prácticamente todas las proteínas celulares. Entonces, ¿cómo pueden atravesar las proteínas las firmes barreras de impermeabilidad que constituyen las diferentes membranas? Y, aún más complejo, ¿cómo las proteínas recién sintetizadas logran dirigirse específicamente a sus diferentes y correctas localizaciones, tanto en el interior como en el exterior de la célula donde son producidas?

Este gran problema de tráfico proteínico intra y extra celular era un completo misterio hasta hace unas pocas décadas. Hoy sabemos que muchas patologías se originan por errores cometidos en alguno de los pasos que se dan en ese tráfico. Por ejemplo, la enfermedad hereditaria hiperoxaluria primaria, que ocasiona cálculos renales desde edades tempranas. O algunas formas de hipercolesterolemia familiar. En la fibrosis cística, una de las enfermedades hereditarias más frecuentes, el problema también radica en que ciertas proteínas no alcanzan su destino adecuado.

HIPÓTESIS. A principios de los 70 el Dr. Blobel, que había sido discípulo posdoctoral aventajado de George Palade, otro Premio Nóbel de Medicina, elaboró una hipótesis muy brillante (**Hipótesis de la Señal**): Las proteínas recién sintetizadas contarían con una especie de **código postal**, una señal intrínseca o señal topogénica, que sería esencial para que la proteína supiese llegar al correspondiente orgánulo. Durante algún tiempo su atención se centró en la investigación de cómo una proteína destinada a ser exportada de la célula se dirigía a un sistema intracelular membranoso, el retículo endoplásmico. En 1975 ya estaba en condiciones de exponer que, efectivamente existían unas señales topogénicas reguladoras del tráfico, consistentes en un péptido (una secuencia de aminoácidos en un determinado orden) situado en un extremo de la proteína considerada (aunque otras veces lo está en el interior), formando parte integral de la misma. Por tanto, la señal topogénica también está controlada genéticamente, al igual que lo está toda la proteína. Asimismo, comprobó que las proteínas atravesaban las membranas a través de canales determinados y que existían en los orgánulos o membranas receptores específicos reconocedores de esas señales topogénicas.

Desde ese momento Blobel y sus colaboradores han ido caracterizando los detalles moleculares de este complejo proceso, demostrando que la hipótesis era correcta y universal, funcionando para los diversos orgánulos, tanto en levaduras y plantas como en células animales. Es la naturaleza específica de la señal topogénica (su secuencia de aminoácidos) la que determina el destino proteínico, haciendo que una proteína atraviese una determinada membrana de un

orgánulo, se integre en otra membrana, o sea, exportada extracelularmente.

CONSECUENCIAS. El genoma humano estará mapeado en poco tiempo y una de las consecuencias de ello será el conocimiento de la naturaleza de las diversas señales topogénicas o "códigos postales", lo que nos ayudará al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas. Ciertas proteínas, usadas como medicamentos, ya se producen biotecnológicamente, usando bacterias como fábricas: insulina, eritropoyetina, interferón o la hormona del crecimiento. Pero otras muchas proteínas humanas, para ser funcionales, necesitan ser sintetizadas en células más complejas como las de levadura. Para conseguirlo será necesario modificar los genes que codifican a tales proteínas añadiéndoles las secuencias codificadoras de las adecuadas señales de transporte, con lo que las células productoras operarán eficazmente como factorías de proteínas, que una vez sintetizadas, se exportarán al medio exterior. Por otra parte, el conocimiento de las señales topogénicas permitirá construir fármacos y medicamentos dotados de los adecuados "códigos postales" que aseguren que llegarán al orgánulo adecuado para corregir o luchar contra un defecto específico.

El trabajo del Dr. Blobel y sus colaboradores ha sido decisivo para la consecución de una de las mayores revoluciones científicas de los últimos años: la conversión de la Biología Celular en Biología Celular Molecular, lo que, junto al desarrollo de la Genética Molecular, va a permitir una serie de aplicaciones futuras de un gran impacto dentro de la Medicina. También vale la pena destacar que el Dr. Blobel piensa donar una parte de su premio de $ 960.000 para reconstruir la catedral Frauenkirche de Dresden, su ciudad natal, catedral que fue destruida durante uno de los bombardeos del final de la 2ª Guerra Mundial, en 1945.

XENICAL

Hace unos meses el lanzamiento del Xenical como nuevo eficaz medicamento adelgazante alcanzó una fuerte repercusión informativa. En España actualmente se está utilizando por 120.000 pacientes. Un reciente estudio realizado sobre 7000 personas en Suecia ha mostrado que la pérdida de peso está asociada a la reducción de los factores de riesgo cardiovascular en hombres y mujeres, lo cual se suma a que, independientemente a la pérdida de peso, el Xenical ejerce un efecto disminuidor pronunciado sobre las lipoproteínas de baja densidad, las LDL (*colesterol malo*).

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Las crucíferas son una familia de vegetales entre los cuales hay muchas plantas que se cultivan como alimento. La familia contiene unos 390 géneros y 3.000 especies. Su distribución es amplia, con centros de diversidad en la región Mediterránea y el suroeste y el centro de Asia. Entre las crucíferas comunes están la col o repollo, la coliflor, las coles de Bruselas, el brócoli y el colirrábano. En una investigación realizada sobre unos 48.000 hombres durante ocho años se ha demostrado que la ingesta de crucíferas en la alimentación está inversamente relacionado al riesgo de sufrir cáncer de vejiga.

ASPIRINA

La paternidad de la aspirina está en discusión. Según la casa Bayer su químico Felix Hoffmann, buscando una sustancia que aliviara el reumatismo de su padre, sintetizó el ácido acetilsalicílico en 1897, que Bayer comenzó a vender en 1899. Pero Walter Sneader, un farmacéutico inglés, afirma que el examen de las viejas notas de laboratorio muestra que el trabajo de Hoffmann estuvo dirigido por su jefe, el judío Arthur Eichengrün. Por su parte un representante de la Bayer ha indicado que Sneader confunde a Felix Hoffmann con otro tal Fritz Hoffmann de modo que este último, sin relación con la aspirina, sería el discípulo de Eichengrün. La discusión continuará.

LA SALUD FRUTAL

31-10-99

El YOGA SÜTRA, texto básico del yoga, fue escrito por el sabio indio Patañjali, aproximadamente hacia el siglo II a. de C., y su influencia se ha extendido sobre el resto de los sistemas de pensamiento existentes en el mundo. Son muchos los seguidores de las diversas acepciones del yoga, entre ellos numerosas personalidades, como el gran violinista sir Yehudi Menuhin, que tan apreciado fue por la reina Sofía.

En los últimos años el yoga ha sido recomendado por algunos expertos en salud como un medio de despojar el cuerpo de impurezas, reducir peso, tonificar los nervios y músculos y, en general, mejorar la salud y prolongar la vida. En Occidente la filosofía y práctica del yoga se popularizaron, a partir de los años 20 de este siglo, gracias a la labor realizada por el yogui Paramahansa Yogananda, fundador de la Sociedad de Autorrealización, autor de la frase: "Las frutas son los más beneficiosos espiritualmente de todos los alimentos". Efectivamente, ya que para muchos expertos médicos la fruta es la medicina más barata disponible, de modo que prestigiosas organizaciones internacionales relacionadas con la Salud, como es el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos recomiendan una ingesta diaria mínima de cinco servicios de frutas o vegetales (un servicio de fruta equivale a una pieza de tamaño mediano). Las razones científicas se basan en los diferentes componentes que contienen y las analizaremos próximamente. Hoy nos limitamos a resumir los centenares de evidencias científicas que atestiguan la relación positiva existente entre fruta y salud.

SOBREPESO. El principal componente energético de las frutas no son las grasas ni las proteínas, sino los hidratos de carbono. Fueron investigadores españoles los que, al estudiar los hábitos alimenticios de las personas mayores, comprobaron que a igualdad de ingesta calórica la obesidad guardaba una relación inversa con el consumo de frutas. La razón es el alto contenido de pectina de los frutos. La pectina es un tipo de fibra no absorbible, presente en las paredes celulares de las frutas, que estudios previos, realizados en 1997, habían demostrado que reducía la concentración plasmática de colesterol y enlentecía el vaciado del estómago tras la comida, creando sensación de saciedad y ayudando

a moderar la subida de concentración sanguínea de azúcar, tanto en personas normales como en diabéticas. De ahí que las dietas con alto contenido en pectinas puedan colaborar a luchar contra el sobrepeso.

En relación con la diabetes, muchas personas piensan que, debido a su contenido en hidratos de carbono, la ingesta de frutas debe restringirse drásticamente en estos pacientes. Muchos estudios clínicos indican el error de esta presunción, ya que el principal hidrato de carbono de las frutas es la fructosa, con mucho mayor carácter edulcorante) que la sacarosa o azúcar normal y cuyo metabolismo y posible transformación en glucosa ocurre de un modo lento, aún más con el concurso de una alta ingesta de pectina. Las investigaciones clínicas muestran que el consumo **moderado** de la fructosa de frutos en los pacientes con diabetes de tipo 2 (no dependientes de insulina) no eleva sus niveles de glucosa sanguínea, sino que, incluso, se reducen.

E, insistiendo en falsas ideas preconcebidas, ¿qué sucede respecto a las enfermedades dentales, que tan asociadas se consideran a la toma de hidratos de carbono? Los estudios comparativos existentes muestran que, en relación con una alta ingesta alternativa de cereales, el consumo de fruta resulta beneficioso para evitar las enfermedades periodontales, más aún si se consumen cantidades altas de frutas variadas o que sean de variedades cítricas.

CORAZÓN Y CÁNCER. Otros estudios han demostrado que el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares se reduce si existen en la sangre concentraciones relativamente altas de carotenoides, de vitamina C, o de antocianinas. Los mecanismos moleculares de ello no se conocen totalmente, pero están ligados a las propiedades antioxidantes de estas sustancias, que evitan la formación de las placas de ateroma obstructoras de los vasos sanguíneos y favorecedoras de la formación de coágulos. Así, un estudio epidemiológico reveló que, a partir de un consumo anual de 5 kilos de cítricos, los riesgos de tales complicaciones cardiovasculares quedan bastante reducidos. Por otra parte, el potasio y el magnesio, abundantes en las frutas, poseen efectos potenciales hipotensores. De hecho, una investigación publicada en la prestigiosa revista ***New England of Medicine*** estableció, sobre una serie de varones americanos hipo-, normo- e hipertensos, que si su

ingesta normal de grasas saturadas disminuía a la mitad y se duplicaba su consumo de frutas y vegetales, en dos semanas su presión arterial sufría una disminución igual o mayor que la conseguida con los fármacos más eficaces usualmente utilizados.

Un alto consumo de frutas, ¿podría disminuir los riesgos de sufrir cáncer? Las causas de los cánceres son complejas, pero el estrés oxidativo parece que colabora en los pasos que van desde la malignización de una célula inicial hasta el proceso final de metástasis. Por ello, muchos de los componentes antioxidantes presentes en las frutas podrían representar un papel protector. Así lo confirman muchos centenares de investigaciones existentes al respecto, algunas de las cuales se han resumido en un extenso libro financiado por la Fundación Americana de Lucha contra el Cáncer, donde se recogen casi una treintena de tipos de cáncer en que ello ocurre, incluyendo el frecuente cáncer de pulmón, el de estómago, boca, faringe, mama, etcétera. La ingesta de mayores cantidades de fruta y vegetales suele reducir los riesgos de contraerlos hasta cifras próximas al 50% de las usuales.

EXCESOS. Sería muy beneficioso incrementar nuestro consumo de frutas y vegetales alcanzando la cifra de 5-10 servicios diarios. Pero, ¿puede ser perjudicial un exceso? Efectivamente así es, sobre todo si la fruta se ingiere en forma de zumo, en lugar de natural, ya que 100 gramos de zumo suelen tener el doble de contenido calórico que la misma cantidad de fruta fresca, aparte de perder ciertos componentes como algunos fitonutrientes, vitaminas, etcétera. Acorde con ello, algunos estudios han mostrado en niños pre-escolares a los que se les administraba un exceso de zumos de frutas en detrimento del consumo de leche mostraron tendencia a la obesidad (exceso de calorías ingeridas) así como a una menor estatura, al ser deficitarios de componentes normalmente presentes en la leche: calcio, fósforo, riboflavinas, vitaminas A y D, y proteínas.

Aparte de estos excesos concretos contraproducentes, componentes de los frutos como el potasio, magnesio, las pectinas, la fructosa, los carotenos, las antocianinas, las vitaminas C y E, son los responsables de sus efectos saludables. Entonces ¿qué frutos son los mejores para consumir?, ¿cómo debemos prepararlos y tomarlos? En el próximo artículo buscaremos las respuestas correspondientes.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

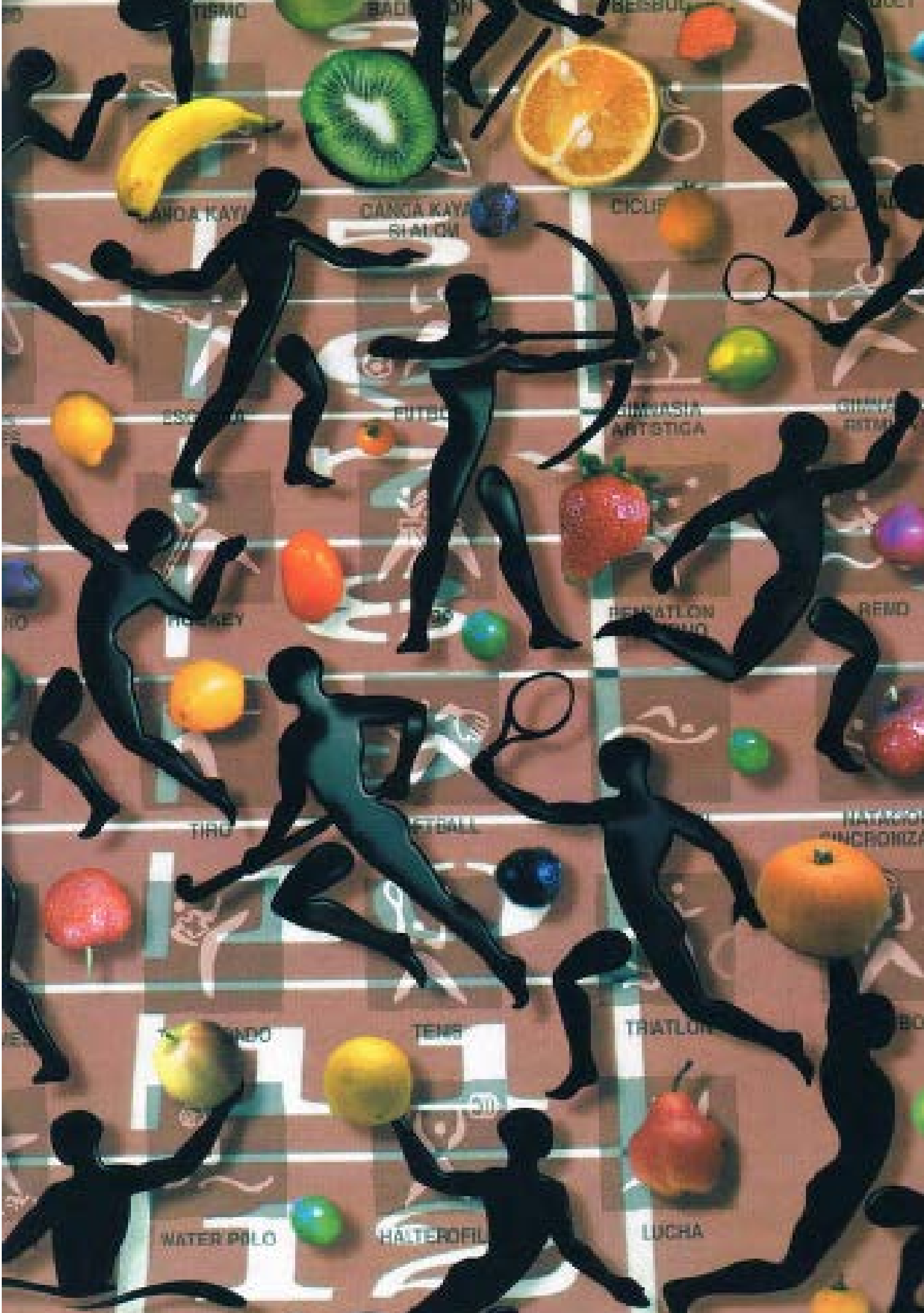
En el número de esta semana del JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION se publica una investigación realizada durante los últimos 10 años sobre unos 3000 adultos jóvenes en la que se concluye que en aquellas personas que ingieren al menos 21 gramos diarios de fibra la ganancia de peso fue sensiblemente menor que en los casos control con consumos inferiores o mínimos. Los resultados son más positivos que los basados en la simple reducción de grasas en la dieta. Como dato práctico una taza de cereales con alto contenido en fibra contiene aproximadamente unos 25 gramos de fibra.

VITAMINA E

En el último número de la revista *JOURNAL Of THE NATIONAL CANCER INSTITUTE* se incluye una investigación realizada sobre casi 30.000 varones fumadores de Finlandia con edades comprendidas entre los 50 y 69 años, a los que se controló durante seis años, que tomaban diariamente 50 mg de alfa-tocoferol (la forma predominante de la vitamina E), o 20 mg de beta-caroteno, o un placebo. En total se diagnosticaron 1144 casos de cáncer de pulmón, y los resultados indicaron que los varones fumadores reducían en un 19% los altos riesgos de sufrir cáncer de pulmón con la ingesta de la vitamina E.

SECUENCIA Y MAPA GENÉTICO

En el número de esta semana de la revista *NATURE* se hacen públicos la primera secuencia completa y mapa genético del conocido como complejo de histocompatibilidad mayor (MHC), una región del cromosoma 6 que es esencial para el sistema inmune. Aunque bastantes de los 224 genes identificados poseen funciones aún desconocidas, un 40% de los genes expresados (128) poseen una función en el sistemai nmune. Los datos son un excelente punto de partida para dilucidar la naturaleza de diversas enfermedades y de peculiaridades precisas del sistema inmune.


TIRO
TENIS
WATER POLO
HALTEROFIL
LUCHA

EL CAMPEONATO FRUTAL

07-11-99

"¡Oh salud! ¡Bendición de los ricos! ¡Riqueza de los pobres! ¡Dichoso el que pueda adquirirte, aunque sea a un precio muy elevado, pues no hay felicidad en este mundo sin ti!" En esta frase de su obra teatral VOLPONE, escrita en los primeros años del siglo XVII, el coetáneo de Shakespeare y también dramaturgo inglés y poeta lírico Ben Jonson resume magistralmente las ansias humanas por conseguir y mantener la salud.

Benjamín Jonson fue un escritor y personaje muy notable que llegó a compartir niveles públicos de consideración y estima comparables a los del maestro de Strattford upon Avon. Su obra Volpone corresponde aproximadamente a la época en la que durante seis años tuvo que someterse a ciertas limitaciones como corrección impuesta por los jueces a su poca diligencia en la asistencia a los oficios religiosos.

Lo que no podía imaginar Jonson ni sus contemporáneos es que el mantenimiento del preciado don de la salud pudiera estar estrechamente ligado a prácticas tan sencillas y económicas como las que analizábamos en el artículo anterior, es decir, un adecuado y alto consumo de frutas y vegetales. Un proverbio japonés expone concisamente esa estrecha relación entre frutos y salud: "*Cuando la piel de las naranjas se dora, el rostro de los médicos empalidece*".

COMPONENTES. En la composición de los frutos forman parte muchos componentes beneficiosos, algunos de ellos carentes, incluso, de valor energético nutricional: Las pectinas no son digeribles, pero poseen efectos beneficiosos sobre la digestión y el metabolismo de las grasas y del colesterol. Los altos contenidos de iones potasio y magnesio son esenciales para las funciones celulares relacionadas con procesos como la señalización nerviosa. Las vitaminas antioxidantes C y E actúan con mecanismos diferentes en la reducción de los radicales libres oxigenados. Y otro tanto ocurre con los componentes antocianinas, carotenoides y los, últimamente tan apreciados, flavonoides.

Los vegetarianos suelen tener altas ingestas de frutas y vegetales en sus dietas. En un estudio británico realizado durante 17 años sobre

11.000 personas, aproximadamente la mitad de ellas vegetarianas, se demostró que la tasa de mortalidad entre los vegetarianos fue del 50% respecto a la de la muestra global, debido esencialmente a la reducción de los problemas cardio- y cerebrovasculares, así como a una menor incidencia de malignizaciones tumorales.

La misma razón es la que parece ser la causa de las diferencias halladas en la incidencia de ciertas enfermedades entre los habitantes de la Europa mediterránea (con nuestra nunca suficientemente alabada dieta mediterránea) en relación con los países nórdicos europeos o con los Estados Unidos.

LOS MEJORES. Desde un punto de vista nutritivo no es sencillo establecer una adecuada clasificación de las bondades comparativas de cada fruto. Una de las razones es que, en muchos casos, aún se desconocen aspectos no sólo cuantitativos sino cualitativos en relación con la actividad biológica de sus componentes aislados o con interacciones poco conocidas. Asimismo, pueden existir diversas variedades y diferentes formas de preparación o, incluso, de cultivo que afecten su comportamiento. Pero, dejando todas estas salvedades, existen algunos estudios clasificatorios de los frutos.

Paul Lachance, un profesor universitario americano de Ciencias de la Nutrición ha desarrollado unos criterios de valoración que se basan en dos parámetros fundamentales. El primero, el llamado índice nutritivo por 100 gramos del fruto, analiza 9 factores nutricionales diferentes: proteínas, contenido total en vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico, vitamina C, hierro y calcio. El segundo parámetro guarda relación con las calorías por nutriente, es decir, el costo en calorías del fruto para que éste suministre al menos un 1% de cada uno de los nueve factores nutricionales antes reseñados. Un fruto estará mejor clasificado cuando mayor sea su índice nutritivo y menor su coste calórico. El resultado global de los cálculos, teniendo en cuenta ambos conceptos da un fruto campeón, que es el kiwi (con valores respectivos de ambos parámetros de 16 y 3,8), seguido de la papaya (14 y 2,8), melones de la variedad cantalupo (13 y 2,6), fresas y fresones (12 y 2,5), mangos (11 y 5,9), limones (11 y 2,5), naranjas (11 y 4,2), grosellas (10 y 5,7), mandarinas (9 y 5,1), aguacates (8 y 20,9), pomelos (7 y 4,3),

albaricoques (7 y 7,3), frambuesas (7 y 6,4), melones (6 y 6,0), piñas (5 y 10,2), kakis (5 y 14,6), uvas (4 y 17,9), arándanos (4 y 14), ciruelas (4 y 13,4), plátanos (4 y 22,4), sandías (3 y 9,4), melocotones (3 y 13,4), nectarinas (3 y 15,3), cerezas (3 y 21), peras (2 y 32,8) y manzanas (2 y 32,8).

Otra evaluación diferente y más reciente fue realizada en otro prestigioso Centro científico y publicada en la revista ***Nutrition Action Healthletter***, hace algo más de un año. Incluye no sólo frutos frescos sino también en conserva, congelados y desecados. La atención principal se puso en los siguientes siete componentes: vitamina C, ácido fólico, potasio, calcio, hierro, fibra y carotenoides. De los muchos frutos analizados los diez primeros de la lista fueron: guayabas, sandías, uva negra, kiwis, papayas, melones cantalupo, naranjas, fresas y albaricoques. Hacia el final de la lista figuran algunas conservas como cócteles de frutas y peras en almíbar.

VARIACIONES. Cualquier clasificación sobre las bondades de los frutos es aproximada ya que depende de los factores tenidos en cuenta. Por ejemplo, en ninguna de las anteriores se incluye la fibra, no digerible, pero muy beneficiosa. Si sólo nos atenemos a esta consideración, el campeonato frutal estaría encabezado por frambuesas, grosellas, aguacates, kakis y kiwis. Si lo que más nos interesa es la vitamina E el orden sería aguacates, mangos, kiwis, cerezas, albaricoques y nectarinas, mientras que los mayores contenidos en vitamina C se hallan en kiwis, papayas, fresas, limones y naranjas. Y la vitamina A abunda más en mangos, melones cantalupo, albaricoques, nísperos, kakis y mandarinas. El mejor suministro de potasio y de magnesio lo tenemos con aguacates, plátanos, kiwis, melones y albaricoques, mientras que aguacates y papayas son los frutos más ricos en ácido fólico. Pero si nos interesasen más los flavonoides entonces nos decantaríamos más por los frutos cítricos.

El mensaje final podría ser el de uno de los organismos que han estudiado las anteriores clasificaciones. Consiste en tener bien presente que, dejando aparte las diversas ordenaciones, "*cualquier fruta es mejor que ninguna fruta y cuanta más fruta consumamos mayores son las posibilidades que tendremos de gozar de una mejor salud*".

SEXO

En los seres vivos existen diversos mecanismos para determinar el sexo de los descendientes. En muchos reptiles de sangre fría depende de la temperatura del huevo incubado. En los mamíferos existe una diferencia cromosómica, que en los humanos se concreta en la existencia del par cromosómico XX en las hembras y del XY en los varones. ¿Cuándo se estableció este mecanismo? Unos estudios evolutivos señalan un origen común para los cromosomas X e Y. Hace unos 300 millones de años alguna mutación sobre ese cromosoma común hizo aparecer al gen SRY. La presencia de SRY favoreció la evolución hacia el cromosoma Y, y su carencia la evolución del cromosoma X. Actualmente X e Y son muy distintos, de modo que el cromosoma Y sólo tiene un décimo de los genes presentes en el cromosoma X.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El uso de antibióticos para combatir diversas patologías provoca frecuentemente, como efecto lateral, la eliminación o pérdida de la flora intestinal lo que favorece los procesos de tipo diarreico. Ello puede evitarse en buena parte con el consumo simultáneo de yogures. Acaba de presentarse una comunicación en la reciente Reunión Anual del American College de Gastroenterology, celebrada en Phoenix, USA, en la que según una investigación realizada sobre 202 pacientes hospitalizados el consumo diario de dos yogures de vainilla redujo la incidencia de procesos diarreicos en más de un 50%.

FALLO RUSO

Incertidumbre sobre el desarrollo previsto inmediato de la estación espacial internacional. Efectivamente, se ha producido un segundo fallo, en menos de cuatro meses, en el lanzamiento de un cohete ruso Proton que estalló en el aire al poco tiempo de su lanzamiento en el cosmódromo de Baikonur. La preocupación radica en que es precisamente un cohete de este tipo el que está previsto que sea usado para llevar a la estación, en el próximo mes de enero, el módulo de servicio Zvezda, un importante componente de la estación espacial internacional. Aún no se sabe si el programa sufrirá algún retraso, aunque, en todo caso, antes de finalizar el año, se tienen previstos los lanzamientos de otros dos cohetes Proton.

PERPLEJIDAD CÓSMICA

14-11-99

Las limitaciones humanas en la búsqueda del conocimiento las describió magistralmente el genial Isaac Newton cuando escribió: "No sé lo que le puedo parecer al mundo; yo me veo como un niño que juega en la playa y se divierte al encontrar una piedra más suave o una concha más bonita que nunca, mientras que el gran océano de la verdad está ante mí, totalmente sin descubrir".

Buena parte de los esfuerzos del hombre por conocer esa verdad se han ocupado de la Cosmología, es decir, del estudio de la estructura y de la evolución del Universo. El avance en la Cosmología usa el método científico basado en la observación y experimentación a fin de elaborar las correspondientes teorías. A finales de los años 80 parecía que habíamos llegado a una situación bastante satisfactoria en nuestros conocimientos al respecto. Un origen del Universo acorde con la teoría del BIG BANG y unos postulados estándares cosmológicos (la **teoría de la inflación**) que apoyaban la idea de la existencia de una **estructura plana expansiva** del Universo, dominada por la materia.

CONFLICTOS. En todas las ciencias suele ser común que, en algún momento, se produzcan colisiones entre la observación y la teoría. Ello conduce a nuevos refinamientos y a la construcción de nuevas teorías. Más aún, ello constituye la base primordial de cualquier avance científico. Pues bien, la situación actual de la Cosmología hace pensar que nos encontramos en uno de estos conflictos, que algunos han llegado a calificar de irritantes, ya que partiendo de supuestos cosmológicos razonables se llegan a resultados aparentemente muy poco razonables.

Según las teorías establecidas el Universo estaría en continua expansión, pero la velocidad de esa expansión, al igual que le ocurre a una piedra lanzada al aire con nuestras manos, debería disminuir paulatinamente. Sin embargo, desde hace unos diez años las observaciones experimentales no acababan de encajar con la teoría cosmológica ya que se ha comprobado que algunas estrellas y galaxias parecen expandirse a velocidades cada vez más crecientes. Por otra parte, cuando se calcula la materia ordinaria existente en el Universo su

cuantía no es la predicha como la adecuada para frenar la expansión cósmica según el modelo de la inflación. Algo parece fallar.

Empecemos con el problema de la geometría del Universo. Existen tres posibilidades al respecto. La clásicamente aceptada es la de un Universo euclídeo, plano, infinito y conexo en el que la luz dispone de un solo camino para llegar desde un punto hasta el observador. En un Universo de este tipo los ángulos de un triángulo suman exactamente 180 grados. La segunda posibilidad sería la de un Universo esférico, cerrado, finito en extensión y duración. En este caso la suma de ángulos supera los 180 grados. La tercera opción es la de un Universo hiperbólico, con curvatura negativa (como la de una silla de montar), con lo que la suma de los ángulos de un triángulo sería inferior a 180 grados. ¿Cómo distinguir entre estas posibilidades?

EL VALOR DE OMEGA. Omega es el valor del cociente entre la densidad de masa o energía halladas experimentalmente en el Universo y la que correspondería a un Universo plano, euclídeo. Se confirmaría esta última posibilidad si Omega valiese 1. Un valor superior apoyaría que el Universo fuese cerrado mientras que un valor inferior a 1 reforzaría la idea de un Universo abierto hiperbólico. El problema, en los últimos 60 años, ha radicado en la obtención de valores fiables para Omega, cosa que hasta la fecha no se ha conseguido de un modo indiscutible. Otra posibilidad experimental abierta hacia el futuro radicaría en los datos relativos al espectro de poder angular de la radiación de fondo de microondas. Esta radiación es el recuerdo que queda tras el Big-Bang y la expansión subsiguiente. Se trataría, también, de comparar los datos experimentales con los predichos para las tres posibilidades barajadas de Universo.

Entretanto, Lawrence M. Krauss, un destacado cosmólogo americano, ha resumido recientemente resume sus puntos de vista al respecto afirmando que el modelo estándar de Universo hasta ahora vigente hay que abandonarlo y debe ser sustituido por uno de estas dos posibilidades: 1) Un Universo hiperbólico abierto; b) Un Universo plan, pero lleno de una energía de origen todavía desconocido, una **energía etérea** que habita el espacio vacío por lo que se le puede llamar energía del vacío, cuya contribución a la masa total del Universo podría ser del

orden del 60%, siendo la explicación de la denominada masa obscura o invisible del Universo. Esta extraña **energía del vacío** estaría incorporada a las ecuaciones relativistas que desarrolló Einstein para proponer en su día una llamada constante cosmológica, propuesta que después abandonó Einstein al colisionar con el modelo estándar de la expansión del Universo. Pero si se recupera ese concepto, la energía de vacío, que es su característica principal, a diferencia de las formas comunes de masa y energía, sería la de ejercer una fuerza gravitatoria repulsiva. Esta denominada **antigravedad cosmológica** sería responsable de la expansión del Universo a velocidades crecientes.

MATERIAS. La existencia de la energía de vacío también sería acorde con un complejo fenómeno físico conocido como **efecto Casimir** y con la teoría defendida por varias escuelas físicas de que el espacio está lleno de **partículas virtuales** que navegan por el mismo.

En cualquier caso, para completar la estructura de este nuevo y sugerente modelo del Universo sus defensores postulan que pueden distinguirse hasta cuatro formas diferentes de materia: a) **materia visible**, que es la ordinaria, compuesta de protones y neutrones, que forma las estrellas, los gases y el polvo cósmico; b) la **materia oscura bariónica** que es una materia ordinaria, demasiado tenue para ser observable; c) la **materia negra no bariónica**, que consiste en partículas exóticas como pueden ser los axiones, los neutrinos con masa y otras partículas másicas con débiles interacciones; d) la **materia negra cosmológica**, o lo que es igual, la "energía del vacío". Respecto a la masa global del Universo las contribuciones respectivas propuestas serían: materia visible (1%), materia oscura bariónica (5%), materia oscura no bariónica (30%) y energía de vacío (60%).

¿Es así nuestro Universo? En el futuro es posible que se puedan disipar y aclarar las dudas teniendo en cuenta los nuevos avances técnicos que se van poniendo a disposición de los cosmólogos. Tal ocurrirá con los nuevos detectores infrarrojos o con el tan esperado Telescopio Espacial de Nueva Generación que sustituirá ventajosa y próximamente al Telescopio Espacial Hubble, que tantos servicios ha prestado y está prestando a las ciencias astronómicas y cosmológicas.

PROYECTO MPS

Recientemente un grupo investigador de astrónomos de diversos Centros y países han encontrado la primera evidencia de existencia de planetas que orbitan alrededor de sistemas formados por una pareja de estrellas en lugar de una estrella sencilla. El Proyecto MPS (Microlensing Planet Search) utiliza una técnica de micro lentes gravitacionales, basada en una propiedad, ya anticipada por Einstein en los años 30,de que cuando un objeto celeste se mueve por delante de otra estrella más distante, su gravedad actúa como una lente amplificadora. En esta investigación se han usado datos astronómicos obtenidos en observatorios de Australia, Israel y Chile.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En una sesión celebrada dentro de la reunión que la Asociación Americana de Cardiología acaba de celebrar en Atlanta, USA, se han presentado los resultados obtenidos con una grasa vegetal (que en Estados Unidos se comercializará con la denominación de Take Control) que contiene ésteres de esteroles procedentes del aceite de soja. El consumo de tan sólo 1 gramo diario durante cinco semanas conduce a disminuciones medias de un 7,6 % en las LDL (“colesterol malo”) en las personas sometidas a los adecuados controles científicos

SOJA E INTELIGENCIA

Más noticias alentadoras sobre la soja y sus derivados se han hecho públicas en un Simposio Internacional celebrado la pasada semana en Washington sobre el papel de la soja en la prevención y tratamiento de ciertas enfermedades. En esta ocasión se ha investigado sobre mujeres embarazadas y lactantes, demostrando las isoflavonas y otros fitoestrógenos presentes en la soja tienen un efecto moderado, pero siempre positivo, sobre la futura salud de las madres y, lo que es tanto o más interesante, sobre la de los niños.

POR QUÉ LAS FLORES SON COMO SON: LOS ARQUITECTOS FLORALES

21-11-99

Marcos Egea Gutiérrez-Cortines, profesor de Genética en la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPCT

Después del tórrido verano mediterráneo, comienza una época de lluvia que independientemente de sus efectos, normalmente provechosos, sobre el bolsillo del agricultor, es bien recibida por un sinfín de animales y plantas que, adaptados a estas lluvias periódicas, despiertan a una fase activa cuyo fin es la reproducción.

Algunas especies llevan a cabo esta función reproductora de una forma tan privada y humilde que sólo el estudioso puede descubrir que, en ellas, está en pleno apogeo la fase más importante de la vida. Otras, sin embargo, aprovechan la ocasión para desplegar sus órganos reproductivos de forma descarada. Estas son las plantas que inundan el campo con sus flores. La variedad aparente de estructuras y colores de las flores es muy grande, pero todas cumplen la misma función: la de producir polen y ovarios. La flor define e indica las variadas estrategias reproductivas de las plantas: algunas flores son llamativas, tanto en color como en forma, y dejan el trabajo de polinización a las abejas; los cactos gigantes de California abren sus flores por la noche y confían el trabajo a los murciélagos; y las humildes pero eficientes espigas de las gramíneas, como el trigo y la cebada, dejan su vida sexual en manos del viento.

ARQUITECTOS FLORALES. A pesar de la aparente diversidad en formas, tamaños y colores, el proceso de formación de las flores es muy similar para todas las plantas estudiadas. Estos procesos o programas de desarrollo están controlados por genes, que actúan como verdaderos arquitectos florales. En todas las flores se encuentran los mismos arquitectos. Las diferencias entre ellas radican en los planes que tiene cada arquitecto y en las relaciones que mantiene con sus colegas, ya que ello sirve para determinar las estructuras que nosotros vemos.

El análisis genético de los procesos de desarrollo consiste, precisamente, en buscar cuáles son los genes responsables de un

proceso biológico. Es interesante recordar que Goethe quería ser recordado como un científico y no como un literato. En su libro **Metamorphosis der Pflanzen** (**La metamorfosis de las plantas**), planteaba varias ideas que siguen vigentes hoy. Encontró plantas que él llamó monstruos y que en realidad eran mutantes. Fue el pionero en el estudio de mutantes y creía que estudiando estos monstruos se podría entender el desarrollo de las plantas. Pues bien, hoy en día, el análisis genético de procesos biológicos se hace buscando mutantes que afectan la función a estudiar. Para ello, se utilizan organismos modelo cuya manipulación sea fácil, rápida y económica, por ejemplo, la flor de la planta Boca de dragón, *Antirrhinum majus*, o la mosca *Drosophila melanogaster* por poner dos ejemplos. Un abordaje sistemático, puede llevar a conocer todos los pasos o genes necesarios para que un proceso biológico complejo llegue a buen término.

FLORES. Utilizando este abordaje en plantas modelo, en concreto en *Antirrhinum* y en una prima hermana de la mostaza (*Arabidopsis thaliana*), se han encontrado muchos genes que afectan a diversos procesos de la floración y los mutantes han demostrado que hay varias funciones o decisiones a tomar a la hora de hacer una flor. La primera de ellas sería la de elegir entre convertirse en flor o seguir siendo tallo. Una vez tomada la decisión de que sea flor, ha de establecerse la simetría, bien la simetría radial o bien la bilateral. El siguiente paso es el definir los órganos florales: los sépalos, los coloridos pétalos, estambres y carpelos y ha de haber un **arquitecto** que se encarga de que estos órganos aparezcan con una **identidad correcta**, es decir, que una flor no sea toda pétalos (como el mutante plena de *Antirrhinum*, ¡que es todo show y nada de sexo!), o toda estambres y carpelos (como el mutante *Macho* de *Antirrhinum*, ¡que es todo sexo y nada show!). También aparecen en posiciones definidas lo cual significa que el arquitecto ha controlado la posición donde aparecen. Por último, podemos ver que la rosa salvaje es una flor pequeña y humilde en comparación con sus abigarradas hermanas a la venta en las floristerías. No por ello menos hermosa. ¿Cuál es la diferencia? Sencillamente el número de órganos y el tamaño floral. Así pues, los mutantes han definido una serie de procesos discretos como identidad de órganos, simetría y número de

órganos. Las flores tienen su complejidad, y su simplicidad. Quizá la mezcla de estos dos componentes es la base de su belleza.

GENÉTICA MOLECULAR Y FUTURO. En un excepcional trabajo publicado en la revista ***Nature*** en septiembre de este año, la investigadora española Pilar Cubas publicó sus descubrimientos demostrativos de que la simetría bilateral en las flores se debe a una función asimétrica en la flor que distingue la parte de arriba y la de abajo. Esto se sabía que ocurría en el caso de *Antirrhinum*, pero lo meritorio es el hallazgo de que probablemente este mecanismo es general en la naturaleza. Mientras estos trabajos se estaban llevando a cabo en el laboratorio de Enrico Coen en el Instituto John Innes en Inglaterra, en el laboratorio de Hans Sommer y Heinz Saedler en el Instituto Max-Planck de Colonia en Alemania yo estaba realizando una investigación en la que desarrollé un sistema de análisis de interacciones de proteínas en levadura. Los resultados me permitieron demostrar, que las proteínas codificadas por los genes que controlan las decisiones de ser flor o no, interaccionan con las proteínas que dan al órgano floral su identidad y esta interacción a su vez es necesaria para establecer el número de órganos. Conocíamos algunos de los genes arquitectos. Ahora y por primera vez estamos entendiendo qué relaciones tienen unos con otros (Este trabajo ha sido publicado en la revista ***EMBO*** del pasado mes de octubre).

¿Cuál será el futuro en este campo del control del desarrollo floral? Una de las primeras plantas transgénicas producidas a principios de los años 80 por Iris Heidemann, Peter Meyer y Heinz Saedler en el Max-Planck de Colonia, consiguió expresar un gen controlador de la pigmentación de maíz en petunias con lo que las petunias son de color salmón. La situación es que, hoy en día, hemos identificado por análisis genético muchos de los procesos que controlan el desarrollo de las flores y estamos empezando a entender cuáles son las interacciones entre los diversos programas y las decisiones que se toman durante el desarrollo. Sabemos que los procesos descritos son iguales en todas las plantas superiores y que, por tanto, el estudio de sistemas modelo permite conocer, al menos, los genes necesarios para un proceso y utilizar estos conocimientos en plantas de interés comercial. El futuro apunta hacia el estudio de procesos que, por ahora, no se entienden del

todo, como son la arquitectura floral (número de órganos y posición), tamaño de las flores, y la aplicación de lo que ya conocemos a las plantas de interés comercial.

PASEOS INTELIGENTES

¿Podría mejorar la inteligencia el pasear con asiduidad? Investigadores del Salk Institute de California han realizado experimentos en ratones, que se publican en el último número de la prestigiosa revista PNAS, demostrativos que los ratones que, voluntariamente, realizan una actividad física regular sobre ruedas giratorias (cosa que les encanta), semejante a la de pasear aprenden más rápidamente, producen más nuevas células cerebrales en el hipocampo y muestran más cambios asociados al aprendizaje que los ratones a los que no se les suministró esa oportunidad voluntaria de realizar el ejercicio. ¿Nos sucederá lo mismo a los humanos?

DOLOR CRÓNICO

El dolor crónico afecta a muchas personas y dentro del mismo se incluyen desde las migrañas a los dolores de los enfermos terminales. Su causa se debe a ciertas señales mediadas por la conocida como sustancia P que son producidas por un pequeño porcentaje de las neuronas de la médula espinal lo que hace hipersensibles a las personas afectadas. En el último número de la revista ***SCIENCE*** se publica el excelente resultado obtenido en ratas con un nuevo tratamiento específico que utiliza ciertas neurotoxinas unidas a sustancia P, con lo que se logra la inactivación selectiva de las neuronas originadoras del problema.

BACTERIAS ANTIRRADIACIÓN

En la misma revista anterior aparece la secuenciación finalizada de la bacteria *Deinococcus radiodurans*, que posee la fascinante peculiaridad de sobrevivir a niveles de radiaciones gamma de 1,5 millones de rads, es decir, 3000 veces superiores a la cantidad que matarían a un hombre. Ello se debe a su extraordinaria capacidad de reparación de los daños producidos en el ADN por las radiaciones. Por ello, el conocimiento de su genoma proporcionará información muy útil sobre ese mecanismo, lo que puede tener aplicaciones diversas medioambientales, industriales e, incluso, de lucha contra el cáncer.

CIBERMEDICINA Y CIBERDOCTORES

28-11-99

Se han ocupado de sus actividades periódicos y revistas generales tan importantes mundialmente como lo son Newsweek, USA Today, Stern, Spiegel, Zeit, Süddeutsche y publicaciones científicas tan distinguidas como *Nature, Lancet o British Medical Journal*, y se le ha atribuido un cariñoso apelativo: el ciberdoctor.

Se trata de un joven médico alemán de 32 años, el doctor Günther Eysenbach, director de la Unidad de Cibermedicina de la Universidad de Heidelberg. Su intervención, centrada sobre la Cibermedicina, cerraba en Murcia, el pasado domingo, un foro organizado por la periodista sanitaria Pilar Laguna Asensi, con el patrocinio de la Fundación Hefame, dedicado a analizar las relaciones entre la Medicina y la Información médica. Foro en el que habían intervenido destacados científicos, como Julio Rodríguez Villanueva, presidente de la Real Academia de Farmacia, o Luis Valenciano, presidente de la Fundación Wellcome de España, así como los principales responsables de la información médica de medios de comunicación como ABC, El Mundo, La Razón, Antena 3, Diario Médico, Jano, etcétera.

EXPERIENCIAS. En Massachussets, USA, y posiblemente en otros diferentes lugares, algunos médicos están proporcionando servicios diagnósticos y de tratamiento a través de Internet, sin haber visto o examinado a sus pacientes, quienes previamente completan en su ordenador un cuestionario y celebran una entrevista informática en línea con el doctor para examinar sus síntomas e historia clínica. Indudablemente, este servicio se está realizando para compensar la falta de médicos en ciertas áreas rurales y se les recomienda a los pacientes con síntomas que no parezcan revestir gravedad, pidiéndoles que acudan lo antes posible a una consulta personal. Pero el ejemplo nos ilustra sobre las posibilidades y también sobre los peligros potenciales del uso de la Informática en relación con la Medicina.

El pasado 1 de octubre, con la colaboración del Deutsche Bank, dio comienzo el Primer Congreso Mundial Virtual de Cardiología que se seguirá desarrollando en Internet hasta el 31 de marzo del año 2000. En el mismo se han aceptado 414 comunicaciones científicas, de las 517

enviadas y durante los seis meses de celebración del Congreso los cardiólogos interesados pueden inscribirse gratuitamente (rlombard@satlink.com) y tener acceso a todo el material presentado así como a las numerosas intervenciones de los mejores especialistas mundiales, además de poder participar en multitud de seminarios y foros de discusión científica. Y todo ello cómodamente, sin viajes ni desplazamientos, desde el ordenador de casa o del lugar de trabajo, a cualquier hora del día o de la noche.

Otro ejemplo. Por 250 dólares (unas 40.000 pesetas) está disponible **Diagnosis Pro** que es un software médico de diagnóstico diferencial de enfermedades destinado a los médicos, con un banco de datos, actualizado regularmente, que contiene información sobre unas diez mil enfermedades y medicamentos, así como de casi veinte mil atributos (síntomas, datos de laboratorio, de rayos X, etcétera). Según sus diseñadores, entre otras muchas posibilidades, ante un caso a diagnosticar, el médico puede introducir hasta diez atributos característicos del paciente y de la enfermedad e inmediatamente obtener e imprimir la información sobre la naturaleza de la posible enfermedad, posibilitando una interacción con el ordenador a fin de refinar los resultados.

Medline es una base de datos muy usada por los científicos que recoge los resúmenes y puede proporcionar el acceso al contenido total de los principales artículos de investigación biomédica que se publican en miles de revistas científicas del mundo. Hasta 1996 su acceso estaba sometido a ciertas restricciones. En 1997 el acceso quedó libre y en el banco de datos de la National Library of Medicine de Estados Unidos se contabilizó que el número de consultas creció desde los 7 millones habidas en 1996 a las más de 120 millones que tuvieron lugar en 1997. Y el aumento de estas consultas se originó por parte de personas que no eran médicos, científicos o investigadores.

CIBERMEDICINA. Los anteriores son unos pocos ejemplos de los incontables ya disponibles, ya que el fenómeno Internet está teniendo y tendrá repercusiones importantísimas en todas las facetas de la actividad humana. En el mundo ya superan los 200 millones las personas que utilizan asiduamente este nuevo desarrollo informático. Y

de acuerdo con una encuesta realizada hace menos de un año el 27% de las mujeres y el 15% de los varones usuarios de Internet declaran que acceden y consultan información médica con una alta periodicidad semanal o diaria. El número de "portales" de la red con información médica no se conoce con exactitud, pero se estima que deben superar los 100.000.

Por tanto, no es de extrañar que esté emergiendo un nuevo campo académico, la Cibermedicina, en la encrucijada existente entre la informática médica y la salud pública, cuya definición, de acuerdo con el Dr. Eysenbach, podría ser la de "*la ciencia de aplicar Internet y las tecnologías de redes globales a las áreas de la medicina y salud pública; de estudiar en ellas el impacto y las implicaciones de Internet y de evaluar sus oportunidades y retos en el campo de los cuidados médicos*". Dentro del amplio campo de la Cibermedicina no serán los menos fascinantes los de la Teleprevención y el Telediagnóstico.

HOY Y MAÑANA. Diversos estudios muestran que actualmente, por problemas de tiempo o por dificultades para realizar las consultas adecuadas, los médicos sólo investigan un 30 por ciento de las cuestiones que aparecen durante la visita de un paciente. Pues bien, no parece que esté muy lejano el momento en el que el clásico maletín del médico estará acompañado por un pequeñísimo ordenador-reloj en su muñeca mediante el cual el médico podrá obtener respuestas casi instantáneas a preguntas y dudas que le surjan ante un problema particular. La tecnología actual permitirá poder utilizar el ordenador doméstico para poder ayudar a los pacientes y sus familias a mejor mantener su salud, prevenir las enfermedades y resolver los problemas médicos que aparezcan, a través de una participación activa de los pacientes con los médicos. Por ello no es de extrañar que algunas de las Universidades más prestigiosas en el mundo estén introduciendo en los currículos de sus carreras de Medicina asignaturas relacionadas con la Cibermedicina así como que se estén realizando investigaciones muy activas para desarrollar sistemas que permitan a los estudiantes y graduados jóvenes entrenarse adecuadamente para saber buscar, retirar y usar desde Internet los datos necesarios para el mejor cuidado de sus pacientes.

El próximo milenio será también el milenio de la Cibermedicina. La **democratización** de la información médica a través de Internet provocará, sin dudas, muchas complicaciones y dará origen a muchos conflictos. Entre otras, derribará las fronteras geográficas, con video conferencias y con ordenadores capaces de analizar o provocar sensaciones. Una de las consecuencias más evidentes es que el paciente culto tendrá casi el mismo acceso a la información que el propio médico, lo que, en palabras del Dr. Eysenchach, "*conducirá a un salto cualitativo en la medicina. Los pacientes serán capaces de poner a prueba a los doctores y les forzarán a permanecer actualizados*". deseemos y esperemos que el resultado se traduzca en una mejor medicina.

ARTRITIS REUMATOIDE

La artritis reumatoide es una enfermedad muy común, de tipo autoinmune, en la que el sistema inmunológico ataca erróneamente a las proteínas propias en lugar de a las invasoras. Hasta ahora se pensaba que ello se debía a que las células inmunológicas reconocían a un antígeno sólo presente en las articulaciones. En la revista NATURE de esta semana una investigación del Dr. Matsumoto demuestra que, en ratones, el antígeno reconocido se trata de una proteasa GPI, presente en todo el cuerpo. Hacen falta más investigaciones para entender la razón de que los efectos desfavorables se localicen específicamente en las articulaciones.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En relación con esta misma patología de la artritis, unos investigadores griegos hacen público en el último número de la revista ***AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION*** que una dieta alta en aceite de oliva y/o en vegetales cocidos reduce sustancialmente el riesgo de sufrir la enfermedad. Concretamente, las personas que tomaban mayor cantidad de vegetales (2,9 servicios diarios) mostraron un descenso del 75% en el riesgo de contraer la enfermedad, comparadas con las personas que sólo consumieron una media de 0,85 servicios diarios.

CAMBIOS CLIMÁTICOS

En la revista ***NATURE***, dos investigadores catalanes, Rafel Simó y Carlos Pedrós-Alió, exponen la importancia de la participación del plancton marino para contrarrestar el calentamiento climático terrestre, a través de la transferencia de azufre reducido desde los océanos a la atmósfera. Ello ocurre por la rotura enzimática del dimetilsulfoniopropionato, que es un compuesto muy abundante en las algas. La forma de transferencia es como sulfuro de metilo, cuya posterior oxidación facilita la formación de partículas aerosólicas que reducen la radiación térmica recibida por la Tierra, atuando como una especie de sistema regulador compensatorio del calentamiento.

LOS RATONES CAPRICHOSOS

05-12-99

Los progresos de la Biología Molecular y del proyecto genoma están posibilitando no sólo el descubrimiento diario de nuevos genes sino – y esto es lo más importante- el conocimiento del papel fisiológico de muchos de esos genes. Para conseguirlo una de las herramientas que poseen los científicos es la utilización de los ratones "knock-out" o ratones noqueados.

En esencia, se trata de tener disponibles cepas de ratones que carezcan de un determinado gen individual (ese gen está ausente, "noqueado") y someter a los animales a pruebas de laboratorio para comparar los resultados con los obtenidos con ratones del mismo tipo de cepa, pero normales, dotados del gen en cuestión. Lógicamente, a igualdad de otros factores participantes, la diferencia de comportamiento observada entre ambos tipos de ratones sería achacable al gen noqueado.

COMPORTAMIENTO. La Biología molecular del cerebro es una de las ramas científicas actuales que presenta más interés y, concretamente, en la genética del comportamiento, es muy usual la utilización de ratones noqueados. De este modo, en los últimos años se han venido publicando resultados de múltiples investigaciones relacionando genes concretos con un determinado tipo de comportamiento: ansiedad, agresividad, atracción por el alcohol, etcétera. Sin embargo, en muchas ocasiones está ocurriendo algo frustrante: cuando un grupo de investigadores establece una de estas relaciones, el estudio siguiente, procedente de otro grupo investigador, muestra resultados diferentes o, incluso contrarios.

¿Qué sucede, pues? Para intentar, dentro de lo posible, profundizar en el problema, tres grupos diferentes de investigadores se propusieron realizar en tres Centros diferentes una misma investigación sobre genes y comportamiento para comparar los resultados obtenidos. Entre los parámetros investigados se encontraba un importante hallazgo que uno de los grupos había hecho con anterioridad: que el gen que codifica para el receptor del neurotransmisor serotonina estaba íntimamente relacionado con los niveles de ansiedad mostrados por los

ratones. Los tres importantes laboratorios participantes pertenecían a la Universidad de Salud Pública de Oregón, en Portland, (USA), a la Universidad de Alberta, en Edmonton (Canadá) y a la Universidad del Estado de Nueva York, en Albany (USA). La investigación dio comienzo el mismo día (20 de abril de 1998) y a la misma hora (8h 30 minutos) y se usaron ratones de idénticas 8 cepas de procedencia, un total para de cada grupo 128 ratones de 77 días de edad. Se procuró que todas las condiciones de los tres laboratorios (alternancia luz / oscuridad, tipo e incluso marca de la comida de los ratones, etcétera) fuesen totalmente análogos.

ANSIEDAD. Para evaluar la situación de ansiedad de los ratones se utilizó una prueba clásica en ese tipo de estudios. Se trata de situar a los ratones en el centro de una cruz, con cuatro brazos de plástico de igual longitud, que está suspendida a un metro del suelo. Dos de los brazos opuestos son lisos, están abiertos. Los otros dos brazos poseen unos laterales altos de plástico transparente que impiden que el animal pueda salirse o caerse del brazo. En la experiencia, para cada ratón individual, se cronometra el tiempo que pasa en cada uno de los cuatro brazos del artilugio. Los animales que eligen un mayor tiempo en la seguridad de los brazos cerrados se consideran que son los que muestran un mayor grado de ansiedad. Aquellos ratones que se aventuran preferentemente por los brazos sin protección lateral, observando su entorno libremente, son los menos inhibidos y menos ansiosos.

¿Cuáles fueron los resultados? Variables totalmente, según el lugar de la experimentación. Comparando ratones noqueados o no noqueados respecto al gen del receptor de la serotonina, la ausencia del gen se correlacionó, en Portland, con menos ansiedad. En Albany con un aumento de la ansiedad. Y en Edmonton no se encontraron variaciones en la ansiedad. Además, globalmente, los niveles de ansiedad de las 8 cepas de ratones estudiadas siempre fueron menores en Edmonton, que en los otros dos laboratorios. E insistiendo aún más en la no-reproducibilidad de los resultados hay que recordar que en 1996 el equipo de Pórtland, dirigido por el prestigioso Dr. John Crabbe, había publicado un muy comentado artículo en la revista **Nature Genetics** en el

que se establecía que los ratones noqueados para el gen del receptor de serotonina sentían una mayor atracción por el alcohol. Posteriormente, los mismos investigadores habían confirmado esos resultados hasta cuatro veces. Sin embargo, en la investigación triple que estamos comentando en ninguno de los tres lugares, incluyendo el de Porland, se reprodujeron esos resultados.

RESPUESTAS. Inmediatamente surgen muchas interrogantes sobre la validez de este tipo de investigaciones. Los hechos biológicos son siempre muy complejos y aún tendríamos que tener en cuenta que lo que le sucede al ratón no tiene por qué ser automáticamente extrapolable al hombre. Pero, aunque no se puedan dar respuestas totalmente satisfactorias sobre el problema que se plantea respecto a la validez de estos resultados sobre la función fisiológica de ciertos genes, lo que sí se pueden hace son algunas consideraciones. La primera es la de la prudencia con la que hay que moverse en estos campos y la de la necesidad de una formación crítica por parte de los investigadores así como la de procurar evaluar aspectos como la condición sanitaria o la estabilidad genética a lo largo del tiempo, de los ratones utilizados, así como la dependencia condicional del entorno del laboratorio. Por ejemplo, una determinada cepa de ratones suele presentar un ensanchamiento en los ventrículos cerebrales. Pero si esos mismos ratones se trasladan a un laboratorio como el Instituto francés de Transgenosis, en Orleáns, que está totalmente exento de patógenos, al cabo de cierto tiempo los ratones ya no muestran ese ensanchamiento ventricular.

Una última consideración atañe al propio concepto de ratones noqueados. Usualmente existen interacciones entre un gen mutado y el resto del genotipo. Los ratones noqueados, producidos mediante mutaciones inducidas, suelen obtenerse a partir de una población de animales que no son genéticamente homogéneos entre sí. Por ello, dos animales que posean una misma mutación genética, con un mismo gen noqueado, sin embargo, son genéticamente diferentes. Para conseguir la homogeneidad genética ideal para abordar este tipo de investigaciones se necesitarían realizar previamente muchos cruces para homogeneizar el **trasfondo genético**, aunque en el futuro la solución puede estar en la consecución de suficientes animales clónicos noqueados.

CROMOSOMA 22

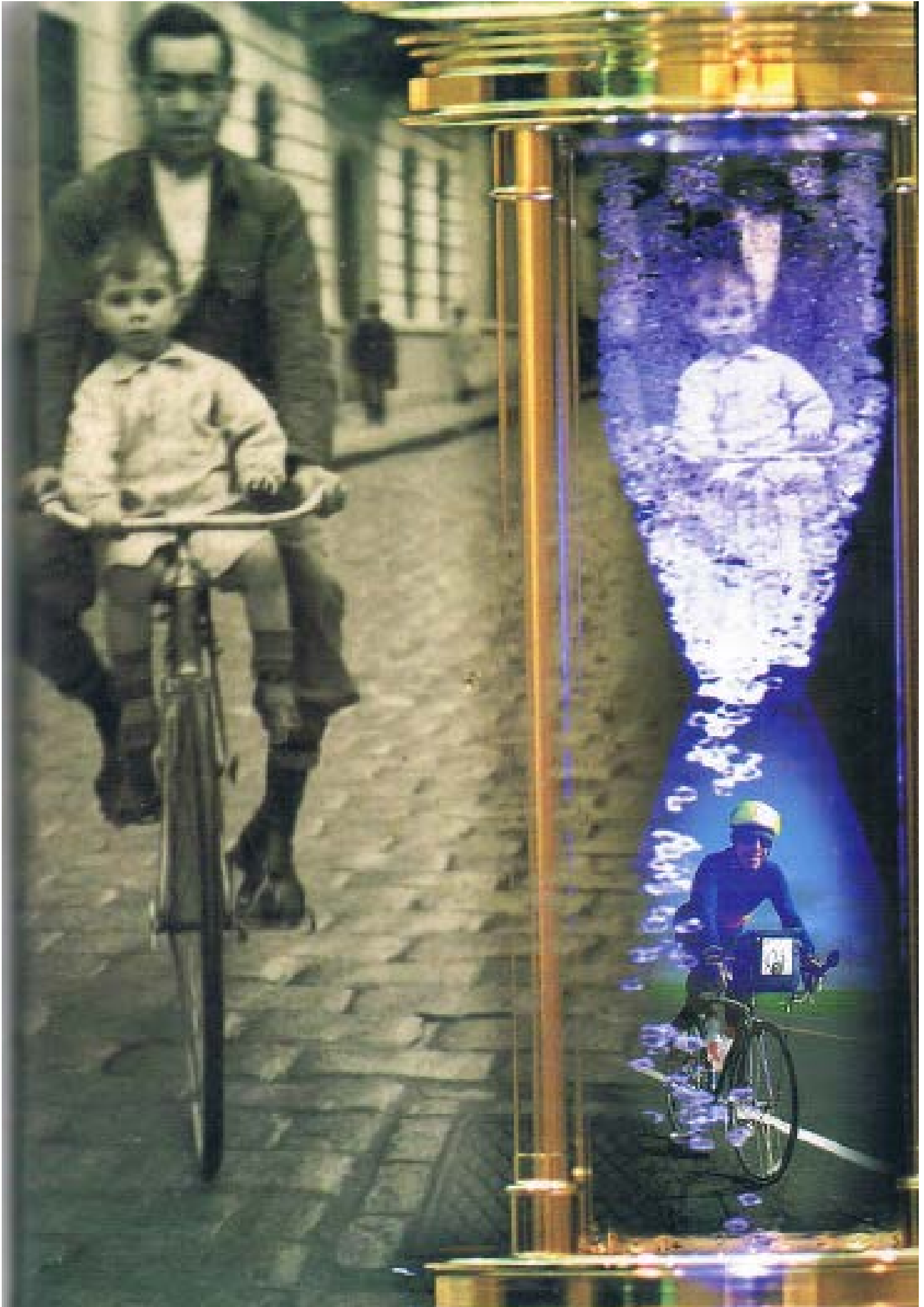
Con generosidad, el Proyecto Genoma, va alcanzando sus objetivos. Ya se encuentran en los bancos de datos genéticos las informaciones correspondientes a más de la tercera parte de todos nuestros genes. Y, el pasado miércoles, en Washington, en una rueda de prensa conjunta de la revista NATURE y del NATIONAL GENOME RESEARH INSTITUTE, se anunciaba la secuenciación total del primer cromosoma humano, el cromosoma 22, con la colaboración internacional de un buen número de científicos. Se trata de un punto de partida más que de un punto de llegada, ya que ello permitirá en el futuro poder abordar el problema de la funcionalidad y la regulación de los genes correspondientes.

SEXO Y DEPORTE

Según publica la revista ***NEW SCIENTIST***, Emmanuele Jannini de la Universidad de Alquila, en Italia, ha investigado la relación entre los niveles de testosterona y la actividad sexual, encontrando que un incremento de ésta lleva consigo un ascenso de los niveles de la hormona, hormona que, a su vez, está relacionada con una mayor actividad en el comportamiento. Por ello los investigadores creen que para los deportistas no existe una respuesta universal a la pregunta de ¿sexo antes la competición? Pero si esa competición lleva consigo una necesidad de un comportamiento más dinámico, la respuesta concreta en estos casos debería ser afirmativa.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

La nueva moda se llama alimentos funcionales. Crecen a un ritmo del 10 % anual y ya suponen el 2% del mercado global, unos 15 mil millones de dólares. Su futuro será importantísimo. Se trata de alimentos modificados o con aditivos que mejoren sus beneficios propios característicos. Algunos ejemplos de éxito, en Estados Unidos: sopas con extractos de *equinacea,* para proteger contra resfriados; huevos con omega-3, bebidas con gingseng; todo tipo de preparados con proteínas de soja para rebajar el colesterol y las grasas saturadas; margarinas anticolesterol, con ésteres de estanol (Benecol), etcétera.



FUENTES DE JUVENTUD

05-12-99

Al comenzar el aún presente siglo, en los países desarrollados, la expectativa de vida de un varón, al nacer, era de unos 45 años. En un siglo se ha producido un incremento del 60%, es decir, que la actual expectativa de vida, al nacer, supera los 75 años. ¿Qué está en nuestras manos, en nuestros hábitos de vida, para poder incrementar aún más estas cifras?

El tema de la longevidad, desde el punto de vista biológico es muy complejo. Existen condicionamientos genéticos evidentes (una de las mejores garantías para vivir muchos años es que los padres, abuelos, tatarabuelos, etc. , hayan sido longevos), pero otros muchos factores son de naturaleza ambiental. Sobre algunos de ellos podemos incidir y modificarlos. Otros escapan de la esfera individual de actuación. Pero en lo que sí parecen estar de acuerdo muchos científicos, es que, en las mejores condiciones, no parece disparatado pensar que el ser humano posee un potencial de vida alcanzable de unos 120 años y que, para lograrlo, posiblemente los factores ambientales posean un poder determinante tan importante, al menos, como los genéticos.

INVESTIGACIONES. Son numerosas las investigaciones experimentales y epidemiológicas realizadas sobre animales y seres humanos a fin de cuantificar relativamente adecuadamente el papel que sobre la longevidad poseen los distintos factores ambientales. En ellas se han estudiado aspectos alimenticios, actividad física, entornos de trabajo, vida sexual, actitudes mentales, etcétera.

Hoy vamos a tratar de los aspectos más relacionados con la comida y la bebida, intentando cuantificar cada uno de los resultados. Sin embargo, hay que tener en cuenta un aspecto previo, importantísimos. Todos los datos corresponden a investigaciones realizadas, pero no son acumulativas, es decir, que si el factor A contribuye, teóricamente a alargar la vida x años, y el factor B contribuye al mismo fin en forma de y años, la suma de A más B no significa en absoluto una prima adicional de x más y años.

Empecemos con la vitamina C. Investigaciones realizadas en la UCLA School of Public Health han demostrado que un varón de 35 años

de edad tome diariamente 300 mg o más de vitamina C (mejor aún procedente de frutas y vegetales) posee unas expectativas de vida superiores en 5,5 años a las de otro varón similar pero cuya ingesta de vitamina C sea inferior a los 50 mg diarios.

COMER MENOS Y MEJOR. Según un estudio publicado en la revista New England Journal of Medicine, un varón de 35 años de edad cuyo peso sea superior en un 30% a su peso normal ideal, por el hecho de volver a su peso normal vivirá casi un año más adicional. Y si hace lo mismo, pero partiendo de un sobrepeso superior al 30%, la mejora de expectativas de vida casi llega a los dos años.

Si puede conseguirlo, baje su ingesta calórica en un buen porcentaje (igual o superior al 10%). Puede hacerlo quemando las calorías equivalentes con ejercicio, pero si no es posible, basta con restringir la ingesta alimenticia. Muchos investigadores piensan que son extrapolables resultados obtenidos con animales de modo que una dieta hipocalórica se podría traducir en un incremento de hasta el 20% en las expectativas de vida.

Si Ud. es adicto a las hamburgueserías vaya pensando en cambiar de hábitos alimenticios. La alimentación ideal posee un alto contenido en fibras y en ella las proteínas representan un 15% de la ingesta energética, los hidratos de carbono un 60% y las grasas menos del 30%. En un estudio realizado sobre más de 3.000 personas se llegó a la conclusión de aquellos individuos cuyos hábitos alimenticios se acercaban más a los teóricos recomendados, en un periodo de 20 años, tuvieron una mortalidad un 13% inferior a la de los individuos con los peores hábitos alimenticios.

Siguiendo con las hamburguesas y la carne. Según el Dr. Somer la sustitución de buena parte de la carne presente en nuestras comidas por legumbres y vegetales puede incrementar la expectativa de vida hasta en un 13%. La recomendación consiste en limitar la carne a una cantidad de unos 100 gramos y a dos o tres veces por semana.

GRASAS Y COLESTEROL. Hay que ser moderado en todo, incluso con el chocolate. Una investigación realizada en Harvard sobre cerca de 8.000 estudiantes demostró que los jóvenes que nunca comían chocolate

poseían una expectativa de vida un año inferior. Pero la cantidad recomendable es la de tan sólo de una a tres barritas al mes. Si el consumo se incrementa hasta alcanzar o superar las tres barritas a la semana, entonces la situación cambia drásticamente: el riesgo de muerte temprana se incrementa en un importante 30% . El relativo papel beneficioso del chocolate se debe a su contenido en sustancias fenólicas antioxidantes que ayudan a evitar el depósito de grasas en las arterias.

Tiene una gran importancia el control de la colesterolemia (mediante fármacos, ejercicio o dieta). Con un colesterol moderadamente alto (hasta 239 mg/L) sólo se ganan unos seis meses adicionales de vida. Pero si su cifra actual supera los 300 y consigue rebajarla hasta los 200, estadísticamente Ud. habrá ganará 4 años adicionales de vida.

Como una última recomendación alimenticia, una relacionada con la bebida. Desde 1993 los investigadores llegaron a conclusión que el beber moderadamente, unas dos copas diarias, podría aumentar las expectativas de vida en un 3%, es decir, entre 2 y 3 años. Más recientemente numerosas investigaciones han confirmado estos datos y, concretamente, científicos de Harvard han concluido que los varones que ingerían de 2 a 6 bebidas a la semana mostraban del 21 al 28% menor riesgo de muertes debidas a todas las causas que los varones totalmente abstemios.

En un próximo artículo abordaremos el resto de investigaciones más relacionadas con otro tipo de actividades físicas y mentales, no relacionadas con la alimentación, pero que también han demostrado poseer una influencia notable sobre la longevidad.

CORAZÓN

En los Estados Unidos se ha realizado una investigación que se ha hecho pública con motivo de la 72 Reunión de la Asociación Americana de Cardiología. La investigación se ha centrado en el estudio de los corazones, a las pocas semanas del trasplante, procedentes de donantes usualmente fallecidos por accidente. 75 corazones se habían obtenido de adolescentes entre 12 y 19 años y 66 de jóvenes entre 20 y 30 años. Sorprendentemente se han encontrado muestras inequívocas de la preexistencia de arteriosclerosis incluso en algunos de los donantes más jóvenes.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

Se sospecha que ciertos aditivos y componentes alimentarios, así como restos de pesticidas tienen un efecto estrogénico, es decir, se comportan como hormonas sexuales femeninas, con efectos cuya magnitud se desconoce. Uno de los problemas es que hasta ahora no existían métodos cómodos para realizar su análisis. En la revista ***Nature Biotechnology*** del presente mes se presenta un método inmunocolorimétrico enzimático sencillo y fiable que permitirá realizar los adecuados controles en los alimentos que consumimos.

ESTATINAS

Se acaba de descubrir, y lo ha publicado la revista ***SCIENCE***, que los fármacos basados en las estatinas, ampliamente utilizados para bajar los niveles de colesterol en las personas hipercolesterolémicas, también poseen una gran capacidad para contrarrestar la osteoporosis cuando aún no está en grado muy avanzada, fomentando la construcción de nuevo material óseo en los lugares en los que se ha producido el deterioro. También parece que poseen el efecto no sólo de reparar sino de prevenir el deterioro óseo producido por la osteoporosis.

CÓMO VIVIR MÁS

19-12-99

En la colaboración anterior repasamos los resultados de una amplia serie de investigaciones relativas a los efectos saludables que ejercen ciertos hábitos saludables alimenticios sobre la longevidad. Tal como prometíamos entonces, hoy nos ocuparemos de otras investigaciones y estudios realizados con la misma finalidad, pero relacionados con otros diferentes apartados que podríamos dividir en: 1) cuidado de la salud; 2) actitudes vitales y 3) evitación de riesgos.

Nuevamente es oportuno insistir que se trata de serios estudios que analizan, en cada caso, un elemento único y que, de ningún modo, los efectos observados serían acumulativos. Por otra parte, en ocasiones es muy difícil distinguir entre causas y efectos. Por ejemplo, una cierta predisposición genética puede facilitar que una persona sea más curiosa o que conduzca con más precaución, por lo que si estos comportamientos se asocian a una mayor longevidad, la causa última puede ser no la conductual, sino la genética.

CUIDADOS. No es bueno, ni siquiera para lograr una mayor longevidad, el vivir obsesionado con las enfermedades, pero unas ciertas prácticas preventivas al respecto son esenciales. Por ejemplo, a partir de los 50 años, es recomendable un análisis anual de sangre oculta en las heces, así como un examen rectal cada cinco años. Estas prácticas supondrían un incremento medio de dos o tres años en la longevidad, el mismo aumento que está ligado a un adecuado tratamiento de los dolores de estómago, según el American Journal of Enterology, sobre todo en el caso de las úlceras de estómago, controlando el problema con bloqueantes de la acidez y eliminando las bacterias H. pylory con los oportunos tratamientos con antibióticos.

Algo parecido sucede con el control de la presión arterial diastólica (el valor inferior). Si se parte de una cifra de 90-94 la reducción hasta 88 supone un aumento medio de vida de 13 meses. Y el aumento de longevidad alcanza los 5,3 años si el valor de partida fuese superior a los 105 mm de Hg. Respecto a los fumadores es bien claro que además de fumarse el cigarrillo, simultáneamente se están fumando una parte de su vida. Un fumador de 35 años perderá unos cinco años

de ese preciado don que es la vida. Pero si, además, es un fumador inquieto que no deja de moverse durante esa actividad, ello le supondrá otro año perdido adicional, por término medio.

ACTIVIDADES. Anteriormente nos referíamos al cuidado que hay que tener para asignar a un determinado factor la causa de unos resultados observados. Pero, en todo caso, las cifras están ahí y han sido contrastadas científicamente. Repasemos algunos ejemplos significativos. Es necesario tener amigos; la sociabilidad es positiva para vivir más: las personas con buenas relaciones sociales y amistosas suelen vivir 4,5 años más que las más pobremente relacionadas. Dentro de este mismo apartado podría incluirse un estudio de que las personas que participan, al menos una vez semanalmente, en una ceremonia religiosa, consiguen una prima positiva de unos siete años de vida. Pero la actividad no sólo debe ser social sino también física y para confirmarlo se puede citar un reciente estudio realizado sobre más de 18.000 hombres que ha demostrado que aquellos que realizaban una actividad física aerobia equivalente, como mínimo, a recorrer 3,5 Km en 20 minutos, viven 8,7 años más que los totalmente sedentarios. Aunque no hay que pasarse, ya que los deportes de fuerte intensidad consiguen el efecto contrario

Otra actividad saludable puede ser la cambiar los pañales a un bebé o la de comprarse un perro. En otras palabras, tener alguien o algo que apreciar y de que preocuparse. Es bien sabido que muchos mamíferos machos viven menos que las hembras, pero es esclarecedor al respecto que existen primates machos que no suelen ocuparse de su descendencia, como son los chimpancés y orangutanes, y su vida suele ser inferior en un 30% a las de las correspondientes hembras. Sin embargo, ciertos machos simios como los conocidos como monos lechuza participan muy activamente en el cuidado de sus descendientes y su longevidad es comparable o superior a la de las hembras, como han señalado algunos biólogos del Instituto Tecnológico de California. Y si es Ud. varón y no tiene hijos ni nietos pequeños, le cabe el recurso de sacar diariamente su perro a pasear. Investigadores del Instituto Cooper, de Estados Unidos, han calculado que tales paseos, de 30 minutos,

cinco veces a la semana, pueden incrementar las expectativas de vida hasta en cinco años.

¿Y qué decir respecto a la actividad, o más bien, la actitud mental? Que constituye un factor pronóstico primordial. Por ejemplo, el que las personas mayores mantengan un alto sentido de la curiosidad, hace incrementar su supervivencia, en un periodo de cinco años, un 30%, respecto a las personas controles no curiosas, desmotivadas. Ello es congruente con el hecho de que los profesionales cualificados suelen vivir 2,6 años más que las personas sin calificación laboral. Por otra parte, un neuropsicólogo escocés ha estudiado a más de 1000 personas algo excéntricas, con comportamientos liberados de las ligaduras convencionales, encontrando que su longevidad suele superar en 10 años a la de las personas más atadas a tales condicionamientos. Más aún, una investigación realizada en la Universidad de Michigan ha puesto de manifiesto que las personas que suelen considerar sus fallos de un modo catastrófico tienen un mayor riesgo de muerte y viven menos que las personas capaces de contemplar sus fallos de un modo más positivo.

Para completar este apartado un hallazgo muy interesante sobre la relación entre actividad sexual y enfermedades cardiacas. Tras estudiar durante un largo periodo de tiempo la actividad sexual y la mortalidad en un grupo de 918 varones los científicos concluyeron que aquellos que practicaban el sexo con más frecuencia disminuyeron en un 50% su riesgo de morir como consecuencia de una enfermedad cardiaca.

RIESGOS. Finalizaremos con unas breves recomendaciones tendentes a evitar riesgos innecesarios. Entre ellos los derivados de los accidentes caseros: quemaduras, caídas desde los peldaños de una escalera, manejo inadecuado de aparatos eléctricos, etcétera. Combinados, todos ellos suponen una reducción media de tres meses de nuestras vidas.

Si puede hacerlo, aunque sea con sacrificio, cómprese un coche mayor y más seguro. Unos investigadores de la Universidad de Pittsburg han evaluado en siete meses el tiempo medio de pérdida de expectativa de vida que supone un accidente de coche, pero lo significativo es que si está asociado a un coche pequeño la cifra es de 10 meses, mientras

que en un coche mayor y seguro suele ser sólo de cinco meses. Otro consejo: reduzca su factura telefónica. Al menos la ocasionada por el teléfono móvil desde el interior de un coche, ya que, como ha calculado el Dr. Redelmeier, de la Universidad de Toronto, un minuto de conversación con teléfono móvil del conductor de un coche supone, de acuerdo con la accidentalidad asociada, una reducción de 45 segundos en sus expectativas de vida.

Y una última consideración: con cada cumpleaños transcurrido se incrementa la expectativa de vida. Un varón que hoy tenga 50 años, cuando nació poseía una expectativa de vida de 66 años. El hecho de haber sobrevivido 50 años hace que esa expectativa se haya incrementado un 17%, con lo que su actual expectativa de vida es de 77 años. Por tanto, cada año de vida vivido ayuda a vivir más.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

El abuso de antibióticos en medicina veterinaria puede producir complicaciones en la salud humana, como las originadas por salmonella. Recientemente se ha dado la voz de alarma en Estados Unidos respecto al uso excesivo de antibióticos del tipo fluoroquinolonas en las granjas avícolas, ya que ello ha facilitado la aparición de bacterias campylobacter resistentes, presentes en los pollos de los supermercados. En los consumidores humanos ello puede originar complicaciones en forma de diarreas y otras.

SUPERCIENCIA

La revista *SCIENCE* ha confeccionado la lista de los diez avances científicos más importantes del año que acaba. El ganador ha sido el conjunto de logros relacionados con el proyecto genoma humano y la secuenciación de genomas completos. En Biología molecular también se incluye la obtención del primer mapa molecular de la estructura de un ribosoma. En el estudio del Universo, tras 30 años de investigaciones, se ha comprobado que, al menos, algunas de las misteriosas explosiones cósmicas de rayos gamma observadas están ligadas al colapso de las supernovas. También ha recibido confirmación que el cosmos se originó en una explosión que derivó en una expansión plana, así como que existen numerosos planetas extrasolares, de los que ya se han estudiado más de treinta.

ACCÉSITS

La revista *SCIENCE* también ha distinguido entre las diez mejores investigaciones del año 1999 a dos relacionadas con la Física. En primer lugar, el llamado condensado de fermiones que es una nueva clase de gas que podría ayudar a probar la naturaleza básica de la materia, así como a desarrollar nuevas generaciones de laceres y relojes atómicos. Otro gran desarrollo ha sido el de los cristales fotónicos. Por otra parte, las investigaciones sobre el cerebro han avanzado enormemente, sobre todo las relacionadas con los mecanismos moleculares del fenómeno de la memoria. Por último, la revista SCIENCE considera como muy destacable el descubrimiento de ciertos fósiles en Australia que remontan la vida compleja sobre la Tierra a mil millones de años antes de lo que se creía.

COMPETICIÓN MORTAL

26-12-99

¿Quién será el ganador de esta competición mortal? Por una parte, están las bacterias y microorganismos que para multiplicarse y sobrevivir han de invadir y, a menudo, matar al organismo infectado como es el del propio hombre. Para ello mutan y desarrollan constantemente nuevos mecanismos de resistencia hacia los antibióticos. En el lado opuesto se encuentra los hombres que, con el concurso de la Ciencia, buscan nuevos procedimientos que sean efectivos para combatir a las bacterias y microorganismos resultantes.

Se trata de una batalla muy seria y difícil tal como reconocen los máximos organismos internacionales encabezados por la Organización Mundial de la Salud. A tal fin, se multiplican los contactos entre los investigadores de todo el mundo y la convocatoria de reuniones especiales por parte de los Ministros de Sanidad de los diferentes países.

EL PROBLEMA. En un editorial de la prestigiosa revista British Medical Journal recientemente se recogía la idea de la necesidad de *"*establecer las estrategias para evitar y controlar la emergencia y difusión de microorganismos resistentes a los antibióticos antimicrobianos...ya que la resistencia a los antibióticos constituye una gran amenaza a la salud pública que debe ser reconocida con mayor intensidad que lo ha sido hasta ahora*". Desde que hace unos años en que, en otro artículo de divulgación nos ocupamos del tema, la situación global mundial al respecto no ha mejorado y no han cesado de desarrollarse nuevas formas de bacterias resistentes. Las bacterias han desarrollado mecanismos muy sofisticados de adaptación e intercambio de su material genético*

La causa final del fenómeno se debe al uso exagerado de los antibióticos. Hasta hace unos años esa utilización básicamente se realizaba por los humanos, tanto en hospitales como externamente. Pero en los últimos años se ha disparado su consumo veterinario (con aún menores controles que en los humanos), con fines profilácticos o de promoción del crecimiento. Además, no podemos ignorar que en muchas partes del mundo existen prácticas usuales como las de

pulverizar con antibióticos los frutos de los árboles o usar grandes cantidades de antimicrobianos en las granjas de acuicultura, aves, cerdos, vacuno, etcétera.

EUROPA. La situación actual es la siguiente. Un 50% del consumo actual de antibióticos es para uso humano y el otro 50% es con utilidad agrícola-veterinaria. Sólo un 20% de los usados por los humanos se hace bajo control hospitalario. Y sólo un 20% de los antibióticos consumidos en cultivos y animales lo es con una finalidad terapéutica, mientras que el restante 80% busca finalidades profilácticas de un mayor crecimiento o promoción. En cualquier caso, se estima que casi la mitad del consumo humano de antibióticos es innecesario, mientras que sería muy cuestionable el uso de la mayor parte de los antibióticos destinados al mundo animal.

En lo que más directamente nos concierne, según una nota editorial de **Eurosurveillance**, la situación en Europa es bastante deficiente y la Unión Europea está intentando potenciar y armonizar los diferentes sistemas de monitorización de la resistencia antimicrobiana en humanos y animales. Existen actuaciones globales al respecto en Bélgica, Dinamarca, Inglaterra y Gales, mientras que en Finlandia y Holanda se controla la resistencia en humanos y ganado, pero no sistemáticamente en alimentos u otros animales. Francia cuenta con un centro nacional dedicado a la resistencia de antibióticos en humanos así como una red de otros centros más especializados. En Irlanda, Portugal y otros países sólo hay actuaciones concretas pero se carece de un programa nacional al respecto. En España, el Centro Nacional de Microbiología sólo dispone de una información limitada sobre la resistencia antimicrobiana de cepas aisladas de humanos y muy rara vez de animales y/o alimentos. Tampoco existe un control sistemático sobre la propagación de bacterias resistentes y genes de resistencia desde animales a los humanos.

La OMS ha auspiciado diversas actuaciones para combatir el maluso de las sustancias antimicrobianas en la agricultura y en veterinaria, reconociendo que aún no somos realmente conscientes de la magnitud del impacto médico que ello comporta sobre la salud pública. El principal de esos malusos es el de su aplicación en dosis

subterapéuticas como promotores del crecimiento, que estimulan la utilización del potencial genético para un mayor y rápido crecimiento de aves y cerdos, mejorando los rendimientos cárnicos y reduciendo la cantidad de desechos producidos en las granjas. Pero las consecuencias adversas son muy importantes: a) aumento de la prevalencia de especies resistentes de bacteria que se pueden transferir a los humanos por el consumo directo o a través de la utilización de agua y alimentos contaminados; b) transferencia de los genes de resistencia desde las bacterias animales a otras bacterias humanas; c) aumento de la incidencia de las infecciones humanas producidas por los patógenos resistentes; d) favorecer un mayor número de fracasos terapeúticos en el combate contra las infecciones humanas y de animales.

VIRESIST. Para el médico que se encuentra en una zona determinada los problemas prácticos que plantea el fenómeno de la resistencia bacteriana a los antibióticos son bastantes complejos, debido a los numerosos factores que intervienen, así como al carácter cambiante temporal de los mismos. Los científicos abordan todas esas cuestiones desde muy diversos puntos de vista. En nuestro ámbito regional vale la pena señalar que un grupo de médicos del Hospital Vega Baja del Segura de Orihuela, bajo la dirección del Dr. José María López Lozano, en colaboración con otros centros nacionales y extranjeros, han obtenido, en su proyecto Viresist, algunos resultados interesantes con un nuevo enfoque del problema.

Para ello, se basan en que en cada lugar específico, se pueden estudiar las sucesiones ordenadas en el tiempo de los porcentajes de las diversas cepas resistentes a los distintos antimicrobianos y los resultados constituyen series que pueden ser analizadas y modelizadas mediante técnicas adecuadas como la ARIMA (**A**uto**R**egressive-**I**ntegrated **M**oving **A**verage), que han venido siendo utilizados, desde 1976, en parcelas del conocimiento tan diversas como Econometría, Meteorología, Ingeniería, etc, ya que permiten captar los componentes esenciales de las series (tendencia, estacionalidad e irregularidades). En el campo de las Ciencias de la Salud su principal aplicación ha sido, hasta ahora, en las investigaciones epidemiológicas al permitir el análisis de la influencia ejercida por otros factores. Esto es

especialmente importante en el caso de las poblaciones bacterianas que cambian con la zona geográfica, con el transcurso del tiempo, con las variadas estrategias del uso de antimicrobianos (a su vez dependiente del tiempo). Y lo más práctico sería la característica de permitir la elaboración de predicciones, que puedan ayudar a la terapia empírica, adaptándola a la realidad local, basándose en las predicciones calculadas de resistencias para cada caso particular y para momento.

El mencionado es sólo un ejemplo de atacar las consecuencias del problema. Pero es urgente que los organismos internacionales dicten normas aplicables rigurosamente por los distintos países a fin de que el uso de los antimicrobianos no termine siendo, por sus consecuencias, un combate perdido por el hombre y ganado por las bacterias.

ALIMENTACIÓN Y SALUD

En la revista *LANCET* de este mes se publica una investigación que demuestra que la ingesta diaria de un suplemento de 500 mg de vitamina C en los pacientes hipertensos (más de 90 mm de Hg en su presión diastólica), puede ayudar eficazmente a reducir su presión arterial aproximadamente en un 9%, es decir, que se pasan de medidas como 155-87 a otras como 142-79. por otra parte, la ingesta de la vitamina C no tuvo efectos significativos sobre las personas que poseían tensiones normales de partida

SUPERASPIRINAS

Las llamadas "superaspirinas" son una nueva forma de fármacos de las que nos hemos ocupado en ocasiones anteriores, que poseen las acciones beneficiosas de la aspirina, y no las negativas. Por otra parte, en los diabéticos suelen darse complicaciones cardíacas que obligan a ser sometidos a angioplastias arteriales en las se les implantan "stents", unos pequeños cilindros metálicos que evitan la obstrucción arterial. En la primera investigación publicada sobre ello se acaba de demostrar que la administración de las "superaspirinas" reduce sensiblemente las complicaciones y los riesgos asociados a esas intervenciones, según se publica en el último número de la revista *CIRCULATION*.

AUTOMÓVIL ELÉCTRICO

Acaba de ser batida la marca anterior alcanzada por un automóvil eléctrico conducido durante 24 horas, que estaba establecida en 1700 kilómetros. Cuatro pilotos, en turnos de 6 horas cada uno, lo han conseguido con el prototipo FTO-EV de Mitsubishi, logrando llegar cubrir exactamente 2.142,3 kilómetros, a velocidades que superaron en muchas ocasiones los 130 kph. Se han usado unas nuevas baterías de manganeso y litio que se cargan muy rápidamente y poseen rendimientos superiores a las otras ya conocidas.

Editado con la colaboración de:
CM
CAJAMURCIA
Obra Social y Cultural