

# FUSIÓN

Vol. V, núm. 1

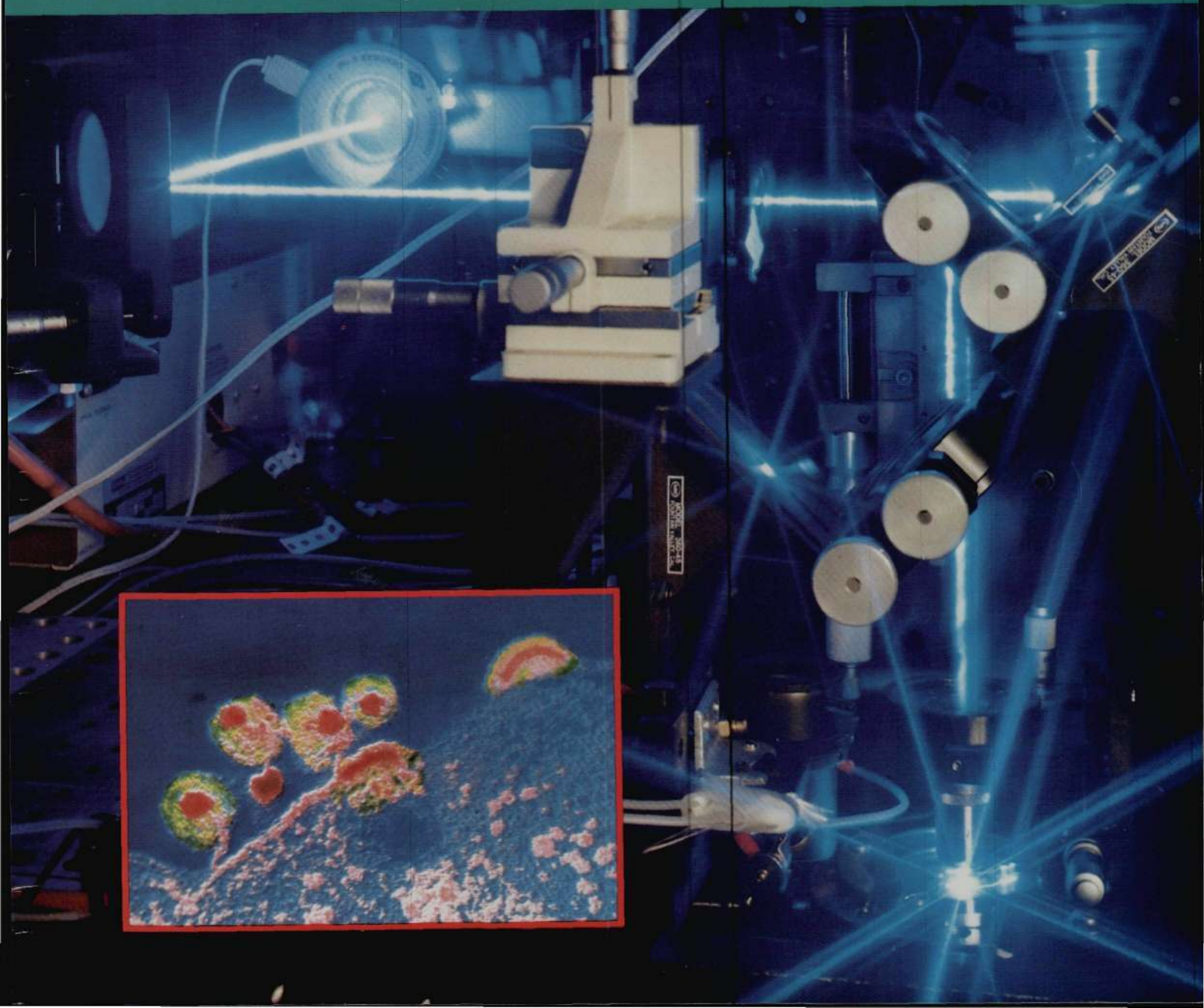
NUCLEAR

Primer trimestre  
de 1988

Cómo  
actúan las  
radioondas con los  
organismos vivos

REVOLUCION EN LA CIENCIA

## La carrera contra el SIDA



# FUSIÓN NUCLEAR

Vol. V núm. 1

ISSN 0185-0792

## Consejo editorial:

Lorenzo Carrasco  
Salvador Lozano  
Robyn Quijano  
Cecilia Soto

## Jefa de redacción:

Lucía L. de Méndez

## Traducciones:

Carlos Potes

## Colaboradores:

Delia Araujo  
Juan José Balatti  
Jorge Bazúa  
Aurelio Córdova  
Bertha Farfán  
John Grauerholz  
Oswaldo Koeneke  
Ramtanu Maitra  
Henry Riascos  
Jonathan Tennenbaum

## Director Artístico:

Alan Yue

*Fusión Nuclear* es una revista trimestral producida por la Asociación Colombiana pro Energía de Fusión, la Asociación Mexicana de Energía de Fusión y la Fundación Venezolana para la Energía de Fusión, y publicada por Editorial Benengeli, S.A. Las opiniones expresadas en los artículos firmados no necesariamente coinciden con las de las agrupaciones que producen la revista. Estas se expresan en la sección editorial.

## Suscripciones

**México:** Editorial Benengeli, Francisco Díaz Covarrubias #54-A, 2o. piso, Colonia San Rafael, México, D.F. 06500.

**Colombia:** Asociación Colombiana pro Energía de Fusión, Apartado aéreo 4407, Bogotá, DE (favor de enviar su cheque o giro postal a nombre de la EIR de Colombia Ltda.).

**Perú:** Liliana Pazos, Apartado Postal 11681, Lima 11, Lima.

**Venezuela:** Jaime García, Apartado Postal 70534, Los Ruices, Caracas 1071-A. **Argentina:** Viamonte 1422 piso 1, oficina A, 1646 Buenos Aires.

**Tarifas de suscripción:** México: 4 números, 20.000; Colombia: 4 números, 3.000; Perú, 4 números, 1.000 intis; Venezuela: 4 números, 400 bolívares; Argentina: 4 números, 12 australes. Resto del mundo: 4 números, 22 dólares.

Impresión: PMR Printing Company Inc., Indian Creek Center III, Sterling, VA 22170

© 1987

Editorial Benengeli, SA.

Printed in the USA / Impreso en los EUA.

## Artículos

22 **Cómo interactúan las radioondas con los organismos vivos**  
por el doctor James W. Frazer y Joyce E. Frazer

31 **La biofísica óptica da nuevas armas en la lucha contra el cáncer**  
por el doctor Wolfgang Lillge

40 **Johannes Kepler, primer viajero al espacio**  
por Carol White

52 **La austeridad provoca la difusión del SIDA**  
por Bertha Farfán

## Reportajes

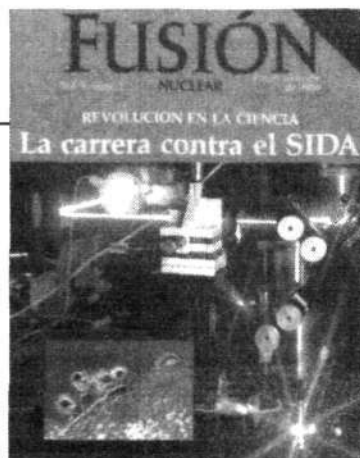
- 8 Brasil conquista el ciclo nuclear completo
- 11 La investigación de Fusión en México
- 13 Difícil progreso de la fusión nuclear en los Estados Unidos
- 16 Se aclaran algunos misterios sobre la supernova 1987
- 18 Brasil, líder espacial de Iberoamérica
- 21 Urge construir el Canal Atrato-Truandó
- 48 Una visita al Hospital Central Militar de México
- 60 Ondas electromagnéticas para matar al virus del sida

## Secciones

- |   |                          |   |              |
|---|--------------------------|---|--------------|
| 2 | EDITORIAL                | 5 | MEDICINA     |
| 3 | LA CORRIENTE DE HUMBOLDT | 6 | POR EL MUNDO |
| 4 | LOS GENIOS               |   |              |

### NUESTRA PORTADA

Los rayos láser, como éste del Laboratorio Lawrence Livermore, de California, pudieran usarse para acabar con el virus del sida, que aparece en esta foto tomada por Photo Researchers, Inc.



## Editorial

# Hay que acabar con la

Desde las primeras pandemias que registra la historia, en los dos milenios antes de Cristo, dos hechos saltan a la vista:

- Las pandemias no azotan a los pueblos en condiciones de auge de la producción y el comercio, sino que más bien estallan, como consecuencia inevitable, tras décadas de saqueo de la economía por parte de intereses rentistas financieros.

- Aunque la hebra se rompe siempre por lo más delgado, y las grandes epidemias empiezan por lo común entre los pueblos más debilitados o entre grupos especialmente propensos, en condiciones de austeridad económica general *todo el mundo está amenazado*.

Es casi obvio. El progreso continuo de la producción y la productividad del trabajo humano, merced a los adelantos de la ciencia y la técnica, trae consigo el mejoramiento continuo de la vida y el ambiente humano en nuestro planeta (y, ojalá pronto, en nuestros cuerpos del sistema solar). Cuando se admite que intereses espurios violen esa norma elemental de la ecología humana, ocurren catástrofes como la Peste Negra del siglo 14, que liquidó a casi la mitad de la población de Europa, luego de que la usura internacional —encarnada en las casas financieras de los Bardi, los Peruzzi, etc— destruyó los tremendos progresos que había alcanzado la economía en el siglo 12.

¿Castigo de Dios? Ciertamente, por poderosos que se crean los intereses rentistas financieros representados, no se puede violar con impunidad las leyes naturales. Si alguien se sueña capaz de recibir una descarga eléctrica de millones de voltios sin sufrir daño, eso no quiere decir que sobreviva el intento. Cuando se peca contra natura del modo en que lo hacen las instituciones de la usura, no se puede esperar que no sobrevengan las más graves consecuencias. Si los dirigentes de las naciones creen que éstas pueden soportar indemnes los compromisos que les aconseja la cobardía, eso no quiere decir que sus pueblos sobrevivan la receta.

En 1974 el economista estadounidense Lyndon H. LaRouche y un grupo de sus colaboradores empezaron a trabajar en un modelo general de la biosfera cuyo elemento central sería el comportamiento de la economía física. En particular, LaRouche encargó a sus colaboradores estudiar en detalle qué sucedería si el conjunto de la economía mundial mantenía el rumbo que le venían imponiendo las principales instituciones monetarias y financieras internacionales.

Los primeros frutos de esa investigación se presentaron a la asamblea de fundación de la Fusion Energy Foundation, en noviembre de 1974. El estudio pronosticó que, como consecuencia inevitable de la política del Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional e instituciones semejantes, se reduciría drásticamente el consumo de alimentos y energía de la población mundial, en tanto



---

## La Corriente de Humboldt

---

# usura

que la infraestructura sanitaria, ya entonces insuficiente, se deterioraría aún más, merced a la adopción de presupuestos de austeridad y medidas concomitantes, bajo los más variados pretextos. Como parte de esto, prácticamente se abandonaría el combate de plagas como las ratas, las langostas, los mosquitos.

El estudio previó que, en circunstancias tales, muy pronto se desencadenaría una serie de pandemias mundiales, tanto de enfermedades ya conocidas como de nuevos males. Con justa razón, el grupo de trabajo dirigido por LaRouche le llamó a esta catástrofe previsible *holocausto ecológico*. Y eso es exactamente lo que está ocurriendo, con el ritmo y la creciente gravedad que pronosticó aquel estudio de 1974. La usura internacional ha asfixiado la economía de docenas y docenas de países y ha desatado con ello un holocausto cien veces peor que el que provocó Adolf Hitler.

El sida —la más letal de las nuevas enfermedades epidémicas, capaz de extinguir a nuestra especie— prolifera en Africa, Asia e Iberoamérica, entre los pueblos más debilitados por el saqueo económico y por otras epidemias, los que más agudamente sufren la falta de infraestructura sanitaria y la abundancia de plagas. Prolifera asimismo en las barriadas empobrecidas de las grandes ciudades de los Estados Unidos y varios países europeos, con la ayuda de esos deplorables individuos cuyas costumbres antinaturales los han convertido en depósito humano del virus. El sida es el peor resultado del actual orden monetario y financiero del mundo.

Para sobrevivir, la humanidad tiene que emprender una contraofensiva colosal. Las solas medidas sanitarias que se requieren para detener la pandemia del sida suponen el empleo de recursos gigantescos para aplicar análisis serológicos a toda la población, aislar en condiciones humanas a los portadores del virus, atender debidamente a los enfermos en sanatorios separados, etc. A ello hay que sumar un esfuerzo igualmente gigantesco y concentrado en la ciencia y la técnica, a fin de encontrar una cura eficaz a ese mal en el menor lapso posible.

Salta a la vista que la única manera de generar esos recursos es cambiar radicalmente la lógica presupuestaria de los gobiernos y romper con las reglas de la usura, para volver a respetar las de la Creación. Aparte de recursos para combatir la enfermedad, sólo el auge económico traerá consigo alimentos suficientes, servicios públicos adecuados y condiciones de vida que garanticen la salud general de la población. De paso, ayudará a disipar el sórdido ambiente cultural en que millones de personas se desbarrancan a la drogadicción, la homosexualidad, etc.

De eso no cabe ninguna duda. De lo único que no estamos seguros es de si suficientes hombres y mujeres actuarán a tiempo para detener el holocausto de toda la humanidad.

### Apreciado doctor Franklin:

Nunca me imaginé que en la América Española pudiesen prender algún día ideas tan desorbitadas como las de los promotores de la eutanasia. Mucho menos, oírlas en labios de un sacerdote católico. Pero es el caso que dichas ideas están ya en circulación por aquí y que, en Colombia, es un cura jesuita el que se ha puesto al frente de los abogados de la muerte.

No estoy ni en posición ni en obligación de decir si este hombre cumple o no con sus votos; sólo puedo asentar que, a mi juicio, su conducta no tiene nada de cristiana. Como no tiene nada de cristiana la conducta de ninguno de los promotores de la eutanasia, o de la "muerte digna", o como quieran llamarle.

No me vengan a mí con el cuento de que se quiere ahorrarle sufrimientos a los enfermos incurables. Los que se quieren ahorrar sufrimientos, esfuerzos y dinero son los piadosos parientes que aceptan liquidar al enfermo, el cual, muchas veces no es incurable, y aun si lo es, tiene derecho a que la ciencia trate de hacerlo curable. ¿Cuántos casos recientes no ha visto usted en su patria, en que se mata de hambre y sed a pacientes perfectamente concientes pero por desgracia sin fuerzas físicas para defenderse?

Pero la pobreza moral de esos malos hijos o cónyuges no es nada cuando se los compara con los mayores promotores de la eutanasia: las compañías de seguros, los mandamases de la salud

# Los Genios



Cupo en suerte al sector de energéticos de Hispanoamérica tener en sus filas a un genio de la talla de Francisco Rojas Gutiérrez, director general de Petróleos Mexicanos. Quienes sólo lo habían visto en el papel de gendarme de los bienes del gobierno mexicano, cuando fue contralor general de la Nación, se habrán asombrado del despliegue que hizo el 18 de marzo pasado de sus habilidades de filósofo de la historia. A decir verdad, esos otros genios G. F. Hegel y Arnold Toynbee se hubieran puesto verdes de envidia al escucharlo.

Se conmemoraba el quincoagésimo aniversario de la nacionalización de la industria petrolera mexicana, realizada en 1938 por el general Lázaro Cárdenas. Y, por supuesto, se necesitaba todo un genio para explicar el contraste entre la conducta nacionalista de aquel presidente y la del actual gobierno. El genial Paco Rojas pasó al micrófono: "Las condiciones internas y externas determinan la oportunidad de los actos de gobierno; saberla percibir y aprovechar es parte del genio visionario de los hombres de estado".

Tras el principio general, Rojas pasó al análisis concreto. "1938 ofreció la posibilidad inmejorable para realizar la expropiación, impulsar el proyecto de reorganización de la sociedad y apuntalar la soberanía del país. . . México y su presidente estuvieron a la altura de las circunstancias que les tocó vivir". Muy bien. ¿Y ahora? "En los últimos años las condiciones han sido distintas. Las pretensiones hegemónicas se han acentuado y las presiones económicas, en consecuencia, se han agudizado severamente".

Lo cual conduce a la conclusión genial: "Lázaro Cárdenas cumplió en su tiempo; Miguel de la Madrid está cumpliendo en el suyo. No caben paralelismos, porque circunstancia y tiempo son distintos". (Y tal vez todo lo que hizo Drácula fue percibir y aprovechar las peculiares circunstancias de Transilvania.)

No se crea que un genio como Paco Rojas se iba a detener ahí. Entusiasmado por los resultados de su análisis, enriqueció aún más su doctrina: "La historia no permite transportar soluciones arbitrariamente ni congelar estrategias y tácticas de gobierno". Tampoco se crea que Rojas es de esos que no practican lo que predicán: como se ve, tiene el genio visionario de los hombres de estado para acomodarse a las circunstancias.

Honor a quien honor merece.

pública, los directores de presupuestos gubernamentales que quieren ahorrar dinero matando a los enfermos que, a su parecer, cuestan demasiado. Esto es lo que quiere decir esa zarandaja del derecho a morir.

Lo ominoso, doctor Franklin, es que por ese camino se va derecho a la decisión de liquidar a los enfermos mentales, a los lisiados, a los nenes con

defectos de nacimiento o a quienquiera que los medios gobernantes juzguen comensal inútil. Como usted sabe, ya hay quienes andan proponiendo semejante solución al problema del sida. Y, como usted sabe también, así empezó en mi patria el genocidio nazi.

Tengo, sin embargo, la esperanza de que los pueblos de la América Espa-

ñola no van a dejar que esto siga adelante. Ojalá y su vigorosa oposición a esa barbarie nos ayude a detenerla en nuestras patrias respectivas.

Lo saluda con afecto,

*Humboldt,*

# Nuevas esperanzas para los pacientes de Alzheimer

por el doctor John Grauerholz

La doctora Chaovane Aroonsakul, especialista en enfermedades neurológicas de ancianos, ha creado un tratamiento que parece aliviar los síntomas del mal de Alzheimer y otras enfermedades degenerativas del sistema nervioso central relacionadas con el envejecimiento.

Aroonsakul, graduada de la Escuela de Medicina de la Universidad Chulalongkorn, de Tailandia, estudió química orgánica en un programa especial que dio especial atención a la química del ácido desoxirribonucleico (ADN). Sus estudios sobre el ADN y los mecanismos de su reparación echaron las bases para elaborar su programa de tratamiento, el cual también promete corregir el deterioro general relacionado con el envejecimiento.

Se ha denominado al mal de Alzheimer, o demencia senil de Alzheimer, "la enfermedad del siglo", por la cantidad de personas que se espera lo padecerán para el año 2000. Se lo llamó así antes de que se apreciara la magnitud de la epidemia mundial de SIDA; sin embargo, las enfermedades degenerativas crónicas del sistema nervioso central, de las cuales el mal de Alzheimer es la más conocida, no se quedarán muy atrás del SIDA en lo que respecta a sus consecuencias económicas.

Actualmente se estima que hay un millón y medio o dos millones y medio de personas mayores de 60 años que padecen el mal de Alzheimer, y se considera la cuarta causa de muerte en los

Estados Unidos. En 1983, el gobierno de los Estados Unidos gastó más de 27.000 millones de dólares en el tratamiento y atención de pacientes con esta enfermedad. Si continúa el tren actual, el costo anual de la atención médica será de 80.000 millones.

## El descubrimiento del mal

Quien identificó el mal de Alzheimer como una entidad clínica distinta fue el doctor Alois Alzheimer, en 1906, aunque un médico francés, Jean Etienne Esquirol, había descrito los síntomas en 1838. En general se caracteriza por el deterioro rápido y progresivo de todas las funciones mentales en personas cercanas a los 50 años. Del surgimiento de los síntomas a la muerte transcurren de tres a cinco años, en los que hay un deterioro físico general severo.

Debido a que los síntomas brotan a edad relativamente temprana, también se conoció este mal como demencia presenil, para distinguirla de la senilidad o demencia senil, que surge a edad más avanzada y tiene un curso más lento. La demencia senil se manifiesta en el deterioro lento de la capacidad intelectual a partir de los sesenta o setenta años, y conduce a la muerte 10 o 15 años después. Aunque la senilidad es la enfermedad más común de los ancianos, no es normal.

Hace poco surgió la tendencia a reunir en un solo grupo la demencia presenil, la senil y el mal de Alzheimer. Ese amontonamiento fue la causa principal de que una enfermedad rara se

convirtiese de repente en una de las principales causas de muerte. Uno de los resultados más ominosos de eso ha sido diagnosticar la enfermedad de Alzheimer—fatal e incurable—a cualquier persona que manifieste síntomas de senilidad, por leve que sea.

Esto, a su vez, ha provocado un creciente movimiento para reducir el costo del cuidado de esas personas matándolas de hambre, ya que, desde el punto de vista de ese movimiento, los enfermos están condenados de cualquier forma a volverse "vegetales".

De hecho, uno de los primeros resultados del trabajo de la doctora Aroonsakul fue elaborar un análisis bioquímico que distingue de manera confiable el mal de Alzheimer de la demencia senil. El análisis mide la capacidad del paciente para secretar ciertos factores de crecimiento en respuesta a estímulos químicos. Los pacientes con demencia senil mostrarán una respuesta disminuida, mientras que los enfermos del mal de Alzheimer no tienen casi respuesta alguna.

## El tratamiento de Aroonsakul

El tratamiento de la doctora Aroonsakul consiste en reemplazar con ciertas hormonas los factores de crecimiento faltantes. Por consideraciones de derechos, no mencionaremos las hormonas específicas y los factores de crecimiento. Sin embargo, uno de sus principales mecanismos de acción es que mejora el proceso de reparación del ADN, donde sea que éste mantenga

*Pasa a la página 48*





### CINCO MILLONES DE ENFERMOS DE SIDA EN LOS EU, PARA 1991

Según un nuevo modelo de computadora ideado para pronosticar la propagación del sida, para 1991 cinco millones de estadounidenses agonizarán de sida. Otros 14 millones, infectados con el virus, serán capaces de contagiar a otros. El modelo es obra del doctor Allan Salzberg, jefe de servicios médicos del Hospital de Veteranos de Miles City, Montana. Una cuarta parte de los que estén infectados dentro de tres años pertenecerán a los grupos que los Centros de Prevención de Enfermedades clasifican de "menos propensos".

El único modo de atajar la propagación del sida es hacerle análisis a todo el mundo, dijo el doctor Salzberg en el compendio de su trabajo publicado en el *Journal of the American Medical Association* del 18 de diciembre de 1987. Salzberg calcula que si se logra identificar a 80 por ciento de los portadores de sida y, con ello, se logra reducir en 90 por ciento la transmisión de ese 80 por ciento, puede romperse la cadena de contagio.

### ELEVADISIMA MORTALIDAD INFANTIL EN LA UNION SOVIETICA

Las cifras de mortalidad infantil que publicó el gobierno soviético a fines de 1987 revelan que la mortalidad infantil en la URSS es peor que en algunos países subdesarrollados. La mortalidad infantil oficial en la Unión Soviética es 25,6 por millar (la misma de Paraguay y Tailandia); pero, según el pediatra soviético Viacheslav Tabolin, miembro de la Academia de Ciencias Médicas, el índice real es al menos 30 por millar. Un modo en que se reduce la cifra es poner las muertes de criaturas de 10 y 11 meses en el renglón de las muertes de mayores de un año.

### INDIA CUENTA CON UN PROYECTIL BALISTICO PROPIO

India probó con buen éxito un proyectil balístico perfeccionado por sus propios científicos y capaz de transportar ojivas de tamaño considerable por lo menos a unos 240 kilómetros, anunció a fines de febrero el primer ministro Rajiv Gandhi. El cohete recibió el nombre de Prithvi. "Tras los necesarios lanzamientos de prueba, planeamos añadir el Prithvi a nuestras fuerzas de defensa", dijo Gandhi ante el Parlamento. El primer ministro observó que sólo los Estados Unidos, la Unión Soviética, Francia y China han hecho proyectiles balísticos de alcance y capacidad semejantes.

### ANDAN MAL EN CIENCIAS LOS ESCOLARES DE LOS EU

Los escolares estadounidenses de quinto, noveno y duodécimo grados saben menos de ciencia que los estudiantes de los mismos grados de muchos otros países del mundo, según resultó de un estudio internacional dado a conocer el 29 de febrero por la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. Los escolares estadounidenses de quinto grado quedaron en octavo lugar entre los de 15 países; los de noveno grado quedaron en decimoquinto lugar entre los de 16 países; y los de duodécimo grado quedaron en último lugar entre los de 14 países.

### REPRODUCEN EN COLOMBIA NUEVOS SUPERCONDUCTORES

El grupo de bajas temperaturas de la Universidad Nacional de Colombia, dirigido por el doctor Eduardo Posada, logró producir varias muestras de material cerámico que presentan superconductividad a la temperatura del aire líquido (190 grados centígrados bajo cero), con la misma composición que se descubrió poco antes en varios laboratorios de los Estados Unidos y Europa occidental. El material se compone de itrio, bario, cobre y oxígeno.



### ALTA INCIDENCIA DE SIDA INFANTIL EN NUEVA YORK

Uno de cada 61 recién nacidos en la ciudad de Nueva York padece la infección del sida, según informan las autoridades sanitarias del estado de Nueva York, EU. De 9.047 nacidos en aquella ciudad a lo largo de un mes a fines de 1987, 148 portaban anticuerpos del sida. Un estudio concomitante, basado en el análisis de muestras de sangre de adultos, reveló que más o menos hay la misma proporción de mujeres infectadas. El comisionado estatal de salud, doctor David Axelrod, calificó de "alarmantes" los resultados del primer estudio; y le escribió a los médicos del estado que "las implicaciones de estos hallazgos merecen atención inmediata".

### ANUNCIA SU RENUNCIA EL JEFE DE LA NASA

James Fletcher, jefe de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los Estados Unidos, anunció el 20 de febrero que renunciará a su cargo en 1989. Fletcher se quejó de que ninguno de los candidatos presidenciales estadounidenses "ha hecho del programa espacial del país un tema importante de campaña", lo cual calificó de "alarmante". Fletcher rehuyó mencionar el programa de colonización de la Luna y Marte que propone el candidato presidencial demócrata Lyndon LaRouche.

### SUDCOREA SE ESFUERZA EN TENER MAS CIENTIFICOS

Corea del Sur se propone tener 30 científicos y técnicos de primer rango por cada 10.000 habitantes para el año 2001. Para entonces, la inversión del país en ciencia y tecnología deberá llegar al 5 por ciento del producto nacional bruto. Tal informó *Korea News Review* en su número del pasado 13 de febrero. En 1987, alrededor del 3 por ciento del PNB se invirtió en investigación científica y técnica; aproximadamente 51 por ciento del gasto lo hizo el gobierno, y el resto el sector privado.

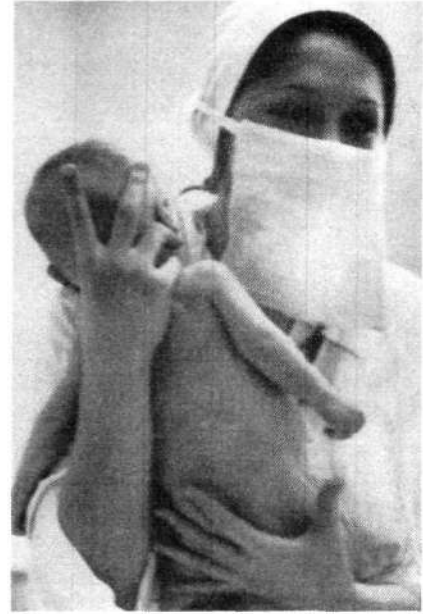
El número de instituciones de investigación científica de Corea del Sur ha aumentado de manera sostenida. Las instituciones privadas, en particular, pasaron de 152 en 1984 a 436 en noviembre de 1987. En diciembre de 1986, el gobierno creó un premio para adelantos notables en matemáticas, física, química y genética.

### RECHAZAN EN JAPON LA NOCION DE 'MUERTE CEREBRAL'

Cientos de personas —entre ellas, médicos, abogados y parientes de enfermos— rechazaron los criterios que dio a conocer la Sociedad de Médicos Japoneses para declarar la "muerte cerebral", criterios con los que pretende abrir paso a los trasplantes de corazón y otros órganos. Para transplantar órganos, se tienen que extraer del organismo donante *antes* de que se suspendan sus funciones vitales. Quienes protestan señalan que una persona muere cuando el corazón deja de funcionar, no cuando parece que el cerebro ya no funciona, como pretende la Sociedad de Médicos.

### MOSCU PREMIA A UN EXPERTO EN ELECTROMAGNETISMO

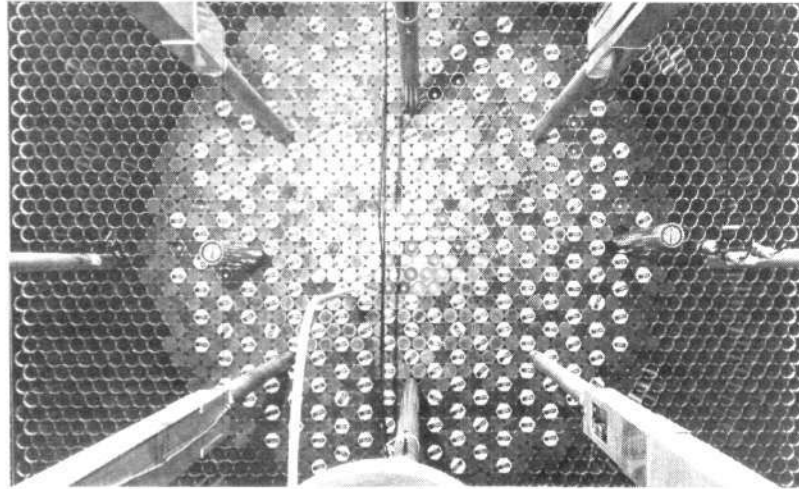
A. M. Projorov, uno de los inventores soviéticos del láser y pionero mundial de la investigación de los campos electromagnéticos, recibió la Medalla de Oro Mijail Lomonosov, anunció *Pravda* el 12 de febrero. El diario dice que Projorov "revolucionó la física moderna" con su trabajo en "radiofísica, física del estado sólido, espectroscopía y física de los fenómenos magnéticos". De Projorov, jefe del Instituto de Espectroscopía, se sabe en Occidente que trabaja intensamente en el programa soviético de defensa estratégica.





# Brasil conquista el ciclo nuclear completo

por Silvia Palacios y Lorenzo Carrasco



**E**l pasado 4 de septiembre, en ceremonia solemne, el presidente José Sarney anunció que Brasil ha conquistado, pese a las presiones e impedimentos externos, el ciclo completo del combustible nuclear.

"Venció el país una etapa decisiva en el camino de la autonomía en el campo de la ciencia y la tecnología. El enriquecimiento de uranio constituye una técnica de las más avanzadas al alcance del conocimiento humano", declaró el presidente Sarney, y agregó: "Este esfuerzo debe servir para estimular a la comunidad científica brasileña a un intercambio cada vez más denso y más amplio con los centros avanzados de producción científica. Debe conducir a la cooperación creativa con los países que, como nosotros, en el mundo en desarrollo, saben también que el progreso y el desarrollo no se alcanzan sin el apoyo de la ciencia y la tecnología".

El enriquecimiento de uranio por los métodos de la ultracentrifugación fue logrado en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Nucleares, en São Paulo, con absoluto sigilo y bajo la supervisión de la Marina. El proyecto, conocido como Programa Nuclear Paralelo, tomó ocho años de trabajos in-

tenso para hacer realidad los sueños del presidente Getulio Vargas, que junto con el patriota almirante Alvaro Alberto, intentaron, por última vez en 1952, un programa semejante de enriquecimiento de uranio por ultracentrifugación.

Aunque la conquista nuclear brasileña fue alcanzada hace más de dos meses, el anuncio sólo se hizo en el momento en que Brasil empieza las negociaciones con las instituciones financieras internacionales. Con el anuncio, Brasil deja claro que no está dispuesto a entregar su soberanía a "las condicionantes estratégicas de las superpotencias". El anuncio brasileño debe tomarse como una declaración de guerra en defensa de su soberanía, y contra las políticas de "apaciguamiento" y "salvaguardas".

La definición de esta política fue establecida por el canciller Roberto Abreu Sodre, después de largas discusiones en el Ministerio de Relaciones Exteriores, el pasado 12 de agosto. Allí, Abreu Sodre ratificó la política de que Brasil no somete su soberanía "a teorías como la de la disuasión, que subordina la seguridad internacional a las condicionantes estratégicas de las superpotencias y legitiman la pose-

sión de armas nucleares".

En la reunión, Abreu Sodre dijo también que "el hecho central es que para Brasil la energía nuclear no es abstracción. Tenemos importantes yacimientos de uranio (los quintos del mundo), una demanda interna de energía que cada vez crece más, un parque industrial capaz de competir en el mercado internacional de bienes de capital", y por esto, "en los foros internacionales propugnamos por el acceso de los países en desarrollo a la tecnología atómica, y denunciamos las trampas creadas por los países nuclearmente desarrollados. Luchamos contra las reglas económico-comerciales que perpetúan, para los países en desarrollo, también en el campo nuclear, la condición de mero consumidor de equipos sofisticados y de tecnología, y de mero abastecedor de materias primas. . . En el sector político-estratégico no nos dejamos confundir, pues no creemos que la proliferación del conocimiento de la tecnología atómica signifique *ipso facto* la proliferación de bombas atómicas".

## Nuestro único límite es el cielo

Por su parte, el presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), Rex Nazareth Alves, criticó los

acuerdos de cooperación nuclear con los Estados Unidos y Alemania: "Jamás nos dieron acceso integral a las tecnologías sensibles. . . Somos favorables al desarme y a la no proliferación de armas atómicas; pero repudiamos la imposición de mecanismos discriminatorios e inhibidores del desarrollo tecnológico en el campo pacífico de la energía nuclear".

Nazareth le explicó a la prensa el por qué del sigilo en las investigaciones para lograr el enriquecimiento del uranio, y dijo que tal sigilo fue "un escudo que el país utilizó para desviar las intrigas internacionales que intentan impedir que un cliente se convierta en competencia en el mercado de más de 50.000 millones de dólares al año. . . El programa nacional va en contra de los intereses del cartel tecnológico internacional, que procura boicotearlo, ya sea imponiendo restricciones a las importaciones brasileñas, o acusando al programa de tener finalidades armamentistas".

Nazareth dijo también que hay casos en los que ser "un rebelde intransigente es por lo menos algo patriótico", y subrayó: "Basta de dependencia externa. Un país como Brasil, con tantos problemas en el campo de la salud, la agricultura y el desarrollo de la industria —problemas que podrían encontrar solución a través del uso de la energía nuclear— no puede continuar admitiendo incertidumbres para satisfacer esas demandas. . . Brasil no necesita de ningún Hiroshima o Nagasaki para anunciar su dominio de la tecnología de producción de combustible nuclear".

Después de este logro, concluyó Nazareth, "nuestro único límite es el cielo".

#### Los pioneros:

##### Getulio Vargas y Alvaro Alberto

En su discurso del 4 de septiembre, el presidente Sarney le rindió homenaje "a los hombres cuyo pionerismo impulsó en el pasado el programa nuclear brasileño. Entre éstos resalta la figura del almirante Alvaro Alberto, responsable en la década de los años cincuenta por la compra de las primeras máquinas de ultracentrifugación para enriquecimiento de uranio. La iniciativa del almirante Alvaro Alberto no progresó, por una serie de razones ligadas al clima en que el debate sobre



*Rex Nazareth Alves, presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, y el almirante Alvaro Alberto, han sido elementos claves en los logros nucleares brasileños.*

la utilización de la energía nuclear era realizado internacionalmente y en el propio Brasil. Sus máquinas fueron desactivadas, pero sus ideas permanecieron vivas".

La referencia del presidente Sarney al almirante Alberto tiene un gran significado político, pues él fue quien conspiró, junto con el físico alemán Otto Hahn, contra las imposiciones coloniales de limitación tecnológica. Alberto y Hahn coordinaron un proyecto para diseñar y construir en Europa tres ultracentrifugadoras para Brasil. Las máquinas fueron construidas y luego probadas, bajo la dirección del profesor William Groth, en la Universidad de Gotinga. Hasta aquí toda la operación se había mantenido en

absoluto secreto, pero cuando las máquinas se estaban desmontando, a mediados de 1953, para ser transportadas a Brasil, la información sobre la operación llegó al Palacio de Itamaraty (Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil), que entonces dirigía el canciller João Neves de Fontoura, agente de la Standard Oil. En menos de 24 horas —a partir de que la información llegó a Itamaraty—, tropas estadounidenses, informadas en detalle por Itamaraty, ocuparon todos los puertos y confiscaron las cajas con todo el material.

Al mismo tiempo, en Brasil se lanzó una gigantesca campaña de calumnias en contra del almirante Alberto, campaña que fue dirigida personalmente



*La planta nuclear brasileña Angra 2. Para Brasil, la energía nuclear no es una abstracción, hay una creciente demanda interna de energía que satisfacer.*

Hambruna



Deuda

Enfermedades

**Usando el**

**Modelo TR6-VMR**

**IRRADIADOR DE  
PLATAFORMA  
COMPUTARIZADO, DE  
DISEÑO AVANZADO Y  
GRAN CAPACIDAD**

Entre sus aplicaciones:

- Conservación de alimentos
- Esterilización de instrumental médico
- Limpieza de materias primas
- Tratamiento de aguas negras

**Para mayor información  
sobre posibilidades de  
inversión conjunta, llame a:**



División Internacional  
**Alpha Omega  
Technology, Inc.**  
Corporate Offices  
1279 Route 46  
Parsippany, NJ 07054  
USA  
(201) 334-4321

Fax: (201) 334-3451

Telex: 9102403784 AOTH UQ

por el canciller Neves de Fontoura. El mismo Neves se encargó, también personalmente, de sabotear los esfuerzos del presidente Getulio Vargas para lograr la integración económica de Brasil, Argentina y Chile, fomentando las supuestas rivalidades entre Brasil y Argentina.

Esta vez, el Programa Nuclear Paralelo, iniciado bajo el gobierno del presidente Geisel —pese a las provocaciones del gobierno del presidente Jimmy Carter— no sólo logró ya enriquecer uranio, sino que también ha honrado la memoria del presidente Getulio Vargas y del almirante Alvaro Alberto.

#### **La furia del Departamento de Estado**

El logro nuclear brasileño, pese a que enmudeció a la embajada estadounidense, desató inmediatamente la furia de las redes del Departamento de Estado de los Estados Unidos. El corresponsal de *Gaceta Mercantil* en Washington reportó que un funcionario anónimo del Departamento de Estado declaró que el anuncio del Brasil deberá causar gran irritación en varios sectores del gobierno de Reagan.

Por su parte, un funcionario de la oficina de no proliferación del Departamento de Estado dijo: "Nuestra reacción será semejante a la que tuvimos cuando Argentina anunció que dominaba el ciclo de combustible nuclear; dijimos entonces y lo repetimos ahora, que los países deben colocar todas sus instalaciones y material nuclear al alcance de las inspecciones de la Agencia Internacional de Energía Atómica. Cuando no lo hacen, levantan sospechas de que están usando la tecnología nuclear para otros fines que no son pacíficos".

Con otras palabras, el profesor Leonard Spector, de la Carnegie Endowment for International Peace, de Washington, declaró lo mismo: el programa brasileño es "motivo de preocupación, pues no prevé ninguna fiscalización. . . El Departamento de Estado debería manifestar al gobierno brasileño su desagrado por tener un programa sin las adecuadas salvaguardas internacionales".

Si bien el Departamento de Estado no ha hecho todavía ninguna declaración oficial al respecto, sí está desplegando a sus redes dentro del Brasil, especialmente a través de la revista *Veja*

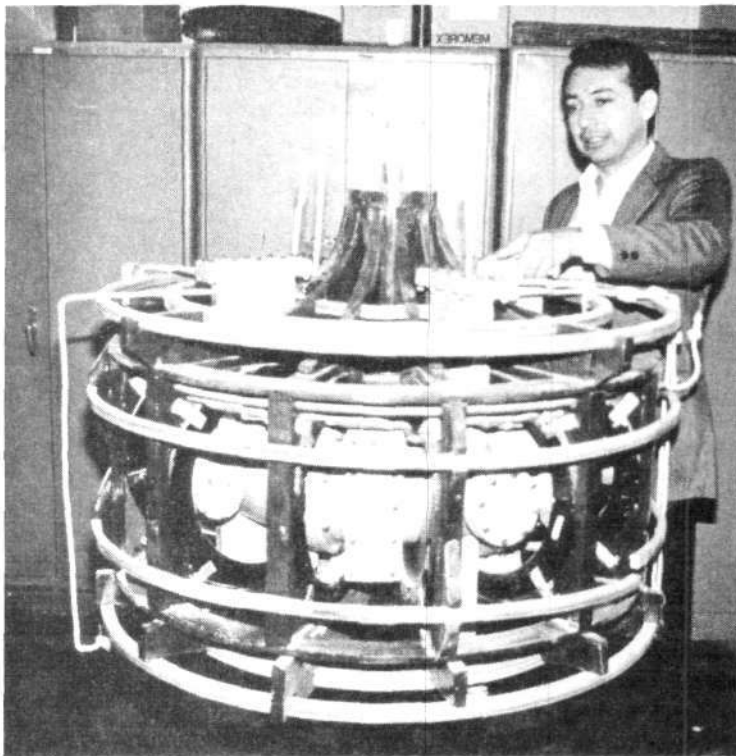
y del diario *Folha de São Paulo*, el cual, según señalan algunas fuentes, recibe mucho de su material contra la energía nuclear y en favor del ecologismo de las oficinas y consulados estadounidenses.

Entre los individuos que conforman dichas redes, y que entrelazan sus actividades con la política colonialista dictada por las llamadas conferencias de Pugwash, se destacan Enio Candotti, vicepresidente de la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia; Luis Pinguelli Rosa y Fernando Souza Barros, de la Sociedad Brasileña de Física, y, en un nivel más alto, José Goldenberg, de la Universidad de São Paulo.

Pero la reacción más violenta en contra del Programa Nuclear Paralelo provino del diputado Guilherme Afif Domingos, del Partido Liberal, un político de probeta del Proyecto Democracia. En carta dirigida a la Asamblea Nacional Constituyente, Afif Domingos exige que el gobierno "no esconda más" los secretos de la caja dos, de donde salieron los "recursos gordos" destinados al programa atómico. Afif Domingos exige también una "auditoría" para controlar los gastos del programa nuclear, e insiste en que "los constituyentes tienen que hacer un análisis, sobre todo de la caja dos y los proyectos secretos, para conocer el costo-beneficio. . . Los constituyentes no saben, por ejemplo, cuánto gastó el gobierno para la importación de material de plantas nucleares. Vea: si esto es el lado aparente, imagine el lado secreto".

La reacción de Afif Domingos no es casual. Como es sabido, él está estrechamente vinculado a las redes del llamado "gobierno paralelo" estadounidense que, bajo el nombre de Proyecto Democracia, dirige operaciones encubiertas que el Departamento de Estado no puede llevar a cabo abiertamente en contra de la soberanía de los estados nacionales.

La mejor respuesta a las presiones tanto externas como internas en contra del programa nuclear brasileño la dio el propio presidente de la CNEN, Rex Nazareth Alves: "Si acontecieran represalias a nivel internacional, no permaneceré quieto. Soy una persona que reacciona a cosas de esa naturaleza".



# La investigación de fusión en México

por Rubén Cota Meza  
y Ricardo García Rosas

*Rubén Cota Meza, coautor de este artículo, con el tokamak experimental mexicano que bautizaron con el nombre de "Novillo".*

**E**n México existen dos instituciones en las que se realiza investigación sobre lo que será la fuente energética del futuro inmediato: la fusión nuclear. Ellas son el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), organismo gubernamental, y el Centro de Estudios Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México (CEN-UNAM). El personal asignado a tales investigaciones apenas llega a veinte personas entre investigadores, técnicos, maestros y estudiantes. El presupuesto para tales actividades es exiguo.

La revista *Fusión Nuclear* visitó ambos centros. Sirva este primer reportaje para que más centros de investigación del país incursionen en este campo hacia la formulación de un programa integral de investigación y desarrollo en el área de la fusión nuclear.

Los investigadores del ININ construyen actualmente un pequeño tokamak, llamado Novillo, y los investigadores del CEN-UNAM preparan recursos humanos para la investigación en ese campo, con la operación de un plasma focus.

El trabajo de investigación más im-

portante que se realiza en México en el campo de la fusión nuclear es el denominado tokamak Novillo del ININ que ha sido diseñado y construido en su totalidad por el grupo de investigadores de ese centro. "El proyecto para su construcción fue aprobado oficialmente en junio de 1984 y en noviembre de 1987 estaba avanzado en un 95 por ciento. Se piensa terminarlo, en lo que a sus componentes mecánicos se refiere, para diciembre de 1987, y que empiece a experimentar sus 'primeros disparos' hacia abril o mayo de 1988", nos dijo Lenado Meléndez, director del proyecto.

En opinión de los investigadores del ININ, el hecho de que ellos hayan diseñado y construido el pequeño reactor les permitirá avanzar con mayor rapidez en su operación, dado que tienen visualizados todos los detalles del reactor, cosa que no sucede cuando uno compra el reactor ya hecho.

Los trabajos a desarrollar en el proyecto son: 1) preparar el personal involucrado en el diseño, construcción y operación de pequeños tokamaks, cosa que ya se está logrando; y 2) una vez que se haya adquirido experien-

cia, proponer una máquina más grande, más cercana a la que se pretende, al tener reactores de fusión.

Otro campo en el que se trabajará intensamente será el diagnóstico de plasmas. La configuración para el diagnóstico de plasmas en el Novillo es muy básica. En la primera etapa se harán con sondas magnéticas que emiten señales eléctricas, método ya muy conocido. Generalmente, los tokamaks producen rayos X a los que se les puede medir su intensidad y con ello determinar la temperatura del plasma y la energía de las partes que generan tales rayos X, que son componentes del plasma. Para ello se cuenta con cámaras de vacío y un espectrómetro de masas con un rango muy amplio.

También se cuenta en el centro con un equipo de espectroscopía que permitirá analizar las líneas del espectro electromagnético dentro del plasma. Se cuenta con un equipo de rayos láser con el que se harán diagnósticos en el futuro. Posteriormente se piensa hacer diagnóstico con microondas; la limitación es el costo del equipo, 300.000 dólares aproximadamente, que es la totalidad del presupuesto que se ha

# Suscríbase a **Benengeli**



## Revista de arte, ciencia y buen gobierno

**BENENGELI** es la revista trimestral de la Academia de los Comités Laborales Iberoamericanos.  
En México: Apartado postal 57-315, 06500, México, DF. En Colombia: Apartado aéreo 44047, Bogotá, DE. Tel: 228 35900. En Perú: Ave. Arequipa 1506. Lima, 11, Lima. En Venezuela: Apartado postal 70534, Los Ruices, Caracas 1070. Tel: 261 1488.

**TABLA 1**  
Principales parámetros del tokamak Novillo

Radio exterior	Ro	0.23 m.
Radio interior	av	0.08 m.
Radio interior del plasma	ap	0.06 m.
Razón de aspecto inversa	ap/Ro	0.26
Corriente de plasma	Ip	12 kA máxima
Densidad electrónica	ne	$2 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$
Temperatura electrónica	Te	150 eV

**TABLA 2**  
Comparación del Novillo con otros tokamaks pequeños

País	Dispositivo	Radio exterior (CM)	Radio interior (CM)	Corriente de plasma (CM)	Densidad electrónica (k A)	Tiempo de confinamiento (MS)
Japón	Spac II	28	5.5	18	2.5 a 10 a la $13 \text{cm}^{-3}$	0.2
Gran Bretaña	Tosca	30	10	15	0.5 a 5	0.15
Brasil	TBR	30	11	20	2	0.7
Japón	Minimak	22.8	8.3	4.4	0.7 a 2.0	0.01
México	Novillo	23	8.3	12	2	0.15

ejercido en la construcción del tokamak hasta la fecha.

El Novillo alcanzará temperaturas de 20 millones de grados Kelvin y tendrá un  $\delta$  de  $10^{12}$ , parámetros característicos de este tipo de dispositivos pequeños.

Los principales parámetros del tokamak se presentan en la tabla 1, en tanto que en la tabla 2 se muestra su comparación con otros tokamaks pequeños construídos en Japón, Inglaterra y Brasil.

La construcción del tokamak es, hasta ahora, el punto culminante de una tortuosa trayectoria en la institución desde los primeros intentos de ejecutar el proyecto en el antiguo INEN con un multipolo lineal de extremos fase cerrados. Desafortunadamente, no se han podido consolidar proyectos de colaboración con instituciones de otros países, ni con la propia UNAM al interior de México. Actualmente el ININ y el Laboratorio Nacional de Los Alamos, de los Estados Unidos, tienen un convenio de colaboración muy amplio pero no en investigaciones con tokamaks.

El tokamak Novillo generará su primer plasma en el curso de 1988, inaugurando con ello una nueva etapa en las investigaciones sobre fusión nuclear en México. Sin embargo, es ne-

cesario insistir en la necesidad de aumentar el presupuesto para este tipo de programas con el fin de formar los científicos que en el futuro tendrán que diseñar el primer reactor comercial de fusión nuclear que instalará en México la Comisión Federal de Electricidad.

### Fusión nuclear en la UNAM

Para el doctor Julio Herrera, director del programa de fusión nuclear del CEN-UNAM, el principal obstáculo para desarrollar en nuestro país la fusión nuclear controlada es la falta de especialistas altamente capacitados en el área. Por ello, "se le ha asignado al CEN-UNAM la tarea de desarrollar y promover el estudio de la física de plasmas orientada al estudio de la fusión nuclear controlada".

El trabajo en esta área en el CEN-UNAM es reciente, nos dice el doctor Herrera, "apenas hace ocho años no se contaba siquiera con una biblioteca apropiada sobre este tema", esa, y todo tipo de limitaciones, "ha tomado mayor tiempo del que hubiéramos deseado" en la tarea de crear un grupo de investigadores. Fue necesario empezar por enviar a varios estudiantes a universidades extranjeras, mientras que en el CEN-UNAM se creaba la infraestructura para que a su regreso pudieran trabajar apropiadamente. El primero de ellos regresó hace apenas tres

años con su doctorado, y aún hay algunos fuera del país y hay otros que saldrán en el futuro próximo.

En este campo, dice el doctor Herrera, en la UNAM se ha vivido "una etapa de gestación" de la cual apenas se está saliendo. Actualmente existen cuatro investigadores con nivel de doctorado y un técnico académico, con los cuales trabajan un estudiante de doctorado y cinco de licenciatura.

Los investigadores del centro son, al mismo tiempo, profesores en varias facultades. En física de plasmas se ofrece la materia cada dos semestres en el posgrado de Física de la Facultad de Ciencias, con un promedio de siete estudiantes cada vez.

Una de las limitaciones más importantes es la presupuestal. La investigación en este campo tiene un costo elevado, pero se han hecho programas conjuntos en otras partes del mundo, como el de la Comunidad Económica Europea que ha llegado a la construcción y operación del tokamak JET (Joint European Torus), también el programa del tokamak INTOR (International Tokamak Reactor) coordinado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, en el que participan Estados Unidos, la CCE, la URSS y Japón. "Aunque México no esté en condiciones de invertir grandes sumas en investigación de fusión nuclear, dice el doctor Herrera, debe contar con un grupo capaz de participar en programas de colaboración. El costo de no hacerlo así será que más tarde, el país no se verá en posibilidad de recibir los beneficios de esta nueva fuente de energía y, en el mejor de los casos, se verá obligado a adquirirla 'llave en mano' a un precio mayor".

También "conviene advertir que precisamente por la complejidad del problema, es necesario familiarizarse con sus soluciones con anticipación suficiente. Además el hecho de que la producción de un reactor prototipo que produzca energía aún llevará algún tiempo, permite disponer de un gran intercambio de información en la comunidad de investigación. Es de esperar que al pasar a la fase de producción industrial, esta información se restrinja. Este es el momento en que debemos esforzarnos por mejorar y aumentar nuestra investigación en física de plasmas y fusión nuclear".

## Fusión

# Difícil progreso de la fusión nuclear en los EU

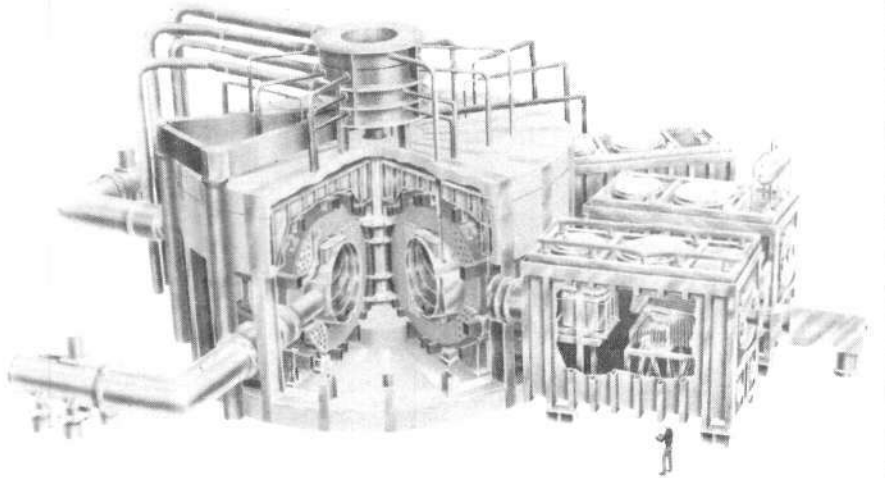
por David C.



**E**n enero de 1988 el Congreso estadounidense por poco sofoca el programa de fusión nuclear en este país, cuando los integrantes de las

comisiones presupuestarias del Senado y la Cámara de Representantes acordaron dedicarle sólo 8 millones de dólares al inicio del Tokamak Compacto.

Los reactores nucleares tokamak tienen una configuración toroidal, en que el plasma de hidrógeno ionizado es confinado por campos magnéticos poloidales y toroidales; es decir, paralelos y transversales al toroide.



to de Ignición (Compact Ignition Tokamak, CIT). Tan esquelético presupuesto para el año fiscal 1988 fue aprobado después de que el Senado había eliminado todos los fondos para el CIT,

que se construirá en el laboratorio de física de plasmas de la Universidad de Princeton.

El gobierno de Reagan había solicitado 19 millones de dólares para el CIT,

pero aun esa cantidad es la mitad de lo que se necesitaría para darle un ritmo mínimamente adecuado al desarrollo de esta nueva generación de aparatos de fusión. El Tokamak Compacto de Ignición dará el próximo paso esencial —la ignición del plasma— para que el programa de fusión estadounidense avance hacia la fase de viabilidad comercial de la producción de energía de fusión.

Los tokamak existentes requieren grandes cantidades de energía para producir poquísimas reacciones de fusión. (El término tokamak se refiere a una configuración toroidal del reactor, en que el plasma de hidrógeno ionizado es confinado por campos magnéticos poloidales y toroidales; es decir, paralelos y transversales al toroide.) No obstante, los tokamak han aportado conocimientos indispensables para crear una nueva generación de dispositivos capaces de producir la ignición; es decir, una reacción de fusión sostenida, sin necesidad de calentamiento externo del plasma. El calentamiento externo continuo, aunque de gran utilidad en la fase experimental de la fusión nuclear, nunca bastará para realizar el objetivo final del programa de fusión nuclear: generar más energía que la que consume.

Entre 1983 y 1984 los científicos del laboratorio de física de plasmas de la Universidad de Princeton propusieron un dispositivo de gran escala, el TFTX, para conseguir la ignición al mismo tiempo que incorporase muchos elementos de ingeniería que se requeri-

## ¿Cuánto falta para la fusión?

Pese a una década de grandes reducciones presupuestarias, el programa estadounidense de fusión ha mantenido un ritmo constante de progreso en el desarrollo de la ciencia y la tecnología para el aprovechamiento de la energía de fusión. Esto se ha conseguido principalmente en experimentos diseñados e iniciados a mediados de los años setenta, tales como el TFTR (Tokamak Fusion Test Reactor, reactor de fusión tokamak experimental).

Ahora tanto los japoneses como Europa occidental tienen experimentos de mayor escala que superarán por mucho el rendimiento del TFTR. Esto ocurre al mismo tiempo que el TFTR demuestra que *no hay ningún obstáculo científico o técnico importante para producir plasmas generadores de energía.*

El programa de fusión ha sido además un vector tecnológico para los Estados Unidos. Incluso un reciente informe de la Oficina de Evaluación de Tecnología (no precisamente conocida por sus simpatías por la tecnología avanzada), observó que la mayoría de los científicos y buena parte de la tecnología que ha pasado a ser parte de la Iniciativa de Defensa Estratégica se han formado en el programa de fusión estadounidense. De hecho, muchas de las derivaciones de las investigaciones en fusión están sirviendo ya de base de procesos enteramente nuevos para controlar la energía; por ejemplo, la generación de la llamada tecnología de la antimateria y otras como los láseres de rayos gamma y láseres "sintonizables" de electrones libres, que producirán una revolución en todos los aspectos de la investigación científica.

### ¿Cuánto costará?

Importantes estudios de ingeniería realizados en 1983 por el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore mostraron que la actual tecnología de punta dará lugar a reactores de fusión que funcionarán con el doble de la eficiencia de cualquier otra clase de central eléctrica actual, produciendo electricidad a la mitad del costo.

—Charles Stevens

rán luego en un reactor comercial. La máquina estaba diseñada para emplear imanes superconductores y producir 250 megavatios de energía térmica por espacio de cinco minutos.

Cinco minutos de "combustión" hubiesen sido una aproximación bastante convincente de la generación de energía por reacción constante, puesto que las inestabilidades de un plasma de fusión generalmente se manifiestan en *cosa de milisegundos*. El TFCX no hubiera sido un reactor plenamente funcional, pero hubiera acercado el programa otro tanto a ese objetivo. La Casa Blanca y su asesor científico, George Keyworth, sin embargo, se negaron a gastar los 1.500 millones de dólares que hubiesen hecho falta para dar este paso hacia una fuente de energía barata y virtualmente inagotable.

Una alternativa menos costosa al TFCX era construir una máquina más pequeña, con un campo magnético muy intenso para poder conseguir la ignición, pero sin las demás características de un reactor funcional. Ese enfoque lo impulsó el doctor Bruno Coppi, del programa de fusión del Instituto Tecnológico de Massachusetts.

El Tokamak Compacto de Ignición viene a ser la versión de Princeton de este diseño, aunque en forma algo más convencional que la que propone Coppi. El costo del CIT se calcula en 350 millones de dólares, y se está solicitando una contribución soviética a cambio del acceso de científicos soviéticos al tokamak.

Los electroimanes del CIT, que generarán la tremenda fuerza de campo de 10 tesla, estarán hechos de cobre, en vez de superconductores. Por consiguiente sólo podrán funcionar unos 3 segundos antes de que se requiera apagarlos para que se enfríen. Debido a su reducido tamaño, será imposible dotar al CIT de una envoltura que absorba la emisión de neutrones, paso indispensable para convertir en electricidad la energía térmica del reactor.

De hecho, el CIT, en lugar de aumentar las dimensiones de experimentos anteriores de Princeton —tales como el TFTR, el más grande reactor de prueba que se halla construido en los Estados Unidos—, representa una reducción de escala de cerca de un tercio.

Puesto que el grupo de ingenieros y

científicos reunidos en el laboratorio de plasmas de Princeton agotará las capacidades experimentales de los instrumentos de que disponen alrededor de 1990 ó 1991, el equipo desaparecerá a menos que se construya rápidamente la nueva generación de dispositivos de fusión.

El CIT, con un costo total de 350 millones de dólares, deberá recibir un promedio de 50 millones al año para quedar terminado a principios de 1995. Pero ese itinerario es demasiado lento. Los equipos de científicos e ingenieros capacitados para proyectos de esta naturaleza —reunidos a lo largo de años y poseedores de conocimientos únicos en su campo— son fáciles de sustituir, y el grupo de Princeton está listo para construir el CIT ya.

#### Cómo funciona el CIT

La reacción de deuterio y tritio —combinación de isótopos de hidrógeno que se emplea en diseños como el del CIT y el TFCX— genera 80 por ciento de su energía en emisiones de neutrones, y 20 por ciento en forma de partículas alfa (núcleos del helio 4: dos protones y dos neutrones). Puesto que los neutrones no tienen carga, la emi-

## INDUSTRIAS VERNI

**Luis Jorge Vera N.**

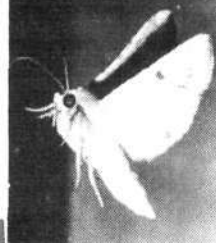
Nuestros productos son el fiel testimonio de nuestra calidad y experiencia.

### Industrias Verni

Líder en la fabricación de terminales para instalaciones eléctricas industriales automotriz.

Carrera 31 No.6-74  
Teléfonos: 2474384  
2379025  
Bogotá, Colombia

## Control técnico contra plagas domésticas e industriales



Prestamos nuestros servicios las 24 horas, dentro y fuera de la ciudad.

## SANEAMIENTO AMBIENTAL

Gerencia: Calle 18 No. 4-60  
Oficina 202,  
Bogotá, Colombia.



sión de neutrones no responde al campo magnético con el que se confina el plasma. Los neutrones vuelan en todas las direcciones, y su energía se puede capturar en una envoltura que la convierte en electricidad mediante el ciclo térmico de vapor.

Las partículas alfa, en cambio, que llevan carga positiva, descargan su energía de nuevo en el plasma, y por consiguiente son la clave para conseguir la ignición del mismo, cuando la temperatura y la densidad de partículas son lo suficientemente grandes el tiempo suficiente. Tanto el CIT como los varios diseños de mayor tamaño incorporan características para mantener un flujo suficiente de partículas alfa para mantener constante por primera vez el proceso de fusión en un reactor de construcción humana.

La planeación del prototipo funcional debe hacerse en paralelo con la construcción del CIT. En 1985, cuando se reunieron en Ginebra el presidente Reagan y el líder soviético Mijail Gorbachov, se inició un esfuerzo internacional en este sentido. De esa reunión nació un acuerdo de colaboración en la construcción del ITER, o Reactor Termonuclear Experimental Internacional. De entonces acá se han incorporado al proyecto la Comunidad Económica Europea y el Japón.

Hasta ahora todo lo que se contempla es una colaboración de tres años en investigación y diseño, a un costo de 16 millones de dólares para cada una de las cuatro partes. Luego cada participante o cualquier combinación de participantes podría adoptar ese diseño para su construcción. La sede del proyecto será el Instituto de Física de Plasmas de Garching, cerca de Munich, Alemania occidental. También el NET ("Next European Torus", o próximo toro europeo), proyecto de la CEE paralelo al ITER, se construye en Garching.

La escala y las características del ITER son muy prometedoras: tendrá un período de combustión de cinco minutos, envoltura modular para la cría de tritio, y a lo mejor electroimanes superconductores. Aunque todavía está un poco indefinido en lo conceptual, la idea general en cuanto a este reactor internacional es que se construya para el año 2005, a un costo de 3.000 millones de dólares.

## Astronomía

# Se aclaran algunos misterios de la supernova 1987

por David Cherry

¿Por qué la primera supernova relativamente cercana en casi 400 años se puso gradualmente más brillante, en lugar de desvanecerse rápidamente, como lo habían predicho los astrofísicos? Este y otros "misterios" sobre las supernovas se esclarecieron en octubre de 1987, en el Cuarto Seminario Astrofísico de Otoño de la Universidad George Mason, en Fairfax, Virginia, al que acudieron astrofísicos de todo el mundo a comparar sus observaciones sobre la supernova 1987a.

"Es asombroso lo bien que concuerdan los modelos", comentó Stirling Colgate, del Laboratorio Nacional de Los Alamos, Estados Unidos. En medio de todos los estudios de especialistas y nuevos resultados experimentales, el seminario tuvo la fortuna de que asistieron científicos que han elaborado modelos de la explosión de la supernova y de su estrella progenitora. Los propios creadores del modelo —Stan Woosley, de la Universidad de California; Ken'ichi Nomoto, de la Universidad de Tokio; James Truran, de la Universidad de Illinois; y David Arnett, de la Universidad de Chicago— son de la opinión de que hubo más coincidencias que discrepancias en su trabajo.

La historia de la supernova, como la cuentan estos investigadores, es la siguiente. La estrella progenitora era una que se conocía como Sanduleak -69° 202 en los catálogos astronómicos. Sanduleak fue el astrónomo estadounidense quien registró esta estrella que hasta el momento no tenía nada de extraordinario; -69° es la latitud de la estrella, y 202 es su número de catálogo.

Esta estrella era una supergigante

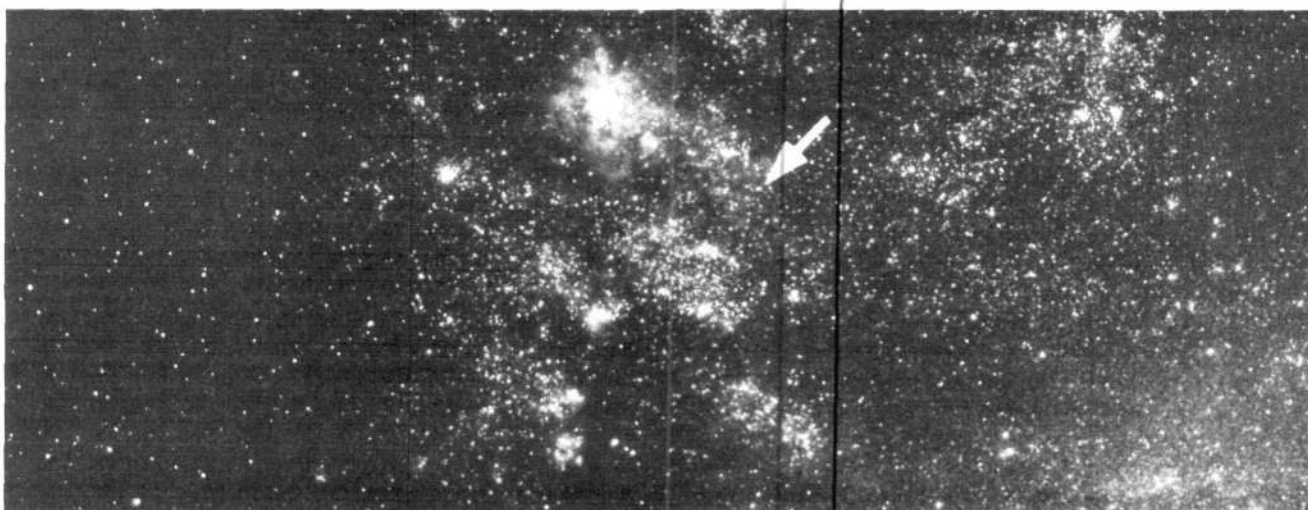
azul; más precisamente, una estrella de tipo espectral B3 y luminosidad tipo Ia. Su magnitud visual era de 12, y su magnitud absoluta (calculando que la distancia a su hogar, la Gran Nube Magallánica, una galaxia vecina, es de unos 162 años luz) era de -8,0, aproximadamente. Por consiguiente, cuando era apenas una estrella joven, quemando únicamente hidrógeno, tenía unas 19 veces más masa que el Sol, y un radio 50 veces mayor que el radio solar. Su luminosidad, o índice de irradiación, habría sido 130.000 veces mayor que el del Sol. En el momento de estallar debe haber tenido unos 10 millones de años de edad.

La nueva supernova tiene otras características, pero para entender su contexto conviene repasar algunos de los hechos básicos sobre la evolución de las estrellas.

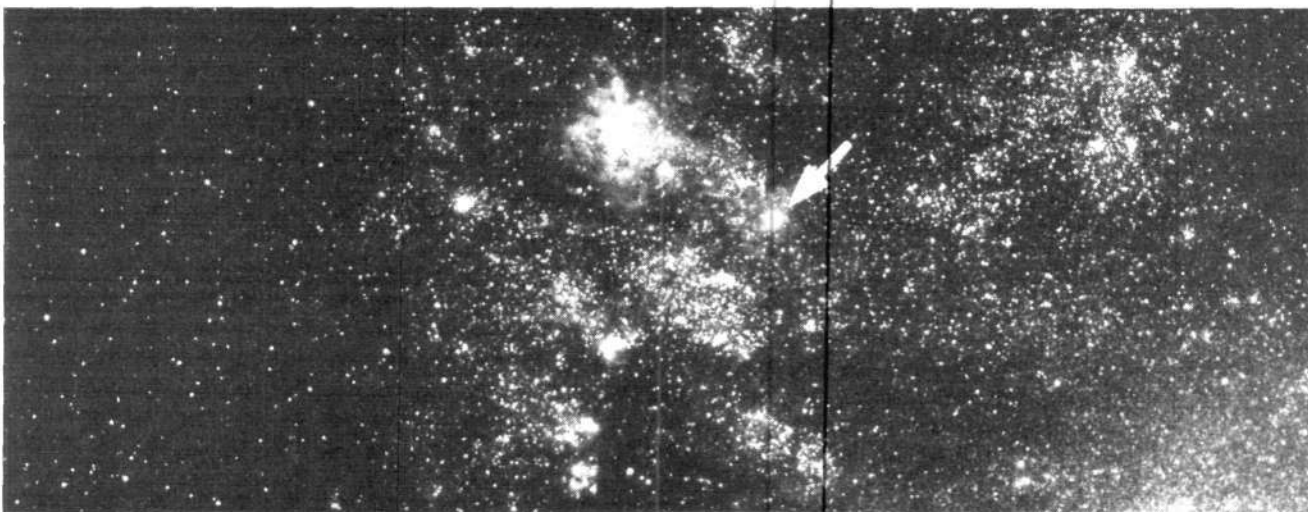
La vida de una típica estrella comienza con el proceso de fusión en el interior de una bola de hidrógeno gaseoso. El proceso de fusión consume el hidrógeno y produce helio, lo que crea condiciones de mayor densidad y temperatura, hasta que también el helio comienza a fusionarse.

La fusión del helio produce carbón, lo que crea condiciones aún más intensas que dan lugar a la producción de magnesio, sodio, neón, oxígeno y otros elementos. Y así continúa el proceso de síntesis hasta que aparece el hierro. El núcleo de hierro posee singulares características de estabilidad, y no experimenta fusión en las condiciones existentes. ¿Entonces qué pasa?

En todo momento la radiación procedente del reactor de fusión efectivamente "sostiene" la estrella: contrarresta la atracción gravitacional sobre



La supernova (bajo la flecha), antes y después. La grande es una exposición de tres horas, tomada el 23 de febrero de 1987 con el telescopio refractario Carnegie, en Las Campanas, California, [?] por el astrónomo Ian Shelton, de la Universidad de Toronto. En la foto pequeña se ve la misma región celeste, fotografiada por Shelton la noche anterior; la flecha señala la estrella progenitora, una supergigante azul. Cinco horas después de esta fotografía (de 8:25 a 9:25 pm del 22 de febrero) se registró la emisión de neutrinos, que marcó el inicio de la explosión.



las capas externas. A medida que se va formando más y más hierro, disminuye la radiación hacia afuera y la estrella sufre una súbita contracción por efecto de su propia gravedad, dando lugar a la explosión "supernova". Este proceso se conoce como "la catástrofe de hierro".

Esta no es la única historia posible de una estrella, ni es la única forma en que puede generarse una supernova. Pero sí es la historia de la estrella progenitora de la supernova 1987a, cuya explosión se originó en una catástrofe de hierro.

Al estallar, la supergigante azul tenía un núcleo de helio de 5 a 7 masas solares, y un núcleo de hierro de 1,3 a 1,6

masas solares. ¿Cómo puede conocerse tan exactamente la "receta" de la estrella? Los detalles del espectro y de la curva lumínica se alimentan al modelo de computadora, el cual se activa para determinar si las consecuencias en determinado momento posterior son congruentes con las observaciones empíricas en ese momento. Si no lo son, hay que ajustar la receta.

El 99 por ciento de la energía de la explosión tiene la forma de una emisión de neutrinos. El núcleo de hierro, al contraerse, pierde cerca de 10 por ciento de su masa en la emisión de neutrinos. Lo que quedó fue una estrella de neutrones de entre 1,25 y 1,55 masas solares. ¡Imagínese un astro se-

mejante, con mayor masa que el Sol, pero con la densidad del neutrón! Las estrellas de neutrones contienen toda esa masa en diámetros de unos cuantos kilómetros.

Aunque conocemos el mecanismo de la contracción, el del derrumbe es menos conocido. Una de las tesis que hay es que la contracción hace que el centro de la estrella adquiera momentáneamente una densidad supernucleónica, la cual "rebota", como un resorte comprimido, y da lugar a una onda de choque que se propaga al exterior. Este se conoce como el "mecanismo directo", que ocurre, según se calcula, 0,02 segundos después de la contracción. Cuando se imitan en su-

percomputadoras la contracción y la explosión de las supernovas, el "mecanismo directo" funciona a veces, y a veces no.

La otra tesis es que la emisión de neutrinos que causa la contracción por gravedad es tan grande que cataliza la explosión. Este se conoce como el "mecanismo demorado", que ocurre, según cálculos, 0,1 segundos tras la contracción. J. R. Wilson y Ron Mayle, del laboratorio Lawrence Livermore, consideran que fue este mecanismo el que operó en el estallido de neutrinos de la supernova 1987a, mientras que Hans Bethe y H. A. Brown, a partir de los mismos datos, juzgan que fue el mecanismo directo.

En el seminario de Fairfax, David Arnett concluyó que no hay suficientes datos, mientras que Stan Woosley comentó que el mecanismo directo encuentra dificultades si el núcleo de hierro tiene más de 1,4 masas solares.

Algunos de los misterios que antes había ahora se han resuelto.

¿Por qué la estrella progenitora fue una supergigante azul, y no roja, como se esperaba? La respuesta es que no tenía que ser roja. Como lo dijo Woosley, con sólo variar ligeramente los parámetros de un modelo de supergigante —su metalicidad, convección, pérdida de masa, etc.— pasa de rojo a azul, y viceversa. Una supergigante azul produce una supernova más tenue (como la 1987a) porque, siendo un cuerpo más pequeño, sufre una mayor expansión y por tanto requiere más enfriamiento.

¿Por qué aumentó de brillo esta supernova, en lugar de exhibir una rápida disminución? Porque la explosión crea, entre otros elementos, una buena cantidad de níquel 56. La desintegración radioactiva del níquel a cobalto 56 y luego a hierro 56, un elemento estable, emite rayos gamma que se dispersan en colisiones con electrones, pasando a frecuencias visibles que "iluminan" la radiación final.

La curva de luz de la supernova 1987a llegó a su apogeo el 25 de mayo, y desde entonces ha estado desintegrándose según la vida media del níquel 56.

*Para mantener la uniformidad del artículo se emplearon únicamente los cálculos de Stan Woosley en su ensayo "SN 1987a: después del apogeo".*

## Brasil, líder espacial de Iberoamérica

por Lorenzo Carrasco Bazúa



La Misión Espacial Colombiana, lanzada en noviembre de 1979 por la Comisión Brasileña de Actividades Espaciales (COBAE), bien podría convertirse en el punto de partida para la creación de la tan anhelada agencia espacial latinoamericana. Todos los países iberoamericanos deberían seguir el ejemplo de Brasil, pues sólo los esfuerzos conjuntos harán factible su participación

efectiva en los grandes proyectos de colonización del espacio en las primeras décadas del próximo siglo.

La Misión Espacial Completa Brasileña (MECB) incluye la colocación en órbita de cuatro satélites científicos de aquí a 1993, la construcción de un Vehículo Lanzador de Satélites (VLS), y una nueva base de lanzamientos en Alcántara, estado de Maranhão, en el extremo norte del territorio brasileño.

El programa de la MECB conjunta los esfuerzos del Instituto de Actividades Espaciales (IAE), del Centro Técnico Aeroespacial (CTA) —un órgano del Ministerio de Aeronáutica—, y los del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología. El INPE es el encargado de diseñar y construir los satélites, manejar los sistemas terrestres asociados, realizar las pruebas y operar los satélites en órbita. El CTA se encarga de desarrollar los vehículos propulsores y de la construcción de la nueva plataforma de lanzamientos.

En cuanto al desarrollo de cohetes propulsores, el CTA ha lanzado hasta ahora cuatro "cohetes sondas", y tiene programados tres lanzamientos más para completar la fase intermedia antes de la colocación en órbita, en febrero de 1989, de su primer satélite. El más reciente de estos lanzamientos se realizó en noviembre de 1985, desde la base de lanzamientos de Barreira do Inferno, en el norte de Brasil. De un metro de diámetro y doce de largo —cuatro de ellos para carga útil—, con un peso de 7,3 toneladas (incluyendo 500 kilogramos en equipos de experimentación), y viajando a una velocidad once veces superior a la del sonido, el cohete de dos etapas Sonda IV se elevó durante veinte minutos logrando alcanzar una altura de 700 kilómetros. Los equipos de experimentación del Sonda IV fueron construidos conjuntamente por la CTA y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos.

#### Laboratorio de Integración de Pruebas

El cronograma de actividades del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), marca, para febrero de 1989, el lanzamiento del "Brasa", el primero de los cuatro satélites que Brasil orbitará entre esa fecha y 1993. El "Brasa" está diseñado para la recolección de información meteorológica,

climatológica e hidrológica, que será transmitida a las estaciones instaladas en tierra. El "Brasa" pesará 115 kilogramos, y su montaje durará dos años. Será colocado a 700 kilómetros de altitud y su tiempo de vida será de seis meses, pero será sustituido de inmediato con otro modelo más sofisticado.

La segunda serie de satélites será diseñada para obtener información, por observación visual, sobre los recursos naturales, registro de imágenes infrarrojas del subsuelo, el satélite de sensoramiento será una importante herramienta para la investigación de los recursos minerales, agrícolas, forestales y oceanográficos. El satélite sensor tendrá un peso de 150 kilogramos y será colocado a 642 kilómetros de altura.

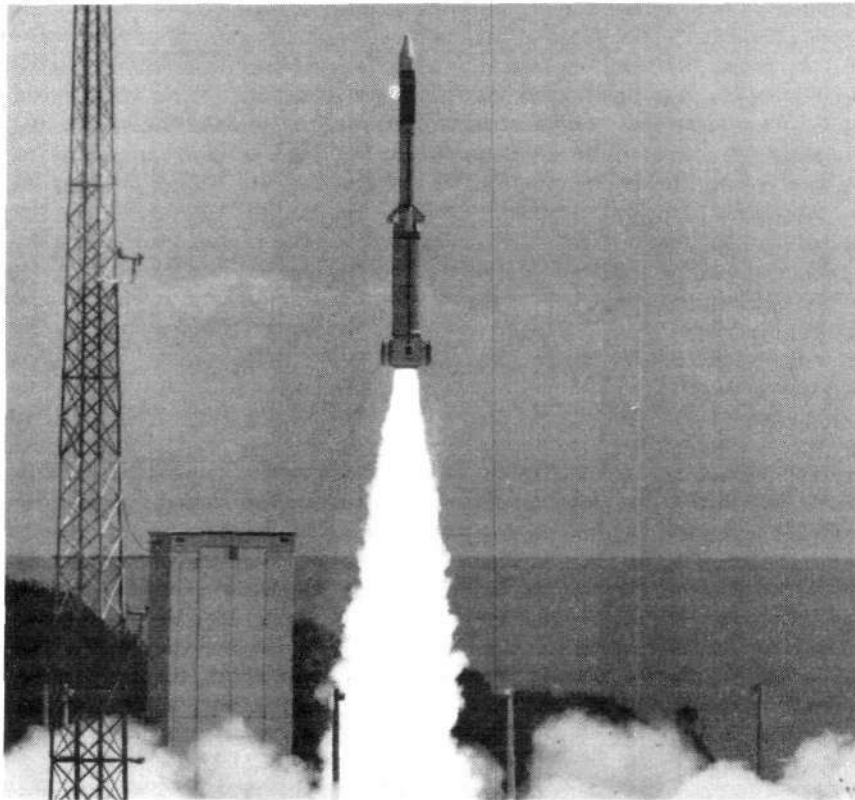
En esta fase de la construcción de satélites, el INPE realizó su más importante salto tecnológico el 2 de diciembre de 1987, al inaugurar el Laboratorio

de Integración de Pruebas, el primero de su especie que se construye en el hemisferio Sur. Este laboratorio servirá para la simulación de las fases de transporte, y de la entrada y permanencia en órbita de los artefactos espaciales.

El Laboratorio de Integración de Pruebas está compuesto por una batería de laboratorios que ocupan una superficie de diez mil metros cuadrados, y cuenta con el auxilio de varias minicomputadoras HP-1000, de la Hewlett-Packard. En la primera sección, las miles de piezas de los satélites serán sometidas a simulaciones ambientales, como temperaturas extremas que van de 169 grados celsius negativos a 150 positivos. Otras pruebas someterán los satélites a interferencias electrónicas y electromagnéticas, y se buscarán las posibles maneras de neutralizarlas. Para estas pruebas se construyeron, en el propio INIE, cámaras blindadas anecoicas (sin eco).



La construcción de una gran plataforma de lanzamientos en Alcántara, estado de Maranhão, es crucial porque ese sitio tiene una ubicación privilegiada, por su proximidad con la línea del ecuador.



*Brasil ha lanzado cuatro "cohetes sondas" y tiene programados tres lanzamientos más para completar la fase intermedia antes de la colocación de su primer satélite.*

En otra sección del laboratorio los satélites serán sometidos al efecto de máquinas vibratorias, semejando las condiciones de aceleración y choque, a las que estarán sometidos durante el lanzamiento. Todas las pruebas se realizarán en cámaras cilíndricas de tres metros de diámetro, que deberán estar calibradas constantemente. Para esto, el Laboratorio de Integración de Pruebas cuenta con una sección de soporte o calibrage, que también sirve para cuidar los propios laboratorios.

Pero más allá de constituir un laboratorio de pruebas para el lanzamiento de cuatro satélites—con la posibilidad de utilizarse en programas de colaboración con otros países—, las nuevas instalaciones permitirán el desarrollo de equipos científicos y de capacidades tecnológicas que impulsarán al sector espacial hacia una etapa de mayor competencia. Y entonces, según ha dicho el director general del INPE, Marco Antonio Raupp, "Brasil habrá alcanzado, definitivamente, su madurez en las actividades espaciales".

Ya que todo el proyecto impulsará

una amplia variedad de áreas científicas y aplicaciones tecnológicas, el proceso de diseño, construcción y prueba de satélites será también de importancia vital para el desarrollo de la industria civil nacional, especialmente en los sectores de alta tecnología y de bienes de capital. La Fundación de Ciencia, Aplicaciones y Tecnología Espaciales (FUNCATE), es, precisamente, el eslabón que conecta al INIE con los sectores de comercio e industria, pues su función principal es fomentar la creación de industrias para el sector espacial.

El programa espacial brasileño costará 300 millones de dólares, pero el 70 por ciento de los componentes de los satélites que lanzará es de fabricación nacional. Una parte de esos componentes los fabrica el propio INPE, y otra la industria privada de alta tecnología instalada en São Jose dos Campos (a 90 kilómetros de São Paulo), ciudad donde también se ubica el laboratorio de pruebas.

#### **Mirando hacia el futuro**

Además del vehículo lanzador de sa-

télites (VLS) y de la construcción de cuatro satélites, el otro pilar de la Misión Espacial Completa Brasileña (MECB) es la construcción de una gran plataforma de lanzamientos. La decisión de construir la plataforma en Alcántara, en el estado de Maranhão, es que este sitio tiene una ubicación privilegiada por su proximidad con la línea del ecuador. Los lanzamientos realizados en las proximidades de la línea del ecuador aprovechan el impulso de la rotación de la Tierra, que es sensiblemente mayor en esas áreas, lo que significa, consecuentemente, un menor consumo de combustible. Esto explica también el por qué de la base francesa de Kouru, en la Guayana Francesa.

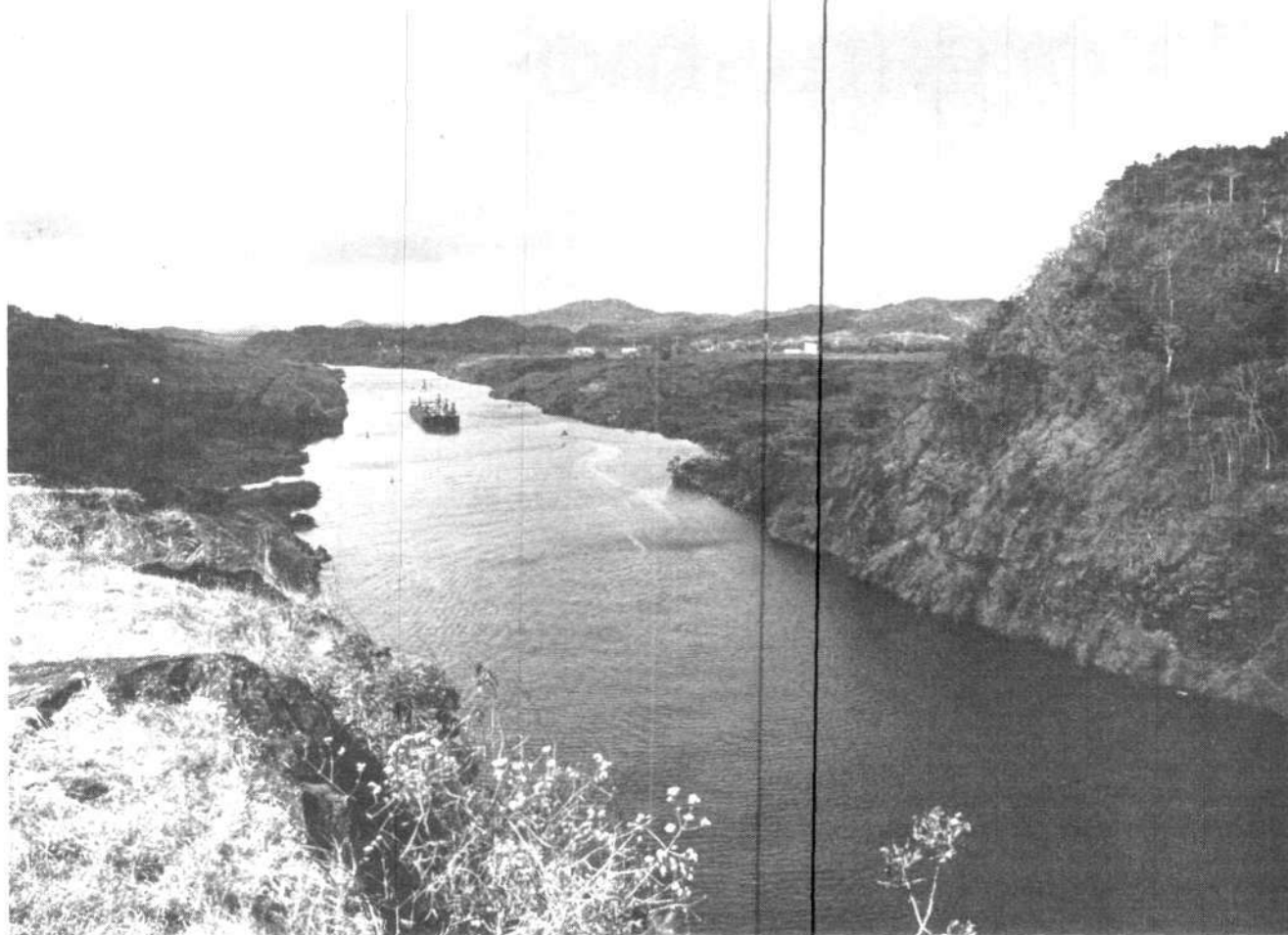
El ahorro de hasta 27 por ciento de combustible hace suponer que muchos de los lanzamientos al espacio, inclusive los de la NASA en el próximo siglo, podrán realizarse desde la base de Alcántara. Por esta razón, la plataforma de lanzamientos se diseñó para que tenga capacidad para el lanzamiento de taxis espaciales, y así se está construyendo. Esto es extremadamente importante, porque Brasil está ya desarrollando una infraestructura que lo capacitará para participar en los futuros proyectos de colonización del espacio.

#### **Agencia Espacial Iberoamericana**

La única garantía con que cuentan los países de Iberoamérica para poder participar efectivamente en la colonización de Marte, por ejemplo, es la integración de sus programas espaciales en una Agencia Espacial Iberoamericana. Esta idea fue nuevamente debatida en el Simposium Latinoamericano de Sensoramiento Remoto, realizado en Brasil a finales de 1986. En dicho simposium, el director general del INPE, Marco Antonio Raupp, defendió la idea de elaborar un programa espacial conjunto iberoamericano, semejante al de la Agencia Espacial Europea. "Esta es la hora de pensar en la agencia, porque sus efectos son a largo plazo", dijo Raupp, y explicó que los programas espaciales se caracterizan por la alta inversión de capital y porque abarcan áreas fuera de las fronteras de cada nación, lo que antes de obstaculizar debe contribuir para la unión de esfuerzos, lo que dividirá costos y beneficios.

# Urge construir el Canal Atrato-Truandó

por el mayor (r) ingeniero civil Rafael Convers



La Ley 53 de 1984, ordenó la construcción del Canal interoceánico Atrato-Truandó y revistió al Presidente de la República de precisas facultades extraordinarias por el término de 4 años para que tome medidas a que haya lugar, con el exclusivo fin de sentar las bases para la construcción del canal.

En su artículo tercero, dice que el Presidente de la República podrá crear una sociedad de economía mixta o cualquiera otra entidad nacional, cuyo objetivo social sea el dar cumplimiento a lo prescrito en esta ley. Y en el artículo cuarto dice que podrán ser so-

cios: a) La Nación, los departamentos y municipios; b) Las personas de derecho público de todo orden y las sociedades de economía mixta, así como las entidades crediticias oficiales o particulares.

En el artículo quinto dice que el presidente de la República podrá disponer la contratación de empréstitos internos y externos, ordenar abrir créditos o hacer traslados necesarios y las respectivas apropiaciones en los presupuestos de las próximas vigencias. Finalmente en el artículo séptimo dice: "facúltase al gobierno nacional para otorgar concesiones, si lo considera

conveniente, a las entidades privadas que el juzgue conveniente, a las que juzgue suficientemente capacitadas desde el punto de vista técnico y económico, para la construcción del canal".

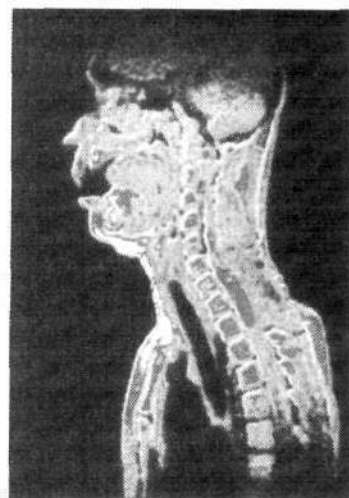
Como puede verse, al gobierno nacional se le otorgaron amplias facultades y lo natural es que ya se hubiera constituido, cuando menos, el ente jurídico, o sea la sociedad de economía mixta para dar cumplimiento a lo ordenado. Pero han pasado casi tres años de los 4 en el que se dispone de facultades omnímodas para poner a funcio-

*Pasa a la página 59*

# Cómo interactúan las radioondas con los organismos vivientes

por el doctor James W. Frazer y Joyce E. Frazer

Los efectos no térmicos de la radiación electromagnética sobre las células vivientes dan indicios de lo que es la vida, a la vez que nos permiten entender las investigaciones soviéticas sobre la posibilidad de gobernar el pensamiento y las emociones.



## NOTA DE LA REDACCION

*El doctor Frazer, consultor y profesor adjunto de farmacología del Centro de Ciencias de la Salud, de la Universidad de Tejas, lleva 40 años investigando cómo se comunican entre sí las moléculas, es decir, sus interacciones electromagnéticas. Su labor incluye estudios de la respuesta visual de los saltamontes, análisis enzimático, resonancia electrónica, resonancia magnética nuclear y el perfeccionamiento de aparatos para tratar tumores, en la Base Brooks de la Fuerza Aérea y el Hospital M. D. Anderson, de Houston. La señora Frazer, epidemióloga, trabaja desde hace nueve años con él sobre efectos electromagnéticos.*

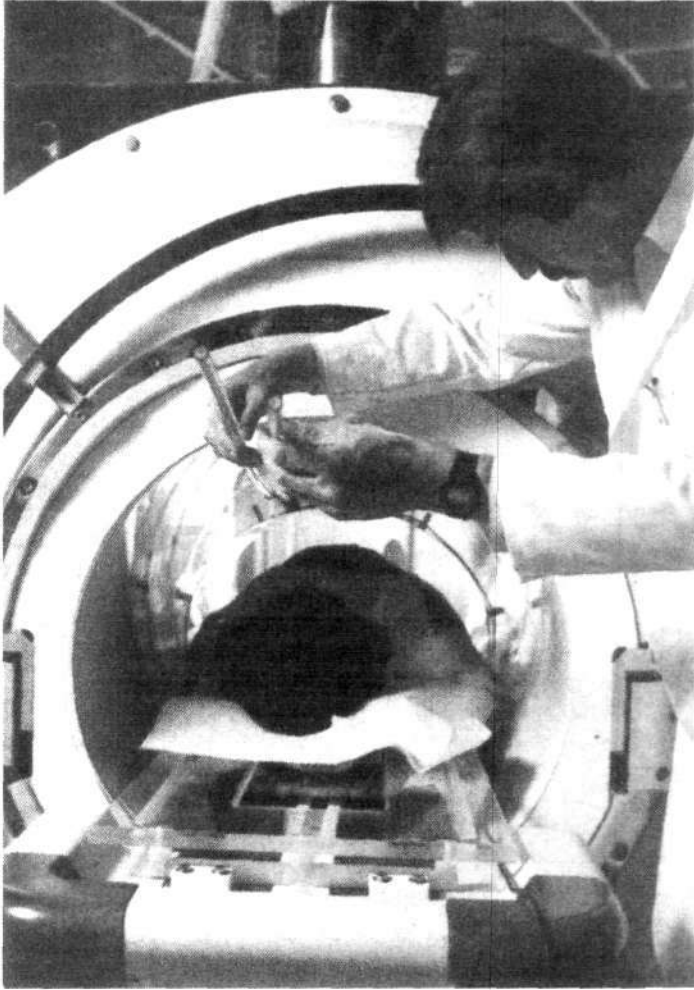


*El doctor James W. Frazer, co-autor del artículo.*

**E**n 1905, cuando Edison encendió la corriente eléctrica en Nueva York, se prestó poca atención a los temores que hicieron preguntarse a algunos cuáles serían los efectos de las "emanaciones eléctricas" en la salud humana. En los buenos tiempos de la charlatanería, de 1900 a 1920, se ofrecieron al público innumerables productos con la promesa de que "curarían" una legión de dolencias humanas, a veces sin que el producto contuviese el beneficio de emanación eléctrica alguna. Los crédulos se tornaron escépticos. Sobre todo, el escepticismo prendió entre los profesionales de la medicina. Por eso, fuera de la diatermia (la aplicación de radioondas para generar calor en los músculos profundos), se ha recurrido muy poco a las ondas electromagnéticas en la clínica.

El escepticismo y el temor frente a la mayoría de los fenómenos electromagnéticos es una respuesta normal a lo desconocido. El sacerdote del siglo 16 tomaba en serio la vida de ultratumba; sus similares del siglo 20 son los científicos e ingenieros que tratan de explicarle al público ignorante fuerzas temibles y desconocidas. Hace unos años, nos valimos de la figura 1 para ilustrar el hecho de que el fantasma ya no es el mismo, pero la respuesta sí.

Que las radioondas tienen efectos muy reales en los seres humanos quedó ampliamente demostrado alrededor de 1900, con los trabajos de D'Arsonval, en Francia. Su labo-



ratorio construyó uno de los primeros radiotransmisores de energía en la frecuencia de 30 kilohertzios, de conmutación mecánica, con una antena en serpentín, el cual se usaba para el tratamiento del cáncer. El experimento no fue muy venturoso, y el transmisor terminó en manos de Radio París y se instaló en la torre Eiffel. Hubo quienes continuasen la obra de D'Arsonval; y en los veintes y treintas se empezó a usar la diatermia como relajante muscular.

Esos primeros experimentos no fueron meros tanteos. Se conocía bien el comportamiento dieléctrico del agua a bajas frecuencias, se empezaba a conocer la composición iónica de los fluidos corporales, y desde hacía casi 40 años se contaba con las ecuaciones de Maxwell para describir el comportamiento ondulatorio. Así que se podía predecir que la aplicación de campos electromagnéticos al cuerpo humano produciría hipertermia (la elevación de la temperatura).

El cuerpo humano es más o menos 60 por ciento agua. Esta forma fuertes envolturas de hidratación dentro y fuera de los principales componentes macromoleculares de los organismos vivos (ADN, ARN, proteolípidos, proteínas, etc). De modo que, si se aplica un poco de energía, habrá perturbaciones en las envolturas de hidratación de las proteínas, el ADN y el ARN, que pueden producir efectos de importancia biológica, aun cuando la temperatura no se

eleve. Si se aplica más energía y se excita toda el agua de las moléculas, se generan efectos térmicos. El grupo de investigadores de W. R. Adey demostró que hay un rango específico de transparencia: una cierta cantidad de energía provoca ciertas perturbaciones pero una cantidad mayor elimina el efecto.<sup>1</sup>

Pese a éstos y otros indicios experimentales acumulados a lo largo de los años, el criterio que prevalece en los Estados Unidos es hacer caso omiso de los efectos biológicos no térmicos. Además de erróneo desde el punto de vista científico, dicho criterio nos ha puesto a la zaga de los soviéticos en un campo importante de investigación estratégica.

La finura con que se pueden medir las biorrespuestas ha aumentado en proporción con el tremendo progreso de las ciencias biológicas en los últimos 40 años. El continuo adelanto de la teoría científica y la práctica ingenieril, sobre todo en las ciencias biológicas, trae consigo la necesidad constante de reevaluar lo que se sabe de los efectos biológicos del electromagnetismo, en particular de los campos débiles modulados y en experimentos a plazo relativamente largo, con una gran variedad de animales de experimentación.

#### Un poco de historia

Con la experiencia del uso del radar en la Segunda Guerra Mundial, cuando por primera vez se emplearon en gran escala ondas de radio de frecuencia elevada, se empezaron a estudiar con mayor intensidad los efectos biológicos del electromagnetismo. En la guerra y después de ella, algunas personas sufrieron lesiones graves —cataratas, en la mayoría de los casos— que parecían resultado más de las emisiones de rayos X suaves de los conmutadores mecánicos que de las propias radioondas. En los cincuentas, se puso en marcha el primer programa común del Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos que examinó en serio las cataratas inducidas por microondas.

El doctor Herman Schwann fue de los pocos que siguieron un método científico y determinaron de modo directo las propiedades eléctricas de diferentes clases de tejido en función de la frecuencia. Sus mediciones han resistido la prueba del tiempo y se usan a menudo para calcular los posibles efectos térmicos de diferentes amplitudes de campo en experimentos con animales y seres humanos. Schwann hizo también algunos de los primeros trabajos que demostraron que se puede combinar la frecuencia y la forma del organismo para producir calentamiento localizado en varias partes del cuerpo de los animales o seres humanos sujetos a experimentación. Mucho de ese trabajo se revisó en el libro *Biological Effects of Electromagnetic Waves*, en las secciones de A. W. Guy y J. W. Frazer.<sup>2</sup>

En época más reciente, A. W. Guy hizo análisis termográficos de muchos materiales diversos expuestos a campos de radioondas y microondas, y estudió las diferentes distribuciones internas del campo resultantes de diferentes aplicaciones externas. La mayoría de esos estudios se realizó con modelos, hechos de un gel hidrosoluble para mantener su forma; de ellos se desprendió la importancia de la impedancia (oposición al paso de la corriente alterna) de campo para determinar la absorción total de energía y su distribución.



La figura 2 es un juego de imágenes termográficas que tomó el grupo de Guy, en las que (a) es un testigo, (b) presenta la distribución térmica resultante de un campo magnético casi puro, (c) la de un campo eléctrico casi puro aplicado de pies a cabeza, y (d) la resultante de una combinación de campos, magnético y eléctrico, aplicados en fase. Obsérvese que, cuando se modifica la impedancia del campo, se modifican también la distribución y la amplitud de los campos internos. Todos esos resultados se obtienen a una frecuencia constante, muy por debajo de la que tendría resonancia en el modelo. (La frecuencia de resonancia para humanos en el aire es 87 megahertzios; en contacto con el suelo, es 41 megahertzios.)

Obsérvese bien que estos modelos se sometieron a los campos en condiciones que evitaban el paso de corriente al generador. Cuando se permite que se forme un flujo de corriente entre el modelo y el generador, la pauta que sigue la corriente interna y que se refleja en las imágenes termográficas se puede modificar por completo, dependiendo de la ubicación, longitud y dieléctrico de la corriente. Las ecuaciones que describen el fenómeno son también completamente diferentes de las que servirían para describir la aplicación del campo, dado que el flujo de corriente permite acoplamiento —ya inductivo, ya capacitivo— con el generador. O sea: toda la energía del generador puede fluir por la muestra al punto por el que retorna la corriente.

En el Hospital M. D. Anderson y el Instituto de Tumorigología, se ha empleado este truco para descargar grandes cantidades de energía electromagnética en tumores extensos en animales de laboratorio. Tiene resultados positivos leves como terapia auxiliar, pero no basta para tratar metástasis o tumores que rebasen el campo concentrado. Pero, 90 años después de la idea original de D'Arsonval, es el tratamiento recomendable tratándose de tumores localizados.<sup>3</sup>

El equivalente eléctrico de esta clase de acoplamiento es

una simple bobina transformadora acoplada a una secundaria con una toma de tierra; o sea, la muestra se acopla inductivamente, de modo directo, a la fuente de potencia. La toma central secundaria del transformador se ajusta con la impedancia reactiva de la línea de acoplamiento y la muestra, para obtener el flujo máximo de energía. En estas circunstancias, el acoplamiento inductivo es más eficiente que el capacitivo, por la baja impedancia de la mayoría de los seres vivos a las ondas de radio.

Este equipo y los resultados que ha producido nos confirmaron la importancia de casar la impedancia del campo con la impedancia del sujeto, a fin de obtener la máxima transferencia interna del campo.<sup>4</sup> Cualquier modificación de la impedancia *modificará* las propiedades de propagación del tejido, lo cual puede medirse con una antena bien sintonizada.

En la figura 3 se presentan los resultados de algunas investigaciones de S. Pedersen en el laboratorio de C. Durney, en la Universidad de Utah. Pedersen detectó edema pulmonar en perros analizando la energía reflejada del pecho.

Con la correlación entre las mediciones de un analizador de la variable S cuidadosamente calibrado y las mediciones simultáneas de un electrocardiógrafo, la figura 4 ilustra los cambios que resultan del volumen de sangre que contiene el corazón en distintos momentos. El trabajo lo realizó en nuestro laboratorio M. Millner, en 1981, como parte de las investigaciones de su tesis. Así, pues, el análisis de radioondas muy específicas, combinado con el ajuste exacto a la impedancia del tejido del caso (nótese que se requiere controlar la distribución del campo), permite medir variables fisiológicas importantes con campos de amplitud mucho más baja que la necesaria para producir cualquier posible respuesta térmica.

La figura 6 ilustra otra aplicación, aún más reciente. Las mediciones se hicieron con los estudiantes Mike Spalding

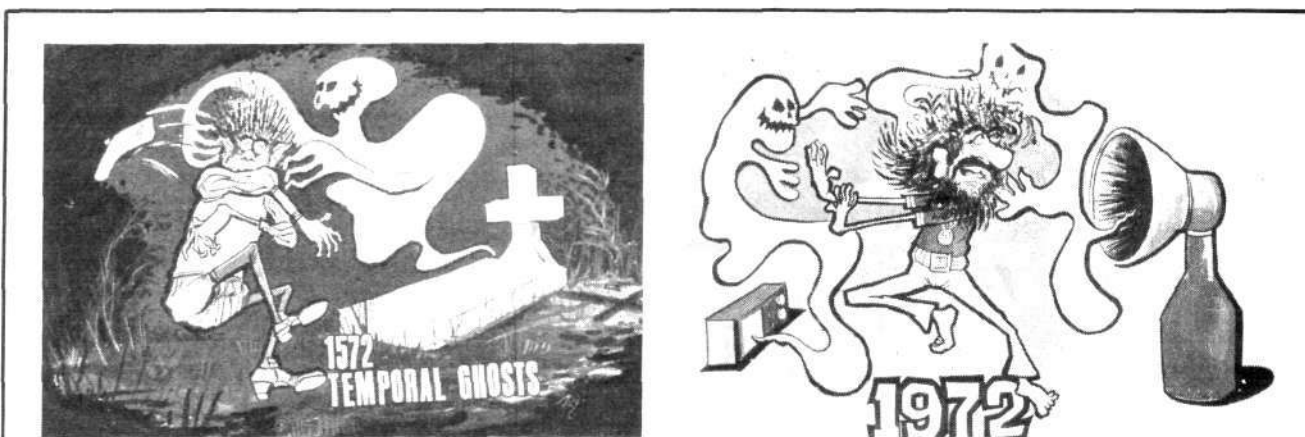


Figura 1

#### EL TEMOR A LO DESCONOCIDO, AYER Y HOY

Las emanaciones silenciosas, sean nucleares o electromagnéticas, engendran hoy las mismas emociones que los espectros y duendes del siglo 16, aunque los sacerdotes sean diferentes. En 1972, los autores dedicaron estas imágenes al movimiento antinuclear y antindustrial.

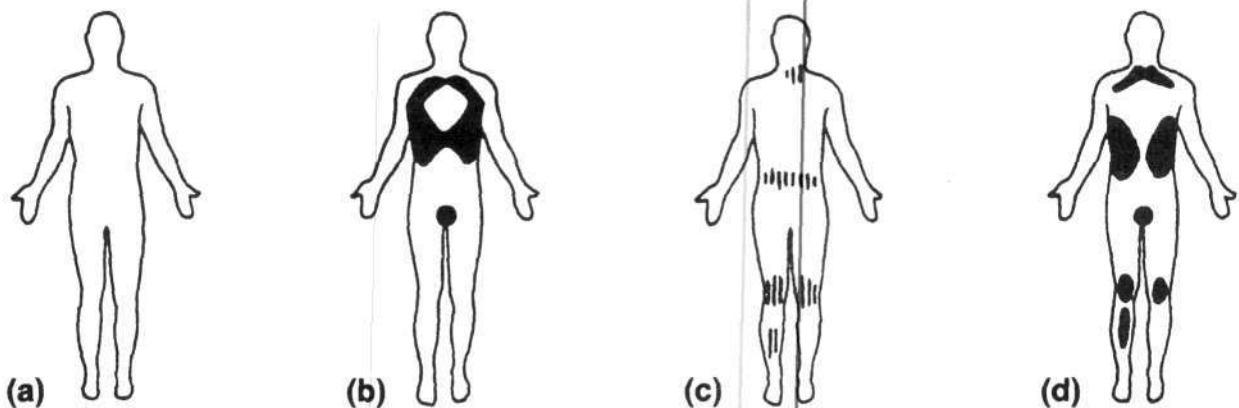


Figura 2

**EFFECTOS DE LOS CAMPOS MAGNETICO Y ELECTRICO SOBRE EL CUERPO HUMANO**

Este juego de termogramas tomados por el grupo de A. W. Guy ilustra la distribución y amplitud de los campos internos que resultan de un campo magnético casi puro emitido a una radiofrecuencia (b), un campo eléctrico casi puro emitido también a una radiofrecuencia (c), y una combinación de campos eléctrico y magnético (d). La imagen (a) es la del testigo.

Los campos se aplicaron con un sintetizador de campo directo, construido por Greene y Frazer en MBS, en Boulder, Colorado, y una cámara resonante construida especialmente para el experimento en la Universidad de Washington. Cuando se varía la proporción entre los campos magnético y eléctrico a una frecuencia constante, la distribución interna sufre cambios drásticos. Cuando se aumenta la frecuencia, los campos aparecen en posiciones diferentes, que pueden medirse por la metodología descrita en la figura 5.

y Craig Jones en el Hospital M. D. Anderson. El rectángulo representa un cilindro lleno de un gel equivalente a músculo (esto es, que tiene las mismas propiedades eléctricas que el músculo). El polígono irregular que aparece a un extremo del rectángulo representa la distribución interna del campo magnético aplicado, calculada a partir de mediciones de las perturbaciones del campo externas al modelo, que se hicieron con detectores de fibras ópticas construidos ahí mismo y conectados a una computadora Hewlett-Packard con nuestro propio programa. Se aplicaron campos magnéticos y campos eléctricos muy bien orientados y puestos en fase, a 20 megahertzios.

Todavía en 1973, este último trabajo se hubiera tenido por imposible,<sup>5</sup> pero, como escribimos hace mucho tiempo, el progreso en el campo del análisis de dispersión inversa ha hecho que poco a poco lo imposible se convierta en difícil pero posible.<sup>6</sup>

El ajuste preciso de la impedancia produce distribuciones térmicas como las que aparecen en los termogramas de la figura 6, resultado de la colaboración con el grupo de A. W. Guy y con W. B. Stavinoha, en el Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Tejas, en San Antonio. Cuando se empleó un "desactivador cerebral" de 2.450 megahertzios en el cerebro de un ratón, se produjo un efecto térmico sumamente localizado. El instrumento —obra, en lo principal de Andrew Dean— se construyó con la idea de ajustar la impedancia al cerebro y de que se obtendría mayor capacidad de penetración en el cerebro con acoplamiento ante todo al campo magnético, idea que incomoda a muchos ingenieros de antenas. Varios aparatos comerciales se valían de acoplamiento al campo eléctrico, sin éxito apre-

ciable. El modelo comercial de New Japan Radio Corp., diseñado según principios elaborados por el grupo de Stavinoha, es un instrumento mucho más útil.

El propósito original de este instrumento era determinar "condiciones estables" de neurotransmisores cerebrales e intermediarios metabólicos que cambian tan rápido que por muchos años su concentración e importancia verdaderas fueron muy difíciles de apreciar. Su ubicación en regiones muy bien delimitadas y el que tengan velocidades de intercambio mucho mayores que las de los procedimientos de disección acostumbrados, abrieron una nueva era en la neuroquímica e hicieron muy razonable concentrar la atención, como se hace mucho actualmente, en receptores con afinidad, alta o baja, por neurotransmisores específicos.

En lo que llevamos dicho, hemos descrito dos grados de refinamiento en el estudio de la interacción de los campos electromagnéticos con los seres vivientes, y hemos hecho alusión a un tercero. Los dos primeros, ajustar la longitud de onda y la impedancia de la onda al tamaño del ejemplar, a la impedancia del tejido y a su orientación, nos permiten predecir la amplitud total del campo de una región dada en el sujeto de estudio. Estos dos procedimientos caen en lo que se conoce por lo general como *dosimetría física* y han recibido mucha atención en los Estados Unidos y, con cierto retraso, en otras partes.

**La controversia**

El tercer grado de refinamiento del estudio es tal vez el más difícil y ha sido motivo de controversia por casi ochenta años. La cuestión es: cuál es la respuesta biológica a la

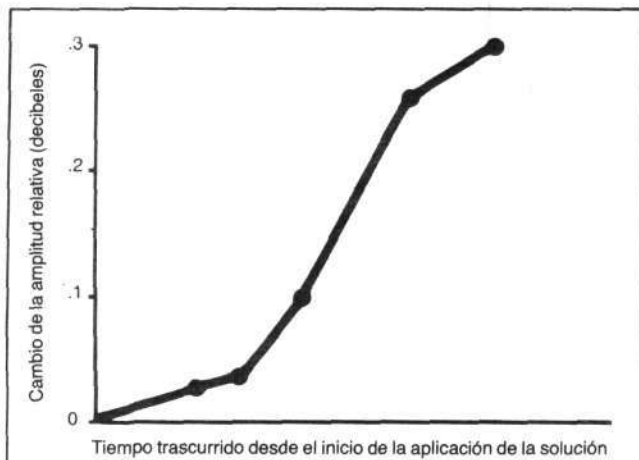


Figura 3

### DETECCION DE EDEMA PULMONAR EN PERROS MEDIANTE RADIOONDAS

La gráfica correlaciona el reflejo de un campo de 914 megahertzios con la aparición de síntomas clínicos de edema pulmonar, inducido con una solución hipotónica. El eje vertical da en decibelios la amplitud relativa de la energía reflejada. La técnica de diagnóstico es enteramente externa.

Fuente: P. C. Pederson y otros

aplicación de un campo conocido de modo preciso. Téngase en cuenta que hasta 1975 no había más que respuestas aproximadas; para entonces, trabajos como los mencionados habían acumulado resultados útiles. Antes, se dirigía una antena trasmisora a un sujeto experimental y se medía una plétora de respuestas. No era muy exacto, pero algunos trabajos dieron pistas de lo que quizá ocurría.

Primero y obvio: si se aplica potencia suficiente por el tiempo suficiente, sube la temperatura (como en un horno de microondas). Desde el punto de vista de la ingeniería, el tejido tiene resistencia, se aplica un campo, y la ley de Ohm dice que  $E = IR$ , y  $W = E^2/R$ , donde  $W$  es julios,  $E$  es voltios por metro, y  $R$  es resistencia por metro. Luego,  $\Delta T/m^3 = W/(4.12 \times 10^6)$ , donde  $(4.12 \times 10^6)$  es el equivalente en julios de una caloría gramo, y hay  $10^6/m$  en un metro cúbico. Una onda oscilatoria actúa más o menos la mitad del tiempo, así que los campos por encima de 300 megahertzios son por lo común  $W = \sim 1/2 \int V E^2/Z dV$ , especificado en vatios aplicados por metro cuadrado, donde un vatio es un julio por segundo. Lo cual introduce el tiempo.

La absorción de un vatio de potencia por metro cuadrado debe resultar en un  $\Delta T/m^3$  de alrededor de 0,025 grados Celsius por segundo. Para que un sistema acuoso absorba esa potencia, el campo externo, a una frecuencia de menos de 500 megahertzios, tendría que ser de casi 400W por metro cuadrado; arriba de 500 megahertzios, digamos a 3 ó 5 gigahertzios, unos 4W por metro cuadrado.

El Instituto Nacional de Normas, de los Estados Unidos, tras examinar la información mundial disponible, concluyó que, por arriba de 300 megahertzios, una exposición de un milivatio por centímetro cuadrado es segura, con la salvedad de que siempre que sea posible se deben aplicar cam-

pos de menor intensidad. Como se mencionó antes, Guy demostró con modelos experimentales que las predicciones teóricas de Schwann y otros son válidas. Los campos no se distribuyen de manera uniforme; así que algunas porciones del cuerpo quedan expuestas a campos un orden de magnitud arriba o abajo que otras partes del cuerpo. El tercer grado de refinamiento de los estudios debe medir respuestas biológicas a un campo local definido. Esto se ha hecho rara vez experimentalmente.

En experimentos que hizo el entonces capitán Ken Oscar en el Instituto de Investigación de Microondas Walter Reed, se apuntó a conejos con una antena reflectora a 2.450 megahertzios, con la intención de estudiar cataratas provocadas por microondas. Algunos de los conejos murieron con una temperatura de 43 grados Celsius en determinada región del encéfalo. Aunque con campos moderados se elevó poco la temperatura de la córnea, la microestructura del campo determinó que aparecieran puntos de calentamiento muy dentro de la cabeza. Un campo que se suponía no térmico produjo una respuesta térmica definida en una zona inesperada. De haberse empleado una antena cornoforme, no se hubiera observado ese efecto.

Desde hace mucho se conocen las respuestas endocrinológicas generales al exceso de calor. Corresponden a grandes rasgos al síndrome general de adaptación de Selye, propuesto a fines de los treinta y ampliado cuando se supo más del aparato endócrino. La elevación de la temperatura va unida a reacciones adrenal-corticoides y secreciones de la pituitaria. A su vez, esto va unido a disminución de los linfocitos y alteraciones del equilibrio del sodio.

J. Prince y otros examinaban la morfología del cromosoma de linfocitos, en exposiciones a campos de 13 a 27 megahertzios en una línea coaxial de unos 12 metros de largo, construida cuidadosamente; e hicieron un hallazgo inesperado. Se expuso a monos (*Maccaca mulata*) a campos bien definidos por lapsos muy precisos; se les tomó la temperatura rectal y superficial con detectores infrarrojos; se les extrajo sangre antes de la irradiación y 24 horas después para contar el total de leucocitos y, entre ellos, el de linfocitos. Y se descubrió que 24 horas después de la exposición, el número de divisiones celulares estimuladas por fitohemoaglutinina era de tres a seis veces mayor que antes de la irradiación. (La fitohemoaglutinina es un antígeno común, que se obtiene de leguminosas.)

Experimentos posteriores con ratas demostraron que la irradiación con radioondas inicia un ciclo de más o menos 24 horas, durante el que el total de linfocitos desciende al principio y luego vuelve a subir, pero el total de glóbulos blancos permanece casi constante. R. Liburdy demostró luego que, efectivamente, los campos de radioondas afectan a los linfocitos y alteran las inmunorrespuestas mediadas por células. Su serie de experimentos puso en marcha una investigación completa de la sensibilidad de los linfocitos a las lectinas, luego de exponer a los animales a campos variados de 2.450 megahertzios en la Oficina de Sanidad Radiológica. Mucho del trabajo lo hizo R. Jedrczyk, científico visitante de Polonia.

Las células T responden a la fitohemoaglutinina; las células B, al antígeno de la grana. Las lectinas de otras plantas hacen aún más selectiva la respuesta. Parece que los efectos

directos del campo sobre los linfocitos son en parte causantes de esta acción, como lo indica el trabajo del grupo de Adey.

Estos investigadores demostraron que la modulación afecta el flujo de calcio de cerebros de gatos y pollos. Sus resultados provocaron mucha controversia, pero quedaron completamente sustanciados con los trabajos que se hicieron en los laboratorios de la Agencia de Protección al Medio Ambiente (EPA) ubicados en Research Triangle Park, Carolina del Norte.

#### Radioondas y política

La historia subsecuente del grupo de Adey es de interés. El grupo siguió sus estudios prácticos y teóricos de las respuestas alineales de los seres vivos a campos de baja intensidad, pero con un presupuesto recortado casi todos los años. Las entidades federales que seguían esos trabajos se disgregaron y los trabajadores se dispersaron. Los laboratorios de la EPA se dividieron y los trabajadores se fueron o pasaron a otros campos. Prince, Frazer, Mori y el resto de los que hicieron los experimentos originales con linfocitos renunciaron, fueron víctimas de reducciones de personal, pasaron a otros campos de trabajo o se retiraron. Así se asfixió efectivamente un área de investigaciones de gran interés a la biología teórica.

Uno de los aspectos que se comercializó sobrevive: el empleo de campos eléctricos para producir fusión celular, en particular linfocitos obtenidos del bazo. Este proceso ha cobrado importancia en Alemania Federal y Alemania del Este para hacer cultivos de linfocitos del bazo con virus del sida, para permitir la formación de anticuerpos específicos. Se trata de un trabajo común en el que colabora el Instituto Scripps, de La Jolla, Estados Unidos, y algunas pequeñas empresas de este país.

Hace poco, el grupo de Keilen, del Instituto Max Planck, planteó que los efectos que ha observado en la división celular de las levaduras, en el rango de frecuencias de 160-200 gigahertzios, quizá dependan de campos magnéticos localizados, de baja frecuencia, con fuerza suficiente a distancias interatómicas para crear una condición resonante para núcleos muy específicos, semejante a la resonancia electrónica paramagnética. Esto produce, como se observó, líneas de absorción marcadísimas, y una separación de 60 megahertzios entre líneas de absorción, como también se observó. Esto está lejos de nuestra demostración previa de que hay emisión infrarroja durante tránsito lento por resonancia electrónica, pero es muy buen trabajo experimental y teórico.

Los primeros trabajos sobre el comportamiento dieléctrico de soluciones macromoleculares se resume en *Physical Chemistry of Macromolecules*, de Tanford.<sup>7</sup> Desde hace mucho se sabe que, sometidas a polarización por bajas frecuencias, las macromoléculas en solución manifiestan comportamiento oscilatorio. Pero, cuando la frecuencia aumenta, la viscosidad del solvente y los hidratos de la proteína pasan a jugar un papel importante y prevalece la tendencia a la torción sobre el eje. A frecuencias todavía más elevadas, el mecanismo predominante de intercambio de energía son las vibraciones en grupos. Prohofsky y Van Zandt han examinado esto detenidamente en la Facultad

de Física de la Universidad Purdue, incluyendo la propagación acústica, para lo cual emplearon homopolímeros y heteropolímeros de bases purínicas.

Se debe acreditar a Davyatov y su respetado grupo de investigadores físicos de Leningrado, el haber descubierto las estrechas resonancias de alta frecuencia en los seres vivos. Su trabajo, que incluyó el examen de un gran número de seres vivos, demostró que las resonancias existen y que hay buenas razones teóricas para suponerlo.

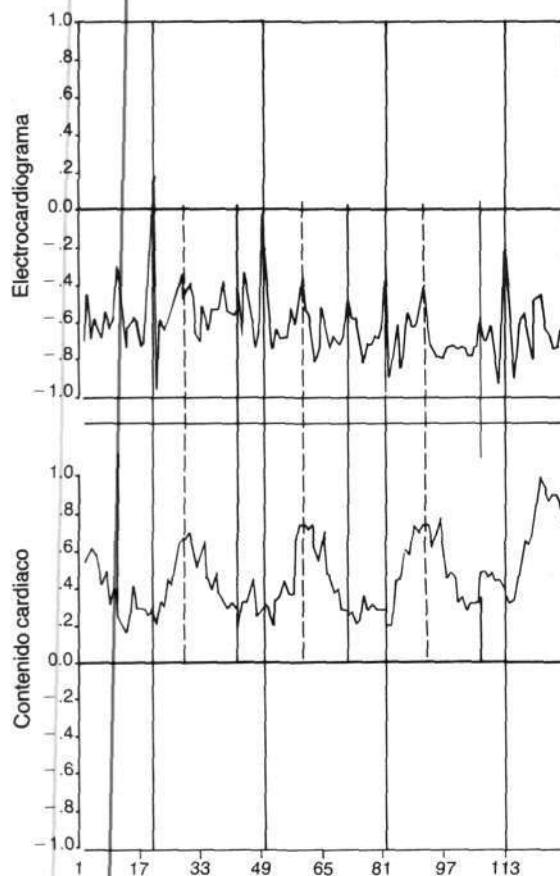
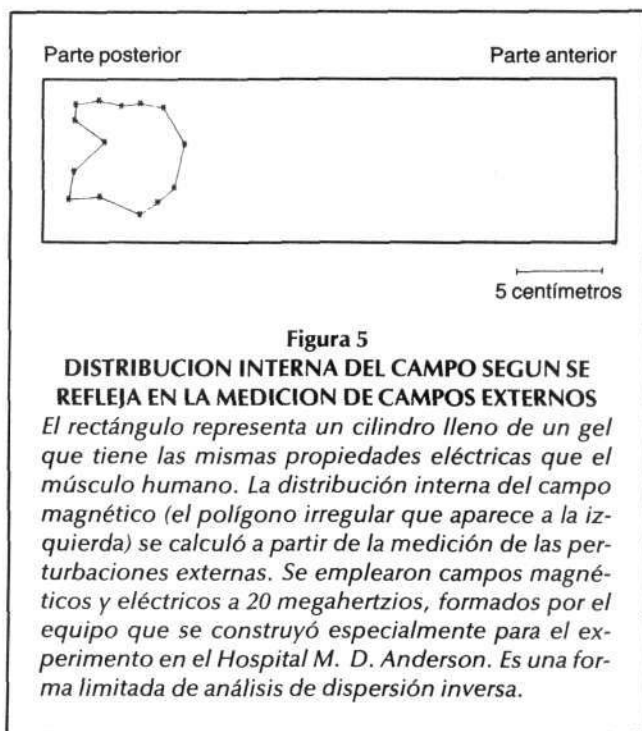


Figura 4

#### MEDICION DE FUNCIONES FISIOLÓGICAS POR MEDIO DE RADIOONDAS

La gráfica superior describe la actividad eléctrica del músculo cardíaco determinada con un electrocardiograma, mientras que la inferior indica cuánta sangre hay en el corazón en cada momento. Las dos curvas están sincronizadas (en milisegundos). Primero, se manifiesta actividad eléctrica; enseguida, el músculo responde llenando o vaciando las cavidades cardíacas.

Los campos que se emplearon en este análisis fueron de amplitud mucho menor que la necesaria para producir efectos térmicos. Se tiene aquí otra técnica de diagnóstico utilísima; y, dado que se pueden inducir cambios tangibles, es posible concebir campos adecuados para terapia.



Parece, pues, que es posible medir respuestas no térmicas en un buen número de sistemas moleculares, aunque el mencionarlo provoque expresiones de incredulidad de muchos ingenieros estadounidenses (pero no de físicos o físico-químicos con bases sólidas).

Muchas entidades federales de los Estados Unidos se refugian en el argumento de que, por más que existan esos efectos sutiles, no parecen manifestarse en animales o humanos. Interesante actitud; pero el único estudio a largo plazo y con observaciones precisas de animales sujetos a campos conocidos, pareció arrojar indicios crecientes de cáncer. En vez de continuar el trabajo, se le puso fin, y la entidad federal que lo patrocinaba recogió buena parte del equipo. Antes de publicarlos, muy recortados, los datos se enmendaron varias veces. Otro grupo de investigación se disgregó por falta de fondos. (No damos los nombres, porque el castigo sería fulminante.)

En una serie de experimentos muy precisos realizados en la Universidad de Roma, Italia, se examinó a más de 1.000 animales para determinar los efectos de campos magnéticos de baja frecuencia. Los resultados se sujetaron a análisis estadísticos exhaustivos; y parece ineludible concluir que hubo un efecto bastante drástico en la incorporación de timidina al ADN de los linfocitos. Este grupo publicó asimismo microgramas electrónicos de cultivos tanto expuestos como no expuestos.<sup>8</sup>

En tanto, los espectroscopios resonantes, que estaban en su infancia en 1950, se convirtieron en máquinas magníficas, con imanes superconductores, el respaldo de computadoras y un vigoroso sustento teórico, máquinas que crearon todo un nuevo método de exploración clínica y cuyo empleo en el trabajo analítico cuenta con el apoyo del gobierno federal y la industria. En la actualidad son el medio principal para determinar la estructura molecular, en es-

pecial en combinación con la espectrometría analítica de masa. Aunque se aplicaron primero a moléculas orgánicas, se informa de su empleo creciente para determinar cloro 35, sodio 23, oxígeno 17, calcio 43, potasio 39, etc.

Una de las muchas técnicas que se emplean para rastrear determinadores estructurales se vale del efecto Overhauser. En pocas palabras, este método utiliza el momento magnético atómico de un núcleo para perturbar la polarización atómica magnética de los núcleos cercanos. El efecto depende únicamente de la distancia y no de los enlaces químicos. En la práctica, se polariza intensamente el momento magnético y se mide el efecto sobre la amplitud de la resonancia de los núcleos vecinos.

Esto demuestra de manera muy efectiva que sí hay transferencia de campo de una especie atómica a otra en moléculas iguales o diferentes, que es medible y que puede servir de vía de transferencia energética sin necesidad de que se superponga el estado vibratorio al que se inclinan tanto los que creen sólo en efectos térmicos. Se puede uno imaginar los resultados de este tipo de transferencia de campo cuando la modulan las frecuencias vibratorias de grupos adyacentes, así como el efecto de esta emisión modulada en otras moléculas yuxtapuestas.

Aún no sabemos si esta forma de transferencia de campo es de importancia en catálisis y en asociaciones macromoleculares, como la reconstitución del ADN, las interacciones del ADN con proteínas, las reacciones antígeno-anticuerpo, etc; pero es de creerse que éste sea un campo de investigación muy fértil, siempre que trabajando en ello pueda uno ganar lo suficiente para comer. En la actualidad, tiene uno que hacer otra cosa para obtener dinero para sostener proyectos como éste. Y tiene que hacerlo con habilidad, pues hay procedimientos contables concebidos para asegurar que no se haga investigación científica fundamental con dinero destinado a otro propósito.

#### La astucia del bloque soviético

Es muy acertada la importancia que dan los países del bloque soviético a la ingeniería de aceleradores, lo cual condujo, con gran sorpresa de los fabricantes occidentales, al perfeccionamiento de los girotrones. Dicha tecnología se puede emplear en aceleradores, generación de pulsaciones nucleares, ingeniería de confinamiento magnético, y emisores de radar de potencia y coherencia de fase que otros métodos no pueden igualar con facilidad.

Usado como bomba óptica para láseres, el girotrón posibilita un arma capaz de emplear a la vez ondas ópticas y microondas. Esto no parece que haya recibido mucha atención en Occidente. Los científicos y planificadores del bloque soviético deben recibir felicitaciones por ciertas ideas ingeniosísimas. Los planificadores occidentales, preocupados de conexiones y análisis de computadoras, pudieran sufrir algunas sorpresas desagradables por vulnerabilidad de los sistemas centrales.

Dado lo que puede hacer un emisor de microondas, es de pensarse en lo que haría un dispositivo situado en órbita, que utilice energía solar, como el que consideró la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos hace algunos años. Parece que el bloque soviético se prepara para poner en órbita una estación de esa clase. El aparato

que se discutió en los Estados Unidos dirigiría un haz de microondas a antenas ubicadas en tierra para generar electricidad. La potencia sería de alrededor de 100 milivatios por centímetro cuadrado en la antena, y casi nada fuera de ésta. La idea se archivó, por el temor de que la plataforma espacial no fuera estable y dirigiera a la generalidad de la población más radiación de lo recomendable.

Al parecer, el bloque soviético decidió construir aparato semejante de modo escalonado. Vale la pena considerar con seriedad sus posibilidades militares; pero, además, le pudiera dar a zonas aisladas de la Unión Soviética, cercanas al Círculo Polar Artico, energía bastante para permitir agricultura de invierno, lo que sería de gran importancia para la economía soviética. Así que, también en esto, los científicos y planificadores soviéticos resultaron muy astutos, pues la tecnología tiene multitud de aplicaciones.

La astucia a la que aludimos pone en evidencia, indirectamente, a quienes constantemente desdeñan la capacidad científica del bloque soviético. Es ésta una actitud infundada y peligrosa.

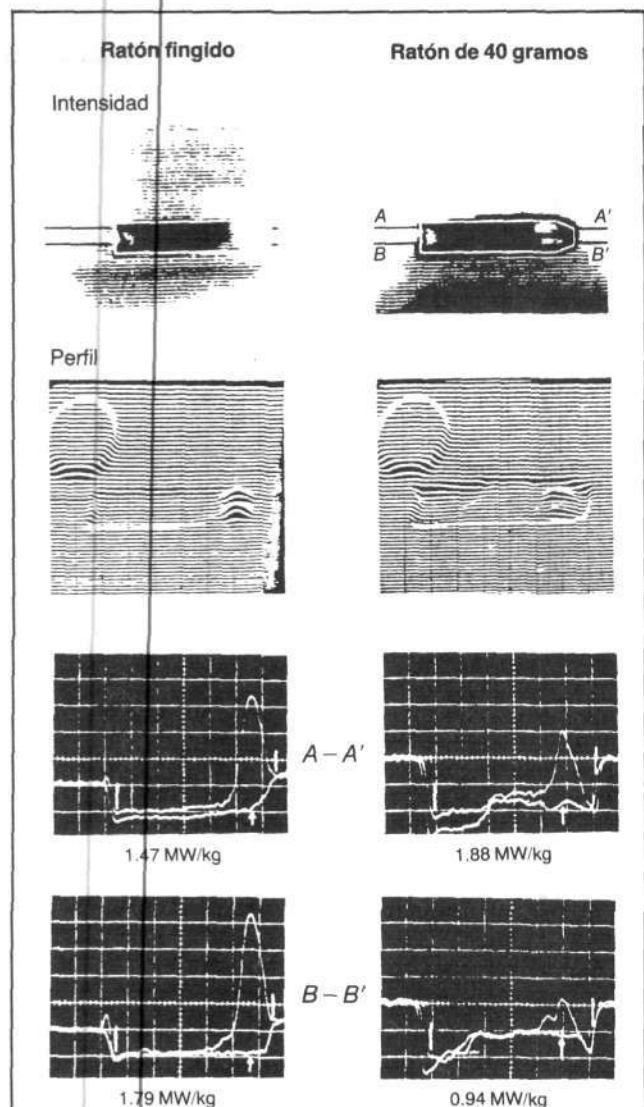
Las radioondas tienen otro aspecto que no es tan obvio como los dispositivos de fuerza bruta mencionados arriba. Hay indicios de que ciertos campos afectan de manera directa los procesos inmunológicos y de que ésta guarda cierta semejanza con procesos mucho más rápidos de las neuronas; se conocen efectos de campos bien modulados en el comportamiento de las neuronas, así como efectos en los procesos de cifrado genético.

Sabemos que se puede transferir información por los efectos directos de los campos, pero se ha dedicado poco esfuerzo a determinar la medida en que ello es posible. Sabemos que, expuestos a campos más bien intensos, los animales dan señales de angustia, quizá por hipertermia, pero no sabemos mucho más. El chasquido de los campos pulsátiles de gran intensidad se puede utilizar para transferir información cifrada, tal vez en forma de señales auditivas. ¿Qué pasaría si se expone a toda una población a un campo debidamente estructurado?

Se creería que investigar la acción de campos modulados a frecuencias e impedancias que se sabe que afectan ciertas regiones del cerebro fuera una tarea de primer orden, pero no parece ser así en Occidente. En el bloque soviético, lleva tiempo; tal vez nos espera otra sorpresa tecnológica.

Con lo que se sabe, no debiera haber duda de que los campos electromagnéticos tienen acciones predecibles en los seres vivientes. La duda brota de no apreciar la importancia de la organización supramolecular de células y tejidos, en la que entran en juego fuerzas no necesariamente relacionadas con enlaces químicos.

Un ejemplo del modo de analizar dichas fuerzas son los experimentos de transferencia de polarización realizados con resonancia magnética nuclear, que mide el acoplamiento magnético nuclear de Overhauser en el espacio, que no necesariamente depende de enlaces químicos. Esta sola clase de medida es demostración suficiente de que hay acoplamientos en las moléculas al margen de la electrostática que aplica la biofísica común y corriente a las macromoléculas y a células y tejidos enteros. Dicho acoplamiento indica también la posibilidad de que los campos interactúen directamente con el conjunto acoplado, pero hasta



**Figura 6**  
**RESULTADOS TERMOGRÁFICOS DE UN DESACTIVADOR CEREBRAL APLICADO A RATONES**

Estos termogramas y gráficas ilustran los efectos de un campo magnético de 2.450 megahertzios en un ratón fingido (a la izquierda) y en un ratón real de 40 gramos (a la derecha). El ratón fingido es, en realidad, un gel. La intensidad (áreas blancas) es mayor en el gel, más uniforme, que en el ratón real. En el ángulo superior izquierdo de los perfiles se ven discos de temperaturas normales. Las gráficas presentan la distribución de las temperaturas en las líneas A y B, trazadas en la figura superior derecha.

Obsérvese lo concentrado del efecto térmico en el cerebro del ratón real, como resultado del cuidadoso ajuste de la frecuencia, la impedancia y el tamaño del animal. La energía que absorbe el punto más afectado del cerebro se da en megavatios por kilogramo de tejido. El aparato que produce tan intensa hipertermia local se ve en la figura 7.

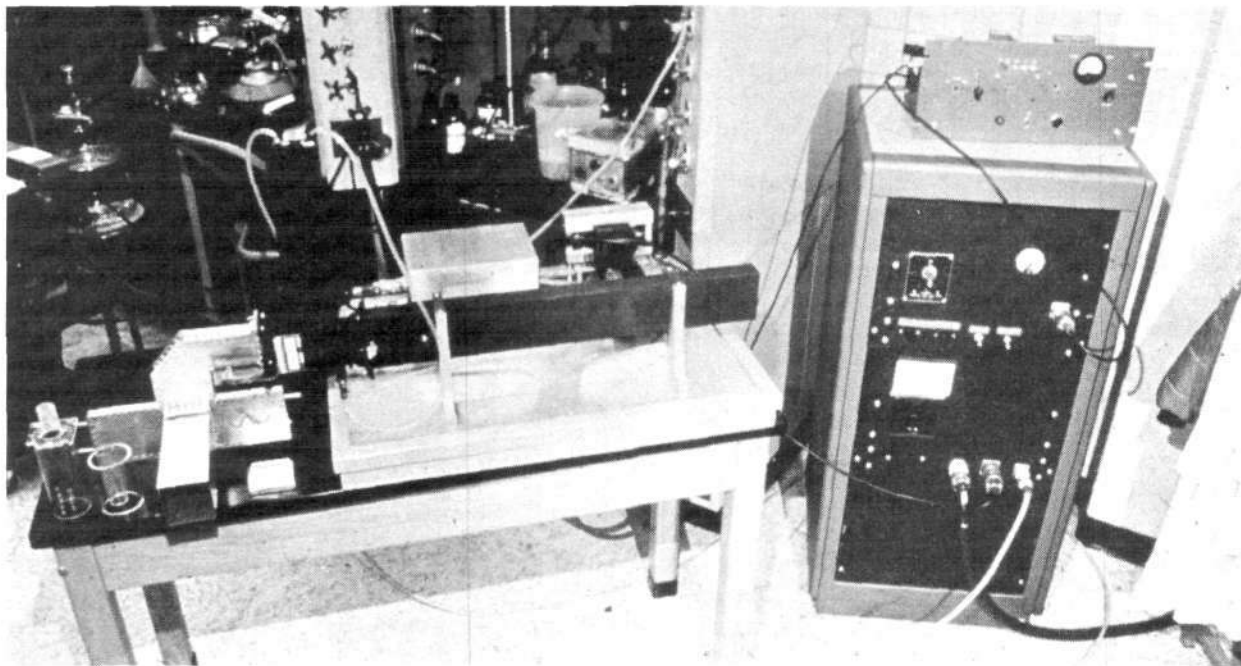


Figura 7

#### UNO DE LOS PRIMEROS MODELOS DE DESACTIVADOR CEREBRAL

*El modelo 3 del desactivador cerebral del grupo de Stavinoha tiene un generador de 5 kilovatios (a la derecha), encima del cual se aprecia un oscilador de baja amplitud que se emplea para ajustar el campo a cada animal específico. Este aparatito es una de las razones principales del buen éxito del modelo.*

*El grupo de Stavinoha ha construido otros dos modelos más potentes, uno de 2.450 megahertzios y uno de 914 megahertzios, para animales más grandes. Dado que los animales quedan inconcientes con 20 milisegundos de aplicación del campo, muchos veterinarios consideran que es el método más humanitario de sacrificar animales. Los resultados de los modelos más recientes han renovado el campo de la neuroquímica.*

los teóricos vacilan ante las posibles implicaciones. Este aspecto de las interacciones de los campos electromagnéticos casi no se ha investigado, salvo por la espectroscopía resonante.

Sabemos que, por sí sola, la hipertermia puede tener muchos efectos en nuestro lento aparato interno de comunicación química (el aparato endócrino). Este aparato abarca las secreciones pituitarias y, directa o indirectamente por medio de ellas, también gobierna la secreción adreno-esteroide, la pancreática, la tiroidea y la función de las hormonas sexuales, así como la acción de los factores de crecimiento de la pituitaria.

Por tanto, debemos entender que ningún científico consciente puede sostener que las radioondas no tienen efectos sobre los seres humanos si la intensidad del campo es suficiente para producir hipertermia regional o general. Se han medido respuestas endócrinas a campos tales, tal vez no en el número que todos desearíamos, pero en el suficiente para formar parte de las razones del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos para recomendar la norma de seguridad de que la exposición máxima a campos de radioondas sea de un milivatio por centímetro cuadrado. Según mediciones de la EPA, en las inmediaciones de la mayoría de los transmisores de radio la radiación ambiental está muy por debajo de ese límite.

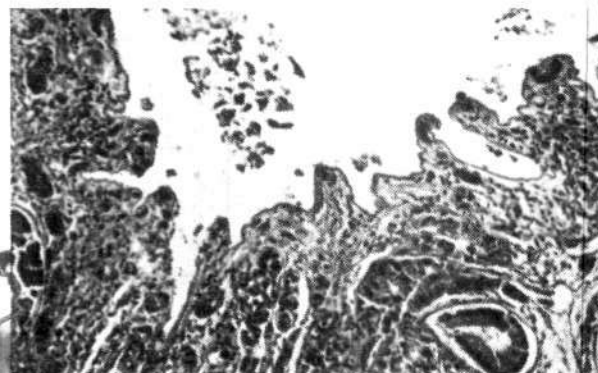
Entre los efectos que puede desencadenar la secreción adreno-corticoide, está la supresión de partes considerables del aparato de inmunidad. Como resultado del problema del sida, este tipo de acción ha llegado a fascinarnos; pero no hemos encontrado que dicha supresión sea un factor significativo por debajo del mencionado límite de seguridad.

#### Notas

1. El doctor Adey, que trabaja en el Hospital de Veteranos William L. Petty, de Loma Linda, California, ha escrito en los últimos 30 años muchos artículos para exponer los efectos de las ondas electromagnéticas de baja amplitud, en una gran variedad de frecuencias, en el intercambio del calcio. También ha expuesto muchas alteraciones metabólicas importantes debidas a las radioondas de baja amplitud.
2. *Biological Effects of Electromagnetic Waves*, ed. J. Osepchuck (Nueva York: IEEE Press, 1984).
3. A. W. Boddie y otros, "Field Focusing and Focal Heating Patterns Using a Hybrid Radiofrequency Hyperthermic System of Novel Design", *Medical Instrumentation*, vol. 17: 358 (1983).
4. A. W. Boddie y otros, "Selective Occlusion and Focal Hyperthermia Therapy of V-2 Tumors in the Rabbit Hindlimb", *Investigative Radiology*, vol. 20: 736 (1985).
5. *Proceedings of the NATO Conference on Inverse Scattering*, julio de 1973.
6. J. W. Frazer y otros, "Diagnostic and Therapeutic Uses of Radiofrequency Fields", *Bulletin of New York Academy of Medicine*, vol. 55: 1205 (1979).
7. C. Tanford, "Physical Chemistry of Macromolecules", (New York: Academic Press, 1974).
8. G. Marinozzi y otros, "Effetti dei Campi Magnetici Palsanti sa Colture Cellulari", *Giornale Italiano di Oncologia*, vol. 11:2 (1982).

# La biofísica óptica da nuevas armas en la lucha contra el cáncer

por el doctor Wolfgang Lillge



Los descubrimientos recientes en este campo revolucionario pueden transformar el modo en que diagnosticamos y tratamos la carcinogénesis.

*Nuevas técnicas diagnósticas como la resonancia magnética nuclear y la tomografía con computadoras han afinado enormemente la precisión con la que pueden localizar los tumores en el organismo.*

**N**o hace mucho tiempo, el diagnóstico de cáncer equivalía más o menos a una sentencia de muerte. Todavía hoy, la palabra cáncer tiene un matiz de desesperación, aunque en la última década los métodos terapéuticos han progresado de modo significativo. Hoy tienen cura, en muchos casos, cánceres como la leucemia linfocítica aguda en niños, la enfermedad de Hodgkin y otros cánceres más raros de los huesos (sarcoma de Ewing) y del riñón (tumor de Wilm), que hace unas décadas tenían un pronóstico pésimo.

El cáncer se presenta en muchas apariencias y formas, pero todos coinciden en la transformación maligna de células que comienzan a dividirse y crecer de modo desordenado. Ciertos adelantos muy recientes pueden producir terapias nuevas y efectivas para otros tipos de cáncer cuyo pronóstico sigue siendo malo. Entre ellos tenemos:

- Fusión genética de células cancerosas para producir "anticuerpos monoclonales", anticuerpos específicos, diseñados para discriminar blancos predeterminados en las células cancerosas. Esta técnica puede abrir un vastísimo campo de aplicaciones diagnósticas y terapéuticas.

- Se ha encontrado alrededor de 50 fármacos efectivos contra varios cánceres, y cada año crece la lista.

- Nuevas técnicas diagnósticas como la tomografía con computadoras (TC) y la resonancia magnética nuclear (RMN) han afinado enormemente la precisión con la que pueden localizarse los tumores en el organismo, incluyendo el sis-

tema nervioso central.

- En pacientes sometidos a cirugía, radioterapia o tratamiento hipertérmico, el que haya mayor certeza y precisión al localizar tumores se traduce en la erradicación más efectiva del tejido canceroso y la preservación del tejido sano que lo circunda.

- Está en estudio la radiación intraoperativa, con vistas a dar tratamiento con rayos X durante intervenciones quirúrgicas. Con esta técnica se podrá llegar más directamente al tumor y eliminar células cancerosas residuales.

Sin embargo, es necesario decir que a pesar de todos esos progresos, no hay motivos para hacerse demasiadas ilusiones sobre lo que las técnicas actuales pueden lograr. El cáncer sigue siendo una de las principales causas de muerte: se estima que en 1986 murieron de cáncer en los Estados Unidos 472.000 personas. Si bien podemos curar un *pequeño porcentaje* de pacientes de cáncer, y los métodos aprobados para prevenir el cáncer y detectarlo a tiempo deben aplicarse lo más ampliamente posible, estamos lejos de vencer la enfermedad.

¿Cómo es posible que todos los esfuerzos de investigación exhaustiva de los últimos 20 o 30 años, a los que se han dedicados recursos que ya suman cientos de millones de dólares, no hayan producido un entendimiento más profundo de lo que es el cáncer? Estamos aún a oscuras sobre lo que verdaderamente hace que una célula normal se convierta en una célula cancerosa, con todo lo que eso implica.



No es casual que lo que hoy se llama investigación de cáncer esté dividido en una multitud de campos diferentes, entre ellos, la genética, la inmunología, farmacología, epidemiología, biología molecular, enzimología, virología, radiología y campos tan novedosos como la investigación de calonas (sustancias trasmisoras específicas) y de la cinética de los tumores. Algunos críticos han comparado la investigación tradicional del cáncer con la legendaria Hidra, a la que le crecen siete cabezas cuando se le corta una.

La investigación del cáncer se ha vuelto tan prolífica que los científicos de un área no saben lo que hacen los científicos de otras áreas o qué importancia puedan tener los resultados de otros para su propio trabajo. Cada mes se publican aproximadamente 2.000 ensayos y artículos sobre el cáncer en la literatura científica del mundo. Si se pone uno a leerlos todos, casi no le quedaría tiempo para otra cosa.

Obviamente, el problema de la investigación actual del cáncer no es, en lo medular, falta de fondos o de personal científico. El problema es el método de investigación científica. Precisamente porque el problema del cáncer plantea la cuestión fundamentalísima de qué es la vida, para investigar qué hace que una célula viva normal se convierta en una célula maligna se tienen que abordar las características básicas de los procesos vivientes. Por desgracia, en la investigación del cáncer imperan principios científicos que pudieran ser útiles para estudiar la materia muerta, pero son intrínsecamente incapaces de descubrir algo verdadero sobre la vida.

Fuera del mundo científico oficial, se han explorado ciertas ideas y conceptos que han permitido adentrarse en el funcionamiento de células y tejidos y en su relación con el crecimiento maligno. La mayor parte de los resultados de estos investigadores no son "aceptados" entre los científicos oficiales porque, irónicamente, violan ciertos principios que le impiden a la mayoría de los científicos hacer hallazgos más de fondo.

Los atisbos de los "intrusos" no son excentricismos, magia o curación por la fe. Proviene de un campo llamado *biofísica óptica*: el papel de la acción electromagnética básica en el gobierno y regulación del proceso de la vida.

#### Breve historia de la investigación del cáncer

El primer investigador que planteó la cuestión del origen del cáncer fue probablemente el cirujano británico Percival Pott, en 1775. A menudo operó tumores de sus pacientes y observó que a los deshollinadores les crecen tumores del escroto bastante más a menudo que a la generalidad de la gente. La causa de estos cánceres, pensó, tiene que estar relacionada con el hollín al que están expuestos desde la niñez.

No fue sino 100 años después cuando se confirmó la observación inicial de Pott, gracias a investigaciones más extensas de *cánceres ocupacionales* entre los trabajadores de las minas de alquitrán y las fábricas de parafina alemanas. Los científicos comenzaron a buscar *sustancias carcinógenas*, como después se las llamó.

El médico alemán Rudolf Virchow elaboró en 1863 la tesis de que el cáncer lo causan "estimulantes crónicos". Sin embargo, no pudo explicar por qué algunos "estimulantes"



causan cáncer fácilmente, mientras que otros rara vez o nunca.

En 1930, dos investigadores británicos lograron aislar de dos toneladas de alquitrán uno de los carcinógenos más potentes que se conocen, el 3,4-benzopireno. Lo más significativo es la manera en que se aisló esta sustancia. Ambos investigadores sabían que el alquitrán presenta intensa actividad en la parte ultravioleta del espectro, a aproximadamente 380 nanómetros. Sospecharon que la sustancia que emite esa intensa línea espectroscópica tiene algo que ver con las propiedades carcinógenas del alquitrán. Tras destilarla meticulosamente, la sustancia resultó ser 3,4-benzopireno, un carcinógeno muy potente. Ese fue, en cierto sentido, el comienzo de la *biofísica óptica*.

En los veintes y treinta, se idearon otras teorías para explicar la transformación maligna de las células.

1) **La teoría inmunológica.** Se demostró que ciertos cánceres se manifiestan en animales sólo cuando había algún daño del sistema inmunológico. Por mucho tiempo se tuvo la esperanza de que el equivalente a una vacuna protegiera a la gente de tumores.

2) **La teoría viral.** En 1911, Rous describió un microorganismo capaz de causar sarcomas en pollos, sin darse cuenta que estaba describiendo realmente un virus. Fue hasta los cincuenta cuando se pudo demostrar de modo concluyente que ciertos virus (el virus polio) son capaces de inducir cáncer en casi todos los animales. A partir de esas observaciones, Howard Temin, G. Todaro y otros, elaboraron la actual teoría del oncogene.

3) **La teoría de Warburg.** El fisiólogo alemán Otto Warburg sostuvo en 1923 que la causa última de la transformación maligna es la interrupción de la respiración de la célula. Normalmente, la célula usa oxígeno para su metabolismo, proceso conocido como glicólisis aeróbica. En cambio, la célula cancerosa produce su energía en gran medida por glicólisis anaeróbica, sin oxígeno, proceso mucho menos eficiente que corresponde a un estado de vida de menor

evolución.

4) **La teoría de la supresión.** Esta teoría se basa en la observación de que, a menudo, las enzimas que regulan el crecimiento —proteínas a las que se enlazan preferentemente ciertos carcinógenos— presentan una organización diferente en las células cancerosas. De modo que cuando se suprimen enzimas específicas, con el tiempo se desarrolla un tumor.

5) **Teoría de la mutación.** El hecho de que en muchos tumores se encuentran células gigantes con varios juegos de cromosomas, condujo a la idea de que ciertas mutaciones deben ser la fuente del cáncer.

Todas estas teorías parecen ser de cierto valor, por cuanto señalan importantes procesos bioquímicos que intervienen en el desenvolvimiento del cáncer, pero ninguna de ellas da explicación concluyente de la causa del cáncer.

Más aún, en años recientes, todas estas teorías han sufrido modificaciones, y casi todas estas modificaciones sólo han contribuido a la confusión que impera en el campo. Difícilmente hay un componente de la célula al que no se le haya atribuido un papel en la carcinogénesis. Pareciera que la tarea más difícil es encontrar un proceso que no esté relacionado con el cáncer.

En realidad, ¿no lo hay! Para encontrar la *causa* del cáncer, se debe ver el problema desde un punto de vista enteramente distinto: debemos buscar los principios de organización y regulación de la propia célula que determinan la forma en que se desenvuelve el proceso de la vida.

El único elemento común en este complejo cuadro de transformación en un proceso tumoral es el papel del ácido desoxirribonucleico (ADN), el centro de mando de las células, que contiene la matriz para producir todas las proteínas esenciales que participan en el metabolismo celular.

Si bien la genética moderna ha avanzado significativamente desde las primeras teorías de la mutación, los conceptos actuales sobre el papel del ADN en la carcinogénesis siguen en el mismo nivel epistemológico que la teoría del oncogene e ideas semejantes.

Sin embargo, si dejamos de considerar al ADN como un enorme agregado de átomos unidos en una escalera de caracol, y concentramos la atención en su *pauta electromagnética* básica, encontraremos todos los signos de que, en el caso del cáncer, la macromolécula de ADN sufre algún tipo de desestabilización de su armonía normal, y que éste es el suceso principal en la transformación maligna. A partir de estas observaciones surgió una hipótesis más sólida, que dice que la molécula de ADN, de dicho modo desestabilizada, trata de restablecer su armonía electromagnética expulsando una parte de su propio material (a la que luego bien se puede llamar "virus") o integrando una partícula similar (a la que quizá luego se considere "oncogene").

#### Características de la vida

Esta hipótesis se planteó en 1985, en un seminario privado sobre biofísica óptica auspiciado por la Fusion Energy Foundation en Leesburg, Virginia. Se basa en la idea de que el ADN refleja, en su esencia misma, el proceso de la vida en general: una especie de armonía básica que implica propiedades electromagnéticas específicas.

De hecho, el ADN pudiera funcionar como un láser de energía extremadamente baja y sumamente eficiente, en una gama de frecuencias comprendida entre el ultravioleta y las microondas. La idea, presentada en el seminario por el doctor Fritz-Albert Popp, del Technologiezentrum Kaiserslautern, de Alemania Federal, es probablemente la más avanzada respecto a cómo sirve la luz de instrumento de mando del proceso de la vida.

Se desprende que cualquier interferencia exterior en la acción electromagnética coherente correspondiente a funciones saludables, trastornará el proceso altamente ordenado de la célula y, a la larga, conducirá al cáncer.

Cierto número de experimentos han demostrado las propiedades electromagnéticas únicas de las células, y su comportamiento electromagnético tanto en el estado de reposo como cuando están a punto de dividirse (mitosis) y cuando se transforman en células cancerosas.

1) El primer científico que investigó rigurosamente el comportamiento electromagnético de las células fue Alexander Gurvich, quien en los veinte dejó claro que las células emiten una especie de luz muy tenue, a la que llamó radiación mitogenética porque, aunque débil, es capaz de inducir la división celular. Gurvich demostró esta propiedad en un experimento muy simple, en el cual apuntó la punta de la raíz de una cebolla a un punto de la raíz de otra cebolla y observó un aumento sustancial de la mitosis en este punto (*figura 1*).

Colocando filtros de vidrio de diferentes tipos entre las raíces de las dos cebollas, demostró que la radiación mitogenética tiene que ser ultravioleta, porque el experimento sólo daba resultado con vidrio de cuarzo. El cuarzo es transparente a la luz ultravioleta, mientras que el vidrio común de ventana absorbe la luz ultravioleta. Con vidrio común Gurvich no observó que aumentara el ritmo de la mitosis.

No fue sino hasta los cincuenta, cuando se construyó un fotomultiplicador de suficiente sensibilidad, con el que se demostró la existencia física real de emisiones de fotones débiles de las células vivas: los *biofotones*. Debido a que las emisiones de fotones son extremadamente débiles, era también muy difícil determinar en dónde se origina la radiación, si es luz coherente y si entraña otros efectos biológicos.

2) El trabajo sistemático de Fritz-Albert Popp para descubrir más aspectos de la bioluminiscencia confirmó la existencia de emisiones ultradébiles de fotones en casi todas las células vivas, especialmente las que se dividen a ritmo rápido; en varios experimentos importantísimos, demostró el papel decisivo de los biofotones en el gobierno de las actividades celulares.

La *figura 2* es una gráfica que generó Popp por medio de un fotomultiplicador extraordinariamente sensible, capaz de detectar una luciérnaga a 16 kilómetros. Se colocaron en la cámara oscura del fotomultiplicador plantitas de pepino, que tienen un ritmo de mitosis elevadísimo, y se registró un cierto número de fotones. Cada vez que se iluminó la muestra con luz monocroma débil de longitud de onda variable, en el espectro visible, se observó el mismo comportamiento característico: el ritmo de decaimiento de la radiación almacenada, cuya vida media aumenta de manera sostenida, sigue la ley de decaimiento hiperbólico.

La hipérbola misma indica que los fotones que emiten las plantitas de pepino son coherentes. Tienen las cualidades de un bioláser.

Popp usó el mismo procedimiento para ilustrar la diferencia entre células normales y células cancerosas. El tejido tumoral presenta un ritmo de decaimiento significativamente mayor, de modo que sus valores no describen una hipérbola. Ello indica que las células tumorales han perdido la capacidad de funcionar como un bioláser coherente. Más aún, el tejido tumoral ha perdido la capacidad de almacenar la luz que recibe. Cuando se ilumina tejido normal, reaparece la emisión luminosa.

De estos experimentos, Popp concluyó que la única estructura molecular de la célula que puede explicar este comportamiento es el ADN, capaz de almacenar fotones con suma eficiencia.

La prueba directa de ello proviene de otro experimento que Popp realizó para descubrir el papel de la radiación luminosa en la célula. Correlacionó la emisión de fotones con la velocidad con que las superestructuras del ADN se desenrollan y vuelven a enrollar, por efecto de una tinción química, y encontró que hay una correspondencia exacta. Este es un experimento crucial para demostrar que la radiación celular ultradébil depende de la configuración de la molécula de ADN.

Se encontró un resultado correspondiente en la pauta de crecimiento de cultivos celulares, tanto de células normales como de células cancerosas. En el cultivo de células normales, se vio que al aumentar la densidad celular disminuye la emisión de fotones, mientras que en el cultivo de células malignas se observa lo opuesto. Si los biofotones no desempeñaran papel alguno en la célula, entonces, teóricamente, la emisión sería uniforme, independientemente de la densidad. Pero cuando aumenta la densidad celular, el tejido normal tiende a congregarse cada vez más, a aumentar la coherencia y, por ende, a emitir cada vez menos fotones. Lo opuesto ocurre con las células malignas. Se niegan a formar colonias, sus interacciones son más caóticas y, por lo mismo, emiten más y más fotones.

Cuando se extiende esta observación a toda la evolución natural, se puede concluir que ésta se dirige continuamente a crear un orden siempre superior. Pudiera decirse que el ADN ha elaborado sus estructuras superiores para mejorar su capacidad de capturar y almacenar cada vez más energía, no sólo en la gama óptica sino también en la gama de las radiofrecuencias. Con dicha capacidad, el ADN estaría en condiciones de gobernar un número creciente de procesos diferentes de la célula, y hacer así avanzar la evolución.

3) Según las ideas de Popp respecto al cáncer, es de creerse que, para que el tejido genere un tumor maligno, hace falta que la cualidad resonante de las células —su capacidad de almacenar y emitir luz coherentemente— se dañe permanentemente al grado de que las nuevas células no puedan mejorar la cualidad de la resonancia.

De este concepto se desprende una idea nueva y sencillísima sobre el papel de los carcinógenos. Los carcinógenos son todas esas sustancias u otros medios capaces de perturbar la coherencia del campo de fotones generado por el ADN a un grado crítico irreparable. Lo que se tiene

que considerar en los carcinógenos no es tanto su reactividad "química" en sí misma: el criterio decisivo debe ser su capacidad para absorber frecuencias resonantes en la célula.

La reducida coherencia del tejido tumoral va unida a otra propiedad. Dado que, al decaer la cualidad de resonancia, disminuye la absorción de fotones, poco a poco se pierde la adherencia de la célula al tumor, hasta que las células se separan y terminan por crecer en otros sitios: la *metástasis*.

Ilustra lo anterior la diferencia de comportamiento entre dos sustancias: el 3,4-benzopireno y el 1,2-benzopireno. La primera es uno de los carcinógenos más potentes para humanos y animales; la segunda es casi inofensiva. Sin embargo, sólo difieren en la disposición de un anillo de benceno.

4) Popp y tres colaboradores investigaron esta cuestión en 1970-74.

Según la teoría dominante de la carcinogénesis, introducida por los investigadores franceses A. Pullmann y B. Pullmann en los cincuenta, que aún tiene gran aceptación en la actualidad, el 3,4-benzopireno se convierte en el metabolismo en una sustancia intermedia sumamente reactiva, un epóxido que lesiona el ADN y produce mutaciones genéticas que dan por resultado el cáncer.

Los cálculos del propio Popp demuestran que no hay razón convincente de que la inocua molécula de 1,2-benzopireno no sea capaz de producir la misma reacción química. En todo caso, la explicación "química" de la carcinogénesis descansa en cimientos débiles. Fue necesario buscar diferencias más definidas entre las dos moléculas. Popp localiza diferencia en la conducta espectroscópica del 3,4- y 1,2-benzopireno; la forma diferente en que absorben y reemiten la luz ultravioleta.

Recordemos que la propiedad del 3,4-benzopireno, de absorber luz ultravioleta en forma sumamente potente, que hizo que se la aislara del alquitrán en 1930, también demostró ser el factor decisivo para explicar su poder carcinógeno.

Resulta que la frecuencia a la que el 3,4-benzopireno absorbe más es la misma frecuencia a la que ocurre en las células la llamada fotorreparación. En cualquier tejido, no es raro que se dañe el código genético del ADN. Sin embargo, hay prueba experimental de que con luz ultravioleta de baja intensidad, del orden de 380 nm, puede repararse eficazmente dicho daño genético. Suponiendo que hay en la célula misma luz de dichas cualidades, la célula cuenta con un medio eficientísimo de corregir por sí sola errores genéticos y mutaciones.

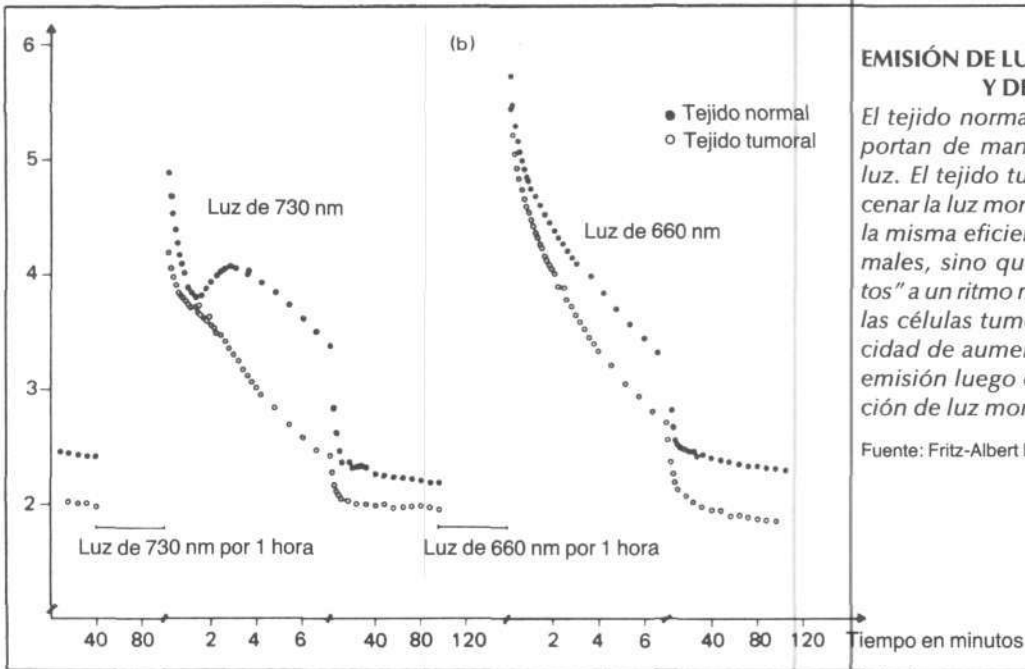
Ahora bien, cuando se presenta en dicho campo de radiación una molécula como el 3,4-benzopireno, ésta puede alterar permanentemente el proceso de reparación, y una vez alterado, las mutaciones pueden permanecer en el ADN. Lo cual a su vez puede ser la causa de una ulterior transformación maligna de la célula. En realidad, el papel principal del carcinógeno no es el de un compuesto químico per se, sino el de un intruso electromagnético, aunque químicamente inactivo, al que la célula trata de neutralizar mediante una reacción química.

De modo que hay una clara correlación entre el poder carcinógeno y la reactividad química, pero se tiene que

## EMISIÓN DE LUZ DE TEJIDO NORMAL Y DE TUMORAL

El tejido normal y el tumoral se comportan de manera diferente al emitir luz. El tejido tumoral no puede almacenar la luz monocroma que recibe con la misma eficiencia que la células normales, sino que emite fotones "sueños" a un ritmo más acelerado. Más aún, las células tumorales pierden la capacidad de aumentar la intensidad de la emisión luego de una segunda recepción de luz monocroma.

Fuente: Fritz-Albert Popp, *Biology of Light*, p. 74.



invertir el orden de causa y efecto. La reactividad química no es la causa de la carcinogenicidad, sino simplemente es el esfuerzo de la célula por librarse de las devastadoras cualidades electromagnéticas de la sustancia carcinógena.

5) Un procedimiento muy sensible para obtener información de las células vivas es la espectroscopía de Raman, que se ha convertido en un instrumento valiosísimo en manos de los biofísicos porque, a diferencia de muchas otras técnicas, no mata a la célula en el curso del experimento.

El efecto Raman lo descubrió el físico indio C. V. Raman en 1928. Se trata de un fenómeno observado en la dispersión de la luz cuando ésta atraviesa un medio material. La luz sufre un cambio de frecuencia y un cambio fortuito de fase. Debido a que la intensidad de la dispersión de Raman es significativamente menor que la de otros efectos de dispersión de la luz conocidos, sólo se utilizó con fines de investigación científica cuando se pudo contar con láseres, a partir de los sesentas.

El efecto Raman se puede analizar por medios espectroscópicos. Con un espectroscopio, se detecta una serie de líneas espectrales de longitudes de onda inferiores a las del rayo láser incidente; cada sustancia se caracteriza por una serie específica de frecuencias en el espectro de la radiación monocromática que esa sustancia refleja.

La espectroscopía de Raman se usa ampliamente en muchos campos de la física, la química y la biología molecular, donde ha dado nueva y valiosa información respecto a la estructura de moléculas chicas y grandes. Pero también ha resultado muy útil en el estudio de los procesos vivos. Lo que se entiende actualmente del efecto Raman es que todo movimiento de un sistema atómico que implique un cambio en el momento dipolo conduce a la absorción o emisión de radiación; y las propiedades de las moléculas pueden analizarse con base en la distribución de los picos en el espectro.

Sydney J. Webb, de Canadá, estudió minuciosamente desde 1971 la técnica Raman en varios laboratorios, por ejemplo, el Max Planck Institut für Festkörperforschung, de Stuttgart, Alemania Federal. Algunos de sus hallazgos tienen importancia para el cáncer.

Antes de que se hicieran estudios espectrográficos por medio del efecto Raman, se creía que el número de oscilaciones en la célula sería enorme y que éstas producirían un espectro de líneas complejísimo. Sin embargo, para sorpresa de todos, al investigar células vivas en estado de reposo —en este caso cultivos de la bacteria *E. coli*— no se encontró espectro alguno. Resultó que el espectro sólo se manifestó cuando se colocaron las células en una solución nutritiva adecuada, que indujo actividad metabólica.

Más aún, se vio en investigaciones subsecuentes que el espectro Raman en *E. coli* cambia continuamente, a medida que las células prosiguen su ciclo de vida. Al investigar mejor, se vio que los cambios de ninguna manera ocurren al azar, sino que en relación al tiempo, las líneas comprendidas entre 200 y 3.400 nm se corren gradualmente a frecuencias más altas, en tanto que las comprendidas entre 5 y 200 nm se corren a frecuencias más bajas.

El tercer descubrimiento importante fue que exactamente antes de comenzar la división celular, todas las líneas espectrales desaparecen, salvo una o dos de elevadas intensidad y frecuencia, alrededor de 2.100 nm.

En cuanto al comportamiento de las células normales y las cancerosas, Webb y sus colaboradores detectaron cambios específicos en el extremo de las bajas frecuencias del espectro de Raman. Mientras que las células normales (de tejido mamario) siempre presentan una serie de líneas separadas y bien definidas, que presentan dos series alineales de "armonías" (como ocurre en experimentos parecidos con microondas de los que hablaremos más adelante), en el espectro de todo tipo de células tumorales estudiadas, las líneas eran más anchas, de menor intensidad y divididas

en dos o tres líneas separadas.

Webb admite que no es posible sacar conclusiones generales de esta información experimental, y que, de hecho, han surgido más interrogantes que respuestas. Sin embargo, algunas de las conclusiones a las que ha llegado Webb parecen coincidir con la manera en que Popp aborda la investigación de la emisión celular de fotones.

Webb cree que la aparente inactividad de las células vivas en reposo, desde el punto de vista de la espectroscopía de Raman, pueda deberse a la presencia y actividad de moléculas de agua ("agua estructurada") que forman en la célula una asociación específica con macromoléculas y sus complejos (como proteínas, azúcares, ADN, etc). Cuando se induce la actividad metabólica en la célula ocurre alguna forma de condensación de estados estrechamente relacionados, lo cual da lugar a la actividad de Raman, de cierta frecuencia y de gran amplitud.

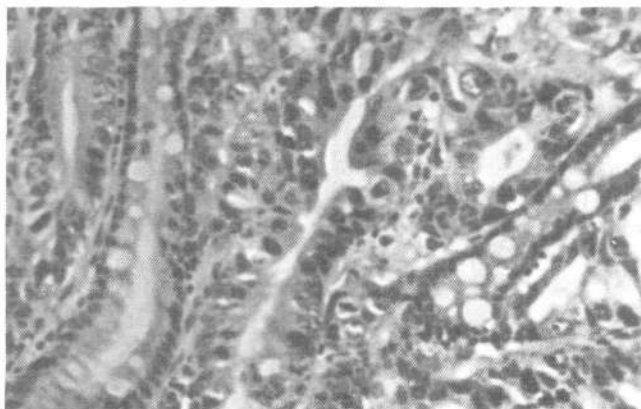
Ya que la aparición de estas líneas espectrales puede interrumpirse retirando los nutrientes, Webb cree que cada línea brota de una oscilación particular inducida por un proceso metabólico. En cada uno de estos sucesos, la célula tuvo que romper su formidable simetría y tornarse momentáneamente inestable en uno o más sitios de su estructura.

En cuanto al corrimiento gradual de las frecuencias de los espectros bacterianos a lo largo de su vida, Webb examina la idea de que la sincronización y el encadenamiento conocidos de los sucesos *in vivo* puede originarse en un movimiento espiral o helicoidal uniforme en la célula, que reúne enzimas y sus sustratos a intervalos y en lugares específicos. Este movimiento helicoidal se reflejaría entonces en el ascenso continuo de la energía espectral.

Webb liga las diferencias entre los espectros de Raman de células normales y los de células tumorales con la posibilidad de que en las células normales existan "estados degenerados", por así decirlo, que se resuelven como resultado del proceso oncogénico, y este proceso produce las pronunciadas cimas de doble pico que se ven en el espectro de la célula tumoral. "Estado degenerado" es en realidad un término muy inadecuado en relación con esto, porque describe la asociación de varias macromoléculas para formar un nuevo complejo en el que dos o más oscilaciones diferentes "degeneran" en una nueva. El proceso opuesto ocurriría en una célula cancerosa en la que complejos proteínicos sumamente ordenados tienden a retroceder a un estado de orden inferior que resulta en una configuración de líneas espectrales separadas.

Obviamente, esta conducta casa muy bien con la observación de Popp de que la organización interna de las células tumorales deviene cada vez más incoherente y conduce a un ritmo creciente de emisión de fotones.

Otro grupo de investigadores de Italia, tras analizar los estudios de Webb con los espectros de Raman, demostró que todas las líneas espectrales de más de 200 nm emanan de dos a cuatro modalidades fundamentales en las que todas las líneas parecen ser "armonías" alineales de dos a cuatro oscilaciones fundamentales *in vivo*. Webb concluye de lo anterior que debido a que estas líneas aumentan de frecuencia conforme avanza el ciclo de vida de la célula, cada paso metabólico sucesivo requiere de mayor cantidad de energía; por lo tanto y a medida que la célula envejece,



Esta microfotografía muestra un área que está al borde de un tumor y muestra el carcinoma mezclado con glándulas metaplásticas.

se tienen que dirigir cantidades crecientes de energía a ciertas áreas de la célula. Y después de una división asexual de la célula, la célula hija no comenzará su propio ciclo en la misma oscilación que la célula que le dio origen, sino en la armonía superior siguiente.

Con base en eso, Webb presentó la hipótesis de que la bipartición asexual puede tener un límite definido en algún momento en el que los requerimientos de energía de la célula sean demasiado grandes, y por lo mismo, surge la necesidad de disminuir el requerimiento energético a cierto nivel básico. Esto puede lograrse con la mitosis, el ciclo de reproducción sexual de las células en el que hay intercambio de material genético.

Si bien no se cuenta aún con los datos que respalden esta hipótesis, sería interesante saber más sobre el proceder correspondiente de las células cancerosas. Tomando en consideración los resultados de Webb, sería de esperarse que el crecimiento sin control de las células tumorales tenga algo que ver con el modo en que se utiliza la energía dentro de la célula. La teoría de Warburg del cáncer daba ya a entender que las células cancerosas representan una regresión al estado evolutivo inferior de la glicólisis anaeróbica.

6) El trabajo previo de Webb con microondas arrojó resultados que coinciden enormemente con sus experimentos de espectroscopía de Raman.

Desde hace mucho se sabe que el agua absorbe muchísimo las microondas, y aparte de que las usamos en los hornos de microondas para calentar alimentos, las microondas de baja intensidad también tienen efectos interesantes en la materia viva. Las células vivas pueden detectar microondas de muy baja intensidad y frecuencia específica, y responden a ellas sin aumento detectable de la temperatura, vía algún mecanismo atómico.

Al igual que en los experimentos con la espectroscopía de Raman, las microondas no parecen tener efecto en las células en reposo; sólo cuando están presentes los nutrientes adecuados se puede detectar un cambio en la actividad fisiológica. Pequeñas diferencias de frecuencia pueden causar efectos diferentes; así, se sabe que las frecuencias que alteran el ritmo de síntesis *in vivo* del ARN (ácido ribonucleico) difieren de las que afectan la síntesis de proteínas

y del ADN.

También en coincidencia con los hallazgos de Raman, resulta que las frecuencias de las microondas forman una o dos series alineales definidas, lo cual sugiere que todas ellas se relacionan según la *armonía* de alguna modalidad o modalidades oscilatorias fundamentales y que las frecuencias particulares a las que responde la célula varían con su edad y nutrición. Sin embargo, en cada caso, la relación alineal permanece inalterada.

Resulta de lo más interesante el comportamiento de las células cancerosas cuando se las irradia con microondas: en lugar de las dos series alineales normales de frecuencias efectivas, las células tumorales formaron tres y a veces hasta cuatro series. En este experimento, se examinó primero una biopsia de tejido mamario humano normal, tomado de la glándula mamaria de una paciente con carcinoma en la otra mama. El espectro de microonda presentó una división sencilla en una de las series normales de armonías alineales, mientras que el tejido enfermo presentó una división doble.

A partir de eso, Webb sugirió que se usara la espectroscopía de microonda en el examen de biopsias mamarias para detectar oportunamente la presencia o incluso la predisposición a cambios malignos.

Lo más importante en los experimentos de Webb con microondas es determinar las estructuras moleculares de la célula que realmente responden a microondas de frecuencias específicas. Hay signos de que parte de la membrana o parte del ADN participan directamente en dicha estimulación por resonancia. Estas estructuras moleculares absorben coherentemente la energía contenida en la radiación para amplificar su propia actividad. En el caso de tejido tumoral, este acoplamiento resonante está deteriorado al grado que la armonía básica de la célula se "desafina" cada vez más.

7) Mediante una técnica muy sencilla, llamada microdielectroforesis, Herbert A. Pohl, de la Universidad Estatal de Oklahoma, logró demostrar en su laboratorio que las células vivas producen campos de corriente eléctrica alterna natural de muy baja intensidad. Pohl observó dichos campos como un fenómeno único en una amplia gama de células diferentes, desde bacterias primitivas hasta células humanas. Desde el punto de vista de la intensidad relativa, parece ser que las oscilaciones eléctricas son máximas en la mitosis o en torno de ella.

La técnica de dielectroforesis de Pohl comprende el movimiento de partículas diminutas polarizables (dieléctricas) pero neutras, inducido por un campo eléctrico desigual dentro de la célula. El principio es distinto al de la electroforesis normal, en la cual las partículas de carga distinta se mueven hacia los polos negativo o positivo de un campo eléctrico, y que es técnica muy usada en química y biología para separar sustancias de comportamiento eléctrico diferente.

El movimiento de dichas partículas neutras en la dielectroforesis depende de su constante dieléctrica efectiva; si excede la del medio circundante, las partículas se mueven hacia la región de mayor intensidad de campo. En el caso opuesto, cuando las partículas tienen una constante dieléctrica efectiva más baja que la del medio, se alejan de la

mayor intensidad de campo.

Los experimentos de microdielectroforesis sólo requieren que se seleccione una mezcla adecuada de partículas dieléctricas (Pohl usó, entre otras,  $\text{BaTiO}_3$  y  $\text{NaNbO}_3$ , de alta polarizabilidad, y  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ , de baja polarizabilidad) y un microscopio. Se pone bajo el microscopio una mezcla de células y partículas, y se cuenta la porción de las partículas asociadas con la célula  $n$ . La proporción entre  $n$  y la concentración de partículas  $p$  expresa el grado de asociación de las partículas con la célula.

Según los resultados experimentales, las células vivas manifiestan mayor preferencia por las partículas de alta polarizabilidad que por las de baja polarizabilidad; dicha tendencia puede suprimirse con sustancias que estorben el metabolismo de la célula o que eleven la constante dieléctrica efectiva del medio por encima de la de las partículas; y el fenómeno alcanza su máxima intensidad alrededor de la mitosis.

A partir de eso, Pohl elaboró la hipótesis de que las oscilaciones eléctricas que encontró, en la gama de las radiofrecuencias, son requisito de la reproducción celular, y que este mecanismo entraña el proceso de inhibición por contacto o densidad que se observa en los cultivos de células normales, y que interrumpe el crecimiento una vez que las células confluyen y cubren el medio de cultivo. Pohl cree que la densidad creciente de las células modifica el ambiente eléctrico de la célula individual de tal modo que las oscilaciones específicas que aparecen durante la mitosis se van amortiguando hasta desaparecer.

El fenómeno del crecimiento canceroso, pero también el de la cicatrización, la sustitución normal de las células del cuerpo y el crecimiento embrionario, sugiere Pohl, pudiera resultar de que las frecuencias de oscilación se alejan de la región de mayor amortiguamiento. Este cambio de frecuencia puede estar regulado por un gene normalmente reprimido, encargado de la bioquímica de las reacciones oscilatorias.

Si bien la idea contiene una buena dosis de especulación, la observación de que hay procesos eléctricos coherentes (oscilaciones) y aumentos o disminuciones legítimos de las frecuencias en cuestión, es prueba experimental válida que puede darnos pistas del camino a seguir.

8) James Frazer, del M. D. Anderson Cancer Institute, de Houston, Texas, es uno de los investigadores de vanguardia de la biofísica óptica que utilizan la espectroscopía de la resonancia magnética nuclear (RMN) para encontrar nuevos modos de caracterizar el cáncer.

La RMN, que se emplea con frecuencia cada vez mayor en las clínicas por sus cualidades únicas para obtener imágenes del organismo, se puede emplear para generar señales sumamente específicas de la composición molecular de la materia viva. La muestra se coloca en un campo magnético potente y se le dirige un haz de radioondas u otro tipo de radiación a fin de provocar resonancia de espín en varios de sus átomos o moléculas.

Frazer y sus colaboradores estudiaron hace poco las membranas de células tumorales de diferentes adenocarcinomas mamarios, uno de elevada capacidad metastática (tumor maligno) y el otro de baja capacidad metastática (tumor benigno). Encontraron que, en contraste con el tu-

mor benigno, el tumor maligno tenía en la membrana una glicoproteína que se liberaba en el medio. La membrana de la célula del tumor benigno tenía en la superficie una glicoproteína un poco diferente, pero no la liberaba. En la fase siguiente se observó que los macrófagos, células cuya función es eliminar células tumorales, no atacaron a las células cancerosas más metastáticas, aunque fueron eficaces contra el tumor benigno. Resulta obvio que, de alguna manera, la glicoproteína liberada incapacitó a los macrófagos.

Frazer y su grupo lograron obtener señales de resonancia magnética nuclear definitivamente distintas de cada una de las dos glicoproteínas parecidas de las células tumorales. Pero no sólo la estructura ligeramente diferente condujo a estas señales únicas. Una de las glicoproteínas se aglomeraba cerca de la superficie de la célula y quedaba expuesta a solventes.

En Houston se realizan estudios afines para determinar, mediante la espectroscopía de RMN, las diferencias entre cuatro tipos de leucemia. El propósito es hacer más sencillo, confiable y rápido el diagnóstico de la leucemia.

La importancia general de estos descubrimientos es que las glicoproteínas superficiales juegan un papel importantísimo en la determinación de las propiedades antigénicas y la receptividad de las membranas celulares, y que un cambio minúsculo en una característica de naturaleza genética de la célula puede resultar en la formación de una superficie celular enteramente distinta. Un pequeño cambio en la estructura de la glicoproteína y en la disposición de la membrana determinan si un carcinoma es sumamente metastático o no es metastático.

#### Coherencia de la materia viva

Vistos en conjunto, los resultados de la investigación que acabamos de examinar representan un caudal de conocimientos y atisbos de los procesos vivientes en general, y el curso del cáncer en particular, que se tiene que ampliar enormemente e integrar con un criterio epistemológico común. En especial, el concepto de Popp de que las células que sufren una transformación maligna tienen dañada su cualidad de resonancia, define el concepto opuesto, el concepto básico de la vida, como un proceso necesario de resonancia armónica de la actividad electromagnética, idea totalmente contrapuesta a las teorías de colisión fortuita de la biología molecular.

¿Qué diremos sobre el papel de la coherencia y la necesidad de la acción electromagnética en tanto elemento gobernante primario de la vida, para complementar la comprensión del trabajo de investigación aquí reseñado?

El primer punto decisivo es que hay una diferencia cualitativa en el comportamiento de las moléculas —en especial de las macromoléculas, y otros componentes de la célula, *in vitro* e *in vivo*,— es decir, cuando se la estudia aislada en el tubo de ensayo o en el ambiente vivo real. En su artículo "Estructuras ordenadas *in vivo* según se ven con la espectroscopía de Raman con láser", Del Guidice, S. Doglia, M. Milani y S. J. Webb, elaboran conceptos que pueden considerarse una primera aproximación a la verdadera organización y estructura celular. Escriben:

"*In vivo*, las macromoléculas forman una arquitectura

somática específica en la que, a) todas las entidades moleculares ocupan posiciones específicas en el espacio, unas respecto de otras; b) funcionan como complejos, no como individuos, y c) a velocidades que exceden con creces las que permiten los mecanismos de difusión y colisión al azar. Además, todos los sucesos metabólicos ocurren en un momento específico de la vida de la célula, los cuales se alinean en una serie ordenada que conduce a la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y polisacáridos mediante la colocación consecutiva y oportuna de un aminoácido, un nucleótido o un azúcar específicos en una cadena creciente".

Obviamente, estamos frente a un proceso geométrico en el campo de los microfenómenos, que se autoorganiza y autoenfoca; y la eficiencia de la célula que realiza este trabajo excede de la imaginación: en cada célula se sintetizan varios millones de moléculas por segundo.

Hay aún otras tareas formidables para un organismo vivo. El cuerpo humano tiene que reponer un promedio de 10 millones de células que mueren por segundo. Hay tejidos que se dividen con mucha rapidez, como la médula ósea, las células intestinales y las de la piel, las cuales pueden alcanzar un múltiplo de esta velocidad de reemplazo.

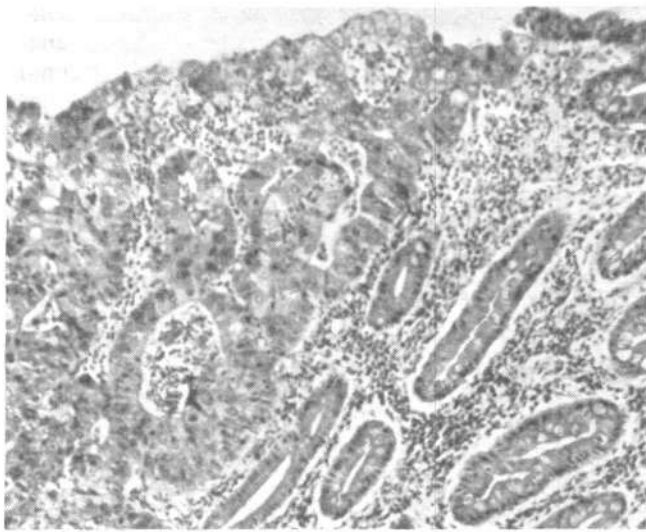
La pregunta que de inmediato viene a la mente es cuáles son los mecanismos que gobiernan estos procesos. Para ilustrarlo con un ejemplo. Dado que el cuerpo humano está compuesto de unos 10 billones ( $10^{13}$ ) de células, por simple cálculo puede uno darse cuenta que debe haber un gobierno sumamente coordinado para impedir que se repongan muy pocas o demasiadas células en un lapso dado.

De hecho, Popp presentó tal cálculo, el cual supone que cualquier célula tiene que estar "informada" de la muerte de una célula vecina en el lapso exacto que separa esa muerte celular de la siguiente. Con base en las cifras del total de células y el índice de mortalidad antes dados, esto significaría un lapso de apenas  $10^{-7}$  de segundo. Dada la distancia entre dos células, de aproximadamente un milésimo de centímetro, la velocidad mínima a la que la noticia de la muerte de una célula tiene que viajar sería de  $10^{-4}$  centímetros por segundo, lo cual corresponde a la propagación del sonido. Pero si todas las células del cuerpo tienen que ser informadas del suceso, ¿estamos hablando de la velocidad de la luz!

Cualquier idea de que la regulación celular se basa en "sustancias mensajeras" se hace pedazos cuando sólo la velocidad del sonido es requerida para la comunicación. Esto significa que sólo la acción electromagnética puede explicar la coordinación e información necesarias de todo el sistema.

Aún más compleja que el simple mantenimiento del volumen celular del cuerpo es la coordinación del proceso metabólico de cada una de las células. Ninguna idea de que el interior de la célula es una sopa molecular en que ocurren reacciones químicas al azar puede explicar el desempeño de una célula.

Estas son apenas ideas muy preliminares de cómo está organizada la subestructura celular para dar lugar a la increíble precisión de los acontecimientos celulares. Los biofísicos que saben de la tarea inmensa de investigar estas cuestiones se quejan con razón de que muchos de sus colegas de los departamentos de física y biología le prestan



Esta microfotografía muestra glándulas metaplásicas a la derecha y carcinoma in situ en el estómago, a la izquierda.

muy poca atención a los procesos moleculares de la célula. Los físicos están muy acostumbrados a medir estructuras grandes y tratan de proceder de la misma manera frente a los acontecimientos microscópicos.

Un caso pertinente es el papel y la estructura de la membrana celular y del agua celular.

Con fines pedagógicos, James Frazer construyó un modelo de una célula eucariótica que se aleja radicalmente de las ideas en boga. Parece los gajos de una naranja agrupados en torno al núcleo. Las membranas de los gajos forman una hojuela molecular bilípida; sin embargo, a intervalos regulares, hay una proteína penetrante con un segmento hidrofóbico que atraviesa la membrana. Se ramifica en largos filamentos poliméricos de diferentes tipos de azúcares. Estas glicoproteínas, algunas de las cuales Frazer considera que expresan cualidades tumorales específicas, parecen cumplir las funciones de receptores celulares. En lugar de que este receptor experimente una reacción química con una hormona dada u otra sustancia, es mediador de cambios en las densidades de carga a través de la membrana, con lo que desata acciones metabólicas específicas en la célula.

Más aún, los receptores parecen estar en contacto con una vasta e intrincada red de fibrillas, microfilamentos y microtúbulos —una red microtrabecular— que forma una estructura tridimensional dentro de la célula e incluso parece vincularse con el núcleo. De este modo, gracias a esta especie de citoesqueleto, las reacciones desatadas desde el exterior pueden repercutir hasta el núcleo, mientras que, a su vez, los procesos del núcleo pueden efectuar cambios inmediatamente en la membrana y comunicarse a las demás células del mismo tejido.

El nuevo modelo celular de Frazer contiene también la idea de que partes de la membrana de las diferentes divisiones celulares están en movimiento constante, de modo que su propia estructura queda determinada por lo que se transcribe en el núcleo en el momento de su paso.

Todos estos conceptos, que apenas se esbozan aquí, tie-

nen implicaciones revolucionarias para nuestra comprensión de los procesos vitales. Pero hay que subrayar que éstos no son los conceptos que se encuentran por lo general en los libros de texto. Lo mismo pasa con los conceptos sobre la geometría de la actividad metabólica. De varias investigaciones se desprende que las enzimas, los complejos enzimáticos, el sustrato, los productos intermedios, etc., están todos estrechamente relacionados con la red microtrabecular arriba mencionada. De modo que en realidad tenemos una organización molecular que escapa a nuestra comprensión actual, y toda esta estructura tridimensional está codificada en el núcleo.

Agreguemos a esto el papel del agua celular; si bien no todos los detalles se conocen, hay pruebas de peso de que el agua presente en las células vivas existe en la forma de agua estructurada, es decir, que presenta propiedades claramente diferentes a las del líquido puro. El agua celular de la forma mencionada tiene sobre las macromoléculas celulares efectos totalmente diferentes de los que se pueden ver en el tubo de ensayo.

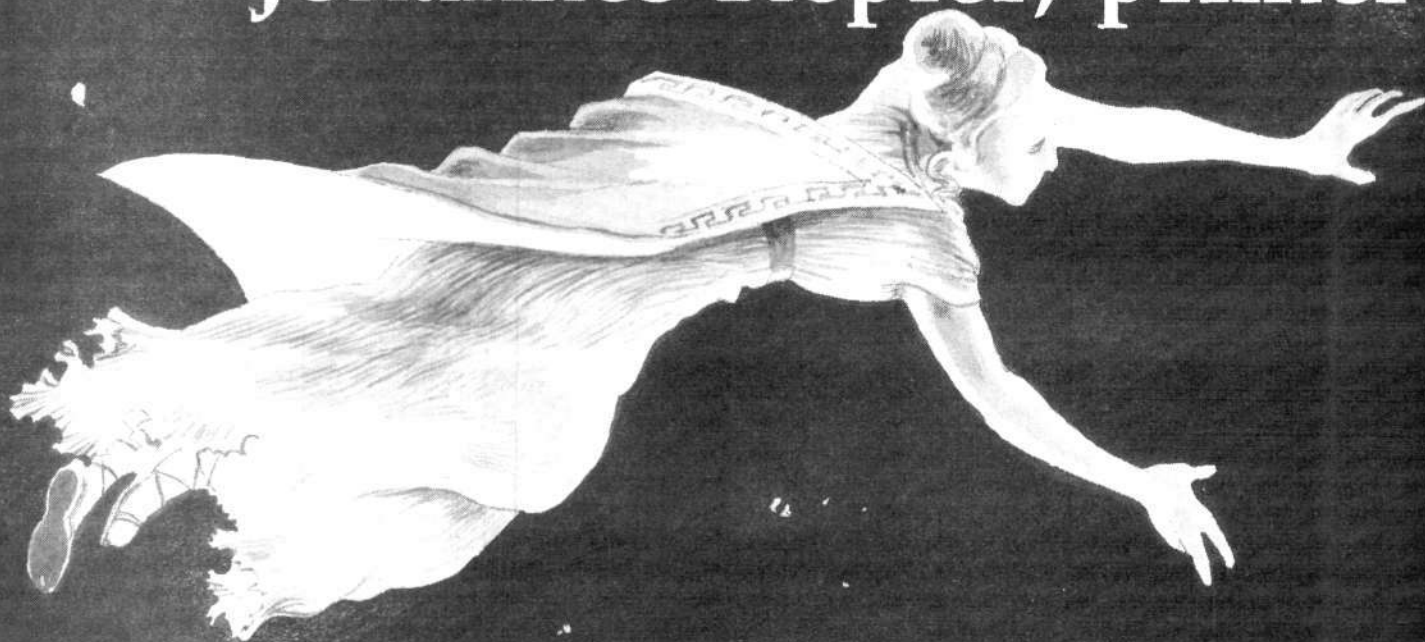
Estas son algunas de las guías principales que tiene que seguir la investigación actual para lograr un concepto completo de lo que hace vida a la vida. El cáncer y otras enfermedades podrán encontrar entonces su explicación conforme a leyes y se encontrarán curas causales más específicas.

#### Notas bibliográficas

- American Cancer Society, 1986, "Cancer Facts & Figures."
- Clegg, James S., 1983, "Intracellular Water, Metabolism and Cell Architecture: Part 2", en *Coherent Excitations in Biological Systems*, ed. por H. Froehlich y F. Kremer, Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg.
- Frazer, James, 1985, *International Journal of Fusion Energy*, Vol. 3, núm. 3, 60-61, "Spying on Carcinoma Cells Through an NMR Looking Glass".
- Pohl, Herbert A., 1983, "Natural Alternating Fields Associated with Living Cells," en *The Living State—II*, ed. por R.K. Mishra, World Scientific.
- Pohl, Herbert A., Braden, Tim; Pohl, Douglas G., 1983, "Variations of the Micro-Dielectrophoresis of Cells During Their Life Cycle", en *The Living State*, ed. por R. K. Mishra, Wiley Eastern, Ltd.
- Popp, Fritz A., 1984/1985, *Molekulare und Biophysikalische Aspekte der Malignität*, Verlag Grundlagen und Praxis.
- Popp, Fritz A., 1984, *Biologie des Lichts: Grundlagen der ultraschwachen Zellstrahlung*, Paul Parey, Berlín, Hamburgo.
- Popp, Fritz A., 1972, *Z. Naturforsch.* 27b, 850-863, "Elektronische Struktur und karzinogene Aktivität von 3.4-Benzopyrene und 1.2-Benzopyrene".
- Pullman, A., Pullman, B., 1955, *Advances in Cancer Research*, Vol 3, "Electronic Structure and Carcinogenic Activity".
- Webb, Sidney J., 1984, "Nonlinear Phenomena in Bioenergetics and Oncology as Seen in 25 Years of Research with Millimeter Microwave and Raman Spectroscopy", en *Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems*, ed. por W. Ross Adey y Albert F. Lawrence, Plenum Press, Nueva York u Londres.
- Webb, Sidney J., 1983, "The Crystal Properties of Living Cells as Seen by Millimeter Microwaves and Raman Spectroscopy", en *The Living State—II*, ed. por R. K. Mishra, World Scientific.
- Webb, Sidney J., 1980, "Physics Reports" (Sección de reseñas de *Physics Letters*) 60, núm. 4, 201-224, "Laser Raman Spectroscopy of Living Cells".



# Johannes Kepler, primer



por Carol White

**T**enemos la gran fortuna de vivir en una era en que la humanidad está a punto de embarcarse en su más espectacular odisea, que la llevará, literalmente, a las estrellas. La humanidad plantó ya el pie en la Luna y desde ahí echó un vistazo a la Tierra. Pero aunque la nuestra es la primera generación que materializa la tecnología que nos permitirá ir al espacio, todos los científicos serios han hecho el mismo viaje, por lo menos mentalmente.

En 1634, cincuenta años antes de que Newton escribiese sus *Principios matemáticos* (publicados en 1686), la obra *Somnium* (Sueño), de Kepler, fue publicada póstumamente por su hijo Ludwig. En este libro Kepler hace la relación de un viaje a la Luna. Aunque la obra es poco conocida hoy en día, tuvo gran influencia en su época y circuló ampliamente —en borrador— cuando Kepler vivía. Tiene interés más que histórico el que muchos de los descubrimientos que se le atribuyen a Newton sobre la naturaleza universal de la fuerza de gravitación los expone Kepler en *Somnium*.

Se admite por lo general que Kepler hizo una labor magistral al determinar que las órbitas planetarias son elípticas y no circulares, y al demostrar que la velocidad de los planetas guarda relación directa con su distancia del Sol. Pero a menudo se descartan sus descubrimientos como una conjetura afortunada, basada en la extensa información que puso a su disposición el astrónomo Tycho Brahe. En otras palabras, no se le atribuye a Kepler haber elaborado una teoría adecuada para explicar los datos, sino un ingenioso "ajuste de curvas". Una de las razones de ello es que el método de Kepler se descarta dizque por místico —una reliquia del pasado—, mientras que Newton supuestamente aborda el tema como verdadero científico.

Puesto que Newton era practicante de la alquimia, se-

mejante afirmación resulta dudosa, por decir lo menos; pero lo importante es que Kepler era un brillante teórico. Consideraba que Dios creó el universo conforme a principios geométricos legítimos, cuyo descubrimiento es deber y placer del hombre.

Newton, en cambio, creía que basta describir los fenómenos. En su famosa declaración "no hago hipótesis", por ejemplo, Newton se excusa de toda obligación de explicar cómo puede existir de veras la acción instantánea a distancia. De hecho, en su correspondencia reconoce abiertamente que la idea es ridícula; el hecho es que "funciona". Se trataba de un mecanismo práctico en una fórmula matemática conveniente. Esta actitud todavía es hegemónica, pero es la que Kepler hubiese aborrecido.

A Newton se le atribuye haber elaborado una teoría de la gravitación universal. Conviene aclarar las cosas. Kepler tenía una teoría de la gravitación universal, y es más que probable que Newton la conociera. La teoría de Kepler difería de la de Newton en un punto fundamental: se proponía explicar la creación del sistema solar, no simplemente describir las interacciones entre los planetas y el Sol. El descubrimiento de las órbitas planetarias elípticas, las llamadas "tres leyes de Kepler", sólo fue un aspecto de su trabajo. Pero aun ese descubrimiento dependía de una profundidad de entendimiento científico que sólo le era posible a una persona de su estatura. Kepler no se limitó a describir las órbitas; elaboró una avanzada teoría de campo para dar cuenta de la interacción entre los planetas y el Sol.

Es el método de Kepler, antes que el de Newton, el que distingue a un científico brillante e innovador del típico académico ordinario. Algún día la humanidad habitará el espacio, gracias a la visión de Johannes Kepler.

# viajero al espacio



## El Sueño de Kepler

Kepler tenía en mente un doble propósito al escribir el encantador cuento científico de *Somnium*. En primer lugar estaba el regocijo de aplicar su imaginación, científicamente capacitada, a la ponderación de algunos de los problemas de los viajes espaciales, y del aspecto que tendría el universo desde esa perspectiva. En segundo lugar, deseaba valerse del ejercicio para educar a algunos de sus contemporáneos que rechazaban la hipótesis de Copérnico, de que la Tierra gira alrededor del Sol.

Otra razón que tenemos hoy día para estudiar este libro es que elabora la teoría gravitacional de Kepler. Pese a lo que generalmente se supone al respecto, Kepler era muy consciente de que la misma atracción que hay entre el Sol y los planetas y entre la Luna y la Tierra es la que además nos permite seguir plantados en la superficie de ésta, en lugar de ser despedidos al espacio por la rotación terrestre. En otras palabras, este librito establece de una vez por todas que Kepler no fue ni empirista ni místico (dos acusaciones que se le hacen), sino un genio insuperable.

En *Somnium* se invita al lector a contemplar el aspecto que tendrían los cielos vistos desde una perspectiva distinta a la ya familiar desde la Tierra. Desde el punto de vista de la certeza de los sentidos, un habitante de la Luna estaría tan convencido de que el universo gira en torno suyo, como lo estaría una persona que contempla el firmamento desde la Tierra. Aunque los terrícolas bien podemos reírnos de semejante ignorancia, puesto que todo mundo está de acuerdo ya en que la Luna gira alrededor de la Tierra una vez al mes, ¿cómo verían la situación los ignorantes habitantes de la Luna? ¿No derivarían de esto una conclusión teológica? Puesto que el hombre es creado a imagen y semejanza de

Dios, ¿no los habrá creado en la Luna por ser la Luna el centro del universo?

Esta era precisamente la clase de equivocación que regía el pensamiento de muchos de los que repudiaban la hipótesis de Copérnico, de que el universo gira alrededor del Sol; no porque su intuición les impidiera creer que la Tierra se mueve, sino porque eran incapaces de aceptar que Dios no hubiese puesto al hombre en el centro del universo. En efecto, Kepler esperaba que su juguetona fantasía permitiera dar otro vistazo a las repercusiones de la hipótesis copernicana a los que por consideraciones teológicas de otra forma no podrían hacerlo.

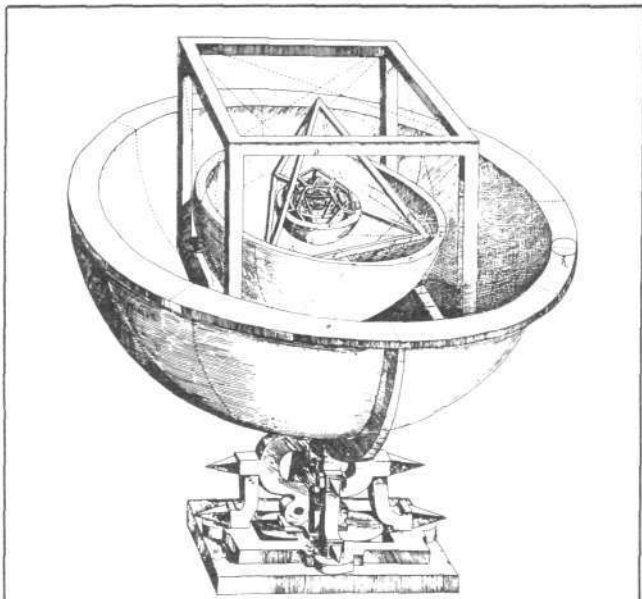
## La hipótesis de Copérnico: disputa enconada

Cuando Kepler se matriculó en la Universidad de Tubinga, Alemania, la nación era parte del Sacro Imperio Romano, que incluía los principados alemanes de lo que luego se conocería como el Imperio Austro-Húngaro. Alemania estaba además al borde de una cruenta guerra civil por la cuestión de las libertades religiosas, que habría de durar 30 años. Desafortunadamente, tanto el lado católico como el lado protestante de la disputa se negaban a aceptar la hipótesis copernicana de que era el Sol, no la Tierra, el centro de rotación del sistema solar. Puesto que la razón por la que supuestamente se libraba la guerra era religiosa, los dos bandos pugnaban entre sí para demostrar su propia pureza doctrinaria.

La Universidad de Tubinga se dedicaba principalmente a preparar el clero luterano, y el maestro de astronomía de Kepler, Michael Mastlin, vivía bajo la mira de las autoridades universitarias por enseñar la hipótesis de Copérnico. Aunque Kepler escribió una primera versión del *Somnium*

como tesis cuando aún estudiaba en esa universidad, no se le permitió defenderla en debate público.

Kepler nunca sufrió la suerte de Galileo, a quien obligaron a abjurar de la hipótesis copernicana so pena de muerte, pero de todas formas sus enemigos eran crueles. Atacaron a su madre, valiéndose de la relación ficticia de su viaje a la Luna como prueba putativa de que era bruja, y lo obligaron a defenderla en persona de la acusación de brujería, en juicio que duró un año. La experiencia, sin embargo, no lo persuadió de moderar sus tesis. Al contrario, escribió Kepler, publicar su fantasía devino doblemente importante para él tras las falsas acusaciones a su madre. No sólo había derrotado a sus adversarios en el tribunal,



#### EL UNIVERSO ES COHERENTE

*Kepler consideraba que el universo había sido creado por Dios conforme a principios geométricos coherentes cuyo descubrimiento es a la vez deber y placer del hombre. Para explicar la relación entre las órbitas planetarias y el Sol, Kepler buscaba identificar esa geometría, de cuya existencia estaba convencido.*

*Determinó las proporciones entre las órbitas representando las de los seis primeros planetas como esferas concéntricas separadas por los cinco sólidos platónicos, en el orden que se ve en la ilustración. La esfera mayor representa la órbita de Saturno, y circunscribe un cubo. La esfera inscrita en ese cubo representa la órbita de Júpiter y circunscribe un tetraedro. La esfera que encierra éste representa la órbita de Marte, e inscribe un dodecaedro, cuya esfera interior representa la órbita de la Tierra. En ésta se inscribe un icosaedro, que circunscribe la órbita de Venus, representada por una esfera que circunscribe un octaedro, que a su vez circunscribe la órbita de Mercurio.*

*Este descubrimiento de Kepler apareció en la primera edición de su libro **Mysterium cosmographicum**, de 1596.*

sino que quería verlos furiosos de encontrar que se publica su cuento.

En las notas números 7 y 8 de *Somnium*, Kepler dice:

Cada quien sufre su propia injusticia. La principal injusticia a la obra de Copérnico sobre las *Revoluciones* provino de gente que no sabe nada de astronomía (interpretando la censura del libro [por la Iglesia Católica en 1620] no conforme al pensamiento del autor, sino incorrectamente). Creen que esta obra no debe leerse sin que primero se detenga el movimiento de la Tierra. Esto equivale a decir que no debe leerse hasta que no lo consuman las llamas. . . Espantoso de veras ha de ser el presagio de la muerte cuando se infligen heridas fatales, cuando se traga un veneno; no menos espantoso, al parecer, fue el presagio de desastre interno cuando circuló esa obra. Pudiera pensarse que cayó una chispa en yesca seca; con esto quiero decir que aquellas palabras cayeron en mentes que eran oscuras por dentro y sospechaban que todo era oscuro. El primer ejemplar lo llevaron de Praga a Leipzig, y de ahí a Tubinga, en 1611, el barón von Volkersdorf y sus tutores de comportamiento y estudios. ¿Ha de creerse que en las barberías (especialmente si había gente a la que el nombre de mi Fiolxhilde [el nombre de su madre en el cuento] resultaba ominoso por causa de su ocupación [era vendedora de hierbas]) se murmuraba de esta obra mía? En efecto, de esa misma ciudad y de esa casa brotaron maliciosos chismes en los años que siguieron. Cuando estos chismes entraban en mentes insensatas, se convertían en difamación, acrecentada por la ignorancia y la superstición. Si no me equivoco, se darán cuenta de que mi familia hubiese podido evitarse seis años de trabajos, y yo la experiencia del año pasado, si no hubiera violado los preceptos de esta Fiolxhilde del sueño [no escribas, porque la gente ignorante te causará dificultades]. Por consiguiente decidí vengar de dicha experiencia este sueño mío publicando el libro, lo que será otro castigo para mis adversarios.

A diferencia de Galileo, Kepler nunca estuvo dispuesto a contenerse. Desafortunadamente, la tarea de publicar el libro correspondió a su hijo, porque Kepler murió en 1634, poco después de escribir la anterior nota. Había enmendado el texto a lo largo de su vida, a medida que maduraban sus ideas astronómicas, añadiendo una serie de notas al pie y un apéndice geográfico. De todas formas el libro circuló en privado durante su vida, y fue muy influyente.

#### El sueño

La relación del viaje de Kepler a la Luna comienza con un sueño en el que Kepler imagina que su madre invoca la ayuda de espíritus para transportarlo a la Luna. Kepler, por supuesto, no tenía a la mano una nave espacial, así que su madre servicialmente conjura un encanto mágico e invoca la ayuda de un espíritu. El espíritu que invoca, dice Kepler en una nota al margen, es el espíritu de la astronomía, porque en el sueño la astronomía depende de la magia para subsanar las limitaciones de la tecnología de ese momento.



*El método de Kepler es el que distingue al científico verdaderamente fértil, mientras que el académico fosilizado prefiere el formulismo newtoniano.*

*Johannes Kepler*  
1571–1630



*Isaac Newton*  
1642–1727

El espíritu revela que hay una carretera a la Luna, que se puede transitar en un lapso de cuatro horas.

Kepler hace la siguiente relación del viaje, en palabras que pone en boca del espíritu.

Aunque la distancia es grande, el viaje se completa en cuatro horas a lo sumo. Porque estamos siempre muy ocupados, y acordamos no partir hasta que la Luna comience a eclipsarse del lado oriental. Si recuperare todo su brillo encontrándonos aún en camino, nuestra partida devendría fútil. Dado que la oportunidad es tan efímera, llevamos pocos seres humanos, y sólo los que nos son más devotos. A algunos de estos hombres, pues, los levantamos entre todos y, empujándolos de abajo, los alzamos hacia el cielo.

En todos los casos, sienten el despegue como un severo impacto, porque son arrojados como si se les hubiera disparado al aire con pólvora, a volar arriba de mares y montañas. Por esta razón desde el comienzo debe adormecérselos inmediatamente con narcóticos y opiáceos. Sus miembros deben acomodarse en tal forma que el torso no se les desprenda de los muslos, ni la cabeza del cuerpo, sino que el impacto se distribuya por igual entre sus varios miembros. Luego viene una nueva dificultad: un frío extremo e impedimentos respiratorios. El frío se mitiga por una facultad con la que nacemos; la respiración, aplicando esponjas húmedas en sus ventanas nasales. Tras la primera etapa del viaje la travesía es más fácil. En ese momento exponemos sus cuerpos al aire libre y retiramos las manos. Sus cuerpos se recogen, como arañas, en bolas que llevamos casi completamente por nuestra sola voluntad, de manera que finalmente la masa corpórea procede de su propio grado hacia su destino. Pero esta marcha hacia adelante nos es de poca utilidad, puesto que ya es tarde. Así, como dije, sus cuerpos avanzan velozmente por voluntad nuestra, y nos adelantamos a ellos, no sea que vayan a sufrir daño al chocar muy duro con la Luna. Cuando los humanos despiertan, generalmente se quejan de una indescriptible fatiga de todos sus miembros, de la que luego se recuperan lo bastante para caminar.

Kepler logró prever muchos de los problemas reales del

vuelo espacial. Reconoció que la atmósfera terrestre no se extiende hasta el espacio, y por tanto los viajeros espaciales requerirían algún auxilio para respirar. Como él mismo lo señala, el artificio de permitirle a su astronauta respirar a través de una esponja húmeda no es más que una salida conveniente. (Al fin y al cabo, esto fue más de cien años antes de que John Priestley, colaborador de Benjamin Franklin, descubriera que el oxígeno es uno de los principales componentes del aire).

Más importante aún es que Kepler previó la trayectoria balística de un objeto que se mueve en el espacio. El suyo es exactamente el método que se sigue empleando hasta la fecha: impulsar el cohete, luego permitir que siga una órbita balística, empleando el motor únicamente para volver a acelerar (para dirigirlo), o para frenarlo al llegar a su destino. Dentro de cien años, cuando sean comunes los cohetes de fusión y se comiencen a emplear “combustibles” de materia-antimateria, nuestros cohetitos de combustible químico parecerán igual de pintorescos.

Kepler también da una descripción bastante avanzada del momento que se elige para el vuelo, tomando en cuenta que tanto la Tierra como la Luna están en movimiento. En el caso del vuelo a Marte, por ejemplo, la oportunidad del vuelo balístico sólo se presenta cada dos años.

En *Somnium*, los habitantes de la Luna son más grandes que sus contrapartes terrícolas. Kepler supone que la superficie lunar está dotada de agua potable y atmósfera, pero reconoce que sus habitantes estarían expuestos a fríos extremos durante los quince días que dura la noche lunar, y un gran calor durante el día lunar. Los selenitas, al igual que nosotros, sentirían fascinación por el firmamento, al que emplearían como reloj y calendario. Así como nosotros vemos subir y bajar la Luna, también ellos verían subir y bajar la Tierra.

Según Kepler, estos selenitas conocerían a la Tierra con el nombre de Volva, porque da vueltas. Para ellos, la Tierra sería muy semejante a la Luna para nosotros, sólo que más grande. De la misma manera que hablamos del hombre de la Luna, los selenitas inventan mitos sobre las manchas oscuras que observan en la superficie terrestre. La imagen que pinta Kepler de la Tierra vista desde la Luna era de particular importancia, porque mucha gente todavía creía, incorrectamente, que la Luna y los planetas no podían ser del mismo material que la Tierra. Razonaban que, puesto

que la Luna y los planetas alumbran como estrellas, deben ser hechos de algún material brillante.

En tiempos de Kepler había muchos que no rechazaban de plano la hipótesis de Copérnico, pero de todas formas encontraban difícil aceptar que un terrícola, cómodamente sentado en una silla, transitase vertiginosamente el espacio. Semejante idea atentaba contra la certeza de los sentidos. Hoy aceptamos que la Tierra rota a diario sobre su eje y gira alrededor del Sol, porque nos lo enseñan. ¡Qué tal que no fuera así! El individuo corriente, en tanto se acoja a los criterios del sentido común, a lo que ve, estaría firmemente convencido de que un científico como Kepler, o Copérnico, para ir más atrás, se equivocaba ridículamente. Kepler se vale del artificio del viaje a la Luna para obligarlos a reevaluar su certeza sensible de que la Tierra es inmóvil.

Puesto que la Luna, como todos sabemos, le da una vuelta a la Tierra por mes, ¿cómo vería la Tierra un habitante lunar? Gran parte del libro de Kepler está dedicado a describir observaciones astronómicas hechas desde la superficie de la Luna. Estas son de sumo interés aun hoy, y serán de mayor interés aún cuando empecemos a instalar una base industrial en la Luna, como parte del proyecto de colonizar Marte.

### Teoría universal de la gravedad

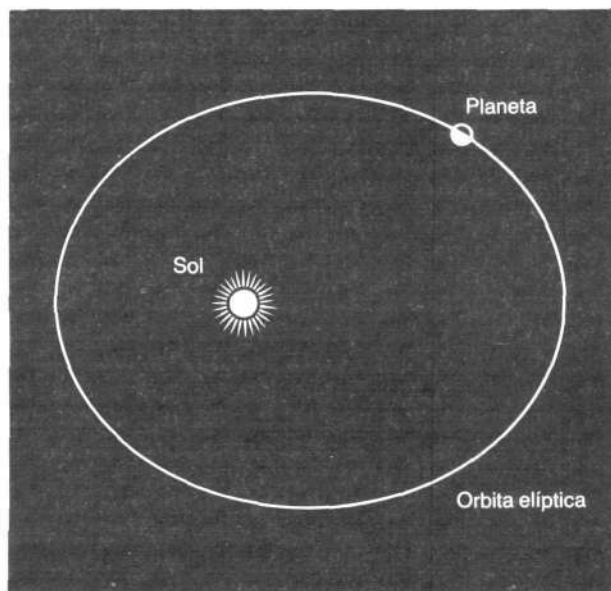
Aunque se le reconoce a Kepler haber descubierto la verdadera naturaleza de las órbitas planetarias, en lo principal se desconoce el alcance de su obra. Y se trata de una doble pérdida: esa obra no sólo es de gran belleza, como lo es toda ciencia verdadera, sino que su método, además, es el único capaz de llevar a grandes descubrimientos. Es un método que se ha opacado completamente, porque se ha conseguido, sobreponer a la figura de Kepler la de Isaac Newton. La aclaración de este error histórico no es un mero ejercicio vacuo de justicia histórica; es algo crucial si es que ha de haber más como Kepler, que sigan sus pasos.

Newton era un mero algebrista, que representó los grandes descubrimientos de Kepler en una fórmula útil (y aun en esto su reconocimiento de que la fuerza de la gravedad disminuye en proporción al cuadrado de la distancia entre dos objetos que se atraen, fue una corrección que hizo Kepler, no un avance conceptual propio). Kepler había planteado la disminución de la intensidad en relación de  $1/r^2$  para el caso de la luz que emana de una fuente central, formando una esfera. Puesto que los planetas están más o menos en un mismo plano, Kepler consideraba que la disminución de la fuerza guardaría proporción inversa a la

## El movimiento de los planetas: las tres leyes de Kepler

### La primera ley de Kepler

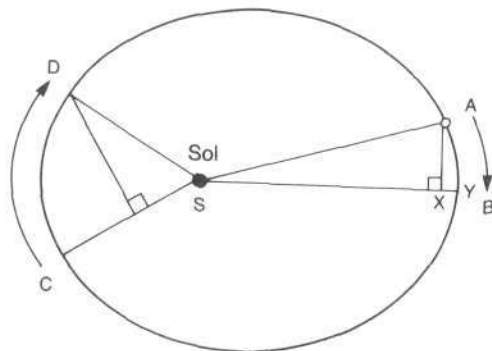
*Las órbitas de los planetas describen una elipse, y el Sol está situado en uno de los focos de ésta. En la ilustración se exagera la forma elíptica de la órbita; las órbitas reales de los planetas se alejan menos de 1% del círculo.*



### La segunda ley de Kepler

*El radio orbital de un planeta traza siempre áreas iguales en tiempos iguales, independientemente de su longitud, que es la distancia entre el planeta y el Sol. El tiempo que se tarda el planeta para ir de A a B es el mismo que entre C y D, por lo que su velocidad en este último trayecto, más largo, tiene que ser mayor que en el primero.*

*Otro forma de decir lo mismo es que la velocidad de traslación en un punto dado es inversamente proporcional al radio correspondiente. Corolario inevitable de la ley de áreas iguales es el principio de que el momento angular, excluida la acción de fuerzas externas, es constante.*



distancia, formando un círculo.

El problema de Newton es que quiso sustituir la formulación geométrica de Kepler con su propia formulación algebraica. A Kepler le interesaba descubrir cómo se creó el universo: ¿cuál es la geometría que rige las distancias entre los planetas y el Sol y entre sí? Kepler buscaba la razón que informa la obra de la mano de Dios. Newton, en cambio, se contentaba con "ajustar curvas". Para Newton bastaba describir, sin explicar. Desafortunadamente, el que ha prevalecido es el método de Newton, no el de Kepler.

La importancia de Newton se ha exagerado enormemente, principalmente por motivos relacionados con su disputa política con Leibniz. Supuestamente el motivo de esa disputa era cuál de los dos había inventado el cálculo (Newton acusaba a Leibniz de plagio), pero el motivo subyacente tenía que ver con el ascenso a la Corona de Inglaterra de la casa real de Hanover, en la que Leibniz era un importante asesor político. Newton fue empleado para tratar de desacreditar a Leibniz, por las fuerzas que querían tener bajo su dominio a Jorge I cuando ascendiera al trono inglés.

Para engrandecer a Newton y hacer de él un adversario creíble de Leibniz, la facción británica que usaba a Newton le atribuyó falsamente la mayoría de los descubrimientos

de Kepler. Esto puede parecer una acusación muy fuerte, pero de ninguna otra manera puede explicarse el absurdo mito generalmente aceptado en la actualidad, de que fue Newton, no Kepler, quien elaboró una teoría universal de la gravitación.

Se enseña falsamente que Kepler, en sus famosas tres leyes, describió las órbitas de los planetas, pero no entendió el papel de la masa en la determinación de la fuerza gravitacional, ni entendió, supuestamente, que la Luna y los cuerpos que caen a la Tierra todos se rigen por los mismos principios. Que no es así puede verse en las citas que aparecen adelante. Kepler entendía perfectamente que los cuerpos responden a un campo gravitacional según su masa, y entendía la atracción entre objetos; lo que quería, sin embargo, era entender mucho más. Exigía entender *por qué* todo fue creado como lo fue.

Pongamos las cosas en su lugar: Kepler entendía perfectamente bien la naturaleza de la gravedad, y el hecho de que ésta obra de la misma manera en la Tierra y en los cielos. Un ejemplo de ello es que trataba la traslación de la Luna alrededor de la Tierra exactamente de la misma forma en que describía las órbitas elípticas de los planetas alrededor del Sol. También observó que la Luna estaría sujeta a los

### La tercera ley de Kepler

La razón del cubo de la distancia entre un planeta y el Sol, y el cuadrado del tiempo que se tarda el planeta en completar una vuelta al Sol, es la misma para todos los planetas. Esta ley se aplica también (con distinta razón constante) a las lunas de Júpiter y Saturno.

La tercera ley de Kepler se deriva de dos relaciones. En primer lugar, la relación entre los cuadrados de los momentos angulares de dos planetas ( $h_1, h_2$ ) es aproximadamente la misma que entre sus respectivos semilatus rectum (el radio perpendicular al eje mayor de la elipse). Descontando la pequeña discrepancia causada por la

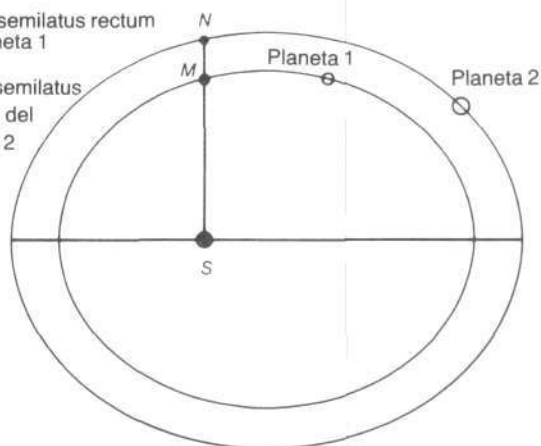
diferencia de masa entre los dos planetas, el semilatus rectum del planeta 1, SM, dividido por SN, el semilatus rectum del planeta 2, es aproximadamente igual a  $h_1^2/h_2^2$ .

Asimismo, como lo muestra la segunda ley de Kepler, el área orbital que traza un planeta equivale a  $\pi AB$ , donde A es el semieje mayor y B es el semieje menor de la órbita elíptica. Así, dividiéndola por  $2h$ , (el doble del momento angular), se obtiene el año o período planetario, multiplicado por una constante k, que representa la masa del Sol por la constante gravitacional.

Puesto que el momento angular h equivale a la división del semieje menor B por la raíz cuadrada del semieje mayor A, por sustitución algebraica se deriva la tercera ley de Kepler:  $A^3/T^2 = k$ .

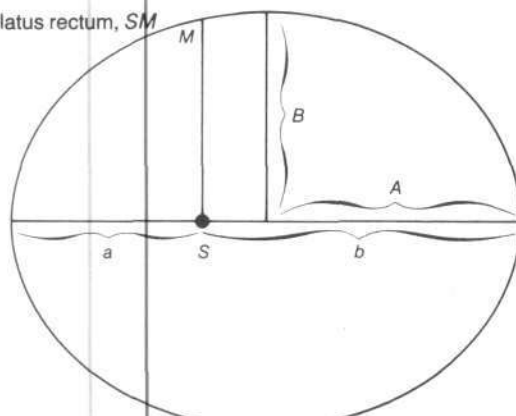
SM = semilatus rectum del planeta 1

SN = semilatus rectum del planeta 2



$SM/SN$  es aproximadamente igual a  $h_1^2/h_2^2$

Semilatus rectum, SM



$$A = (a + b)/2$$

$$B = \sqrt{ab}$$

$$SM = B^2/A$$

$\pi AB$  = área de la elipse

$$\pi AB/2h = T$$

$$\pi AB/2k (B/\sqrt{A}) = \pi/2k (A^3)^2 = T$$

$$A^3/T^2 = \pi/2k$$

campos magnéticos de la Tierra y del Sol, y describió el movimiento de las mareas como predicado de la atracción lunar a las aguas de la Tierra.

Como lo consigna en la nota número 62 de *Somnium*,

... cuando la Luna está directamente encima del Océano Atlántico, el llamado Océano del Sur, el Océano Oriental, o el Océano Indico, atrae las aguas adheridas a la superficie de la Tierra. El efecto de esta atracción es tal que de todos lados las aguas confluyen a una gran área que queda directamente debajo de la Luna y a la que no confina continente alguno, de manera que las costas quedan expuestas. Pero entretanto, estando las aguas aún en movimiento, la Luna se aparta de su posición arriba de un océano. La masa de agua apretada contra la orilla occidental, libre ya de la fuerza de atracción, regresa y se vuelve contra la orilla oriental. . .

En la nota 66, escribe:

Defino "gravedad" como una fuerza de atracción mutua, semejante a la atracción magnética. Pero el poder de esta atracción de cuerpos que están cercanos es mayor que el de cuerpos mutuamente alejados. Por consiguiente ofrecen mayor resistencia a separarse cuando aún están juntos.

Y en la nota 202:

Pero las causas de las mareas oceánicas parecen ser los cuerpos del Sol y la Luna, que atraen las aguas de los océanos por una cierta fuerza similar al magnetismo. Por supuesto que el cuerpo de la Tierra atrae asimismo sus propias aguas, atracción que llamamos "gravedad". ¿Qué nos impide, pues, decir que la Tierra atrae también las aguas lunares, así como la Luna atrae las terrestres?

En su *Astronomia Nova*, publicada en 1609, Kepler informó al mundo por primera vez de la órbita elíptica de Marte. Kepler explicó un poco más el asunto en una carta a su colega Fabricio, escrita por la misma fecha:

[La gravedad] es exactamente la misma en los cuerpos grandes que en los pequeños; está dividida según el tamaño de los cuerpos, y recibe las mismas dimensiones que cada cuerpo. Supóngase que pusiéremos tras la Tierra una piedra de una magnitud perceptible relativa al tamaño de la Tierra. Pongamos por caso que ambos están exentos de todo movimiento. Digo entonces que no sólo se moverá la piedra hacia la Tierra, sino que la Tierra se moverá también hacia la piedra. Se dividirán el espacio entre ellas en proporción inversa a sus pesos. Siendo  $C$ , entonces, el lugar donde se encuentran, así como  $A$  (la Tierra) es en tamaño a  $B$  (la piedra), así [la distancia]  $BC$  será a [la distancia]  $CA$ , exactamente en la misma proporción que se emplea en una balanza de brazos desiguales.

En *Astronomia Nova*, Kepler escribió:

En vez de que la piedra tienda hacia la Tierra, es la Tierra la que atrae la piedra. . . Supóngase que en algún lugar del universo se ponen cerca dos piedras, fuera del alcance de todo cuerpo semejante. Al igual que dos cuerpos magnéticos afines, estas piedras se juntarán en un lugar intermedio. Al aproximarse la una a la otra, la distancia recorrida por cada una será proporcional al tamaño de la otra.

Hay una última observación que debe hacerse. La verdadera ciencia es bella, así como el verdadero arte es cierto. Es una inspiración para la humanidad; siempre debemos aspirar a extender nuestro alcance. La astronomía es de veras la reina de las ciencias, probablemente la primera que la humanidad perfeccionó. Es un instrumento indispensable para el viajero, ya sea en océanos inexplorados o en la vastedad del espacio; suscita todas las interrogantes importantes sobre nuestro sitio en el universo, de dónde venimos y a dónde puede esperarse que vayamos. Miramos hacia los cielos y vemos la historia del universo; alzamos la vista y dejamos a un lado las preocupaciones triviales de la vida cotidiana.

No obstante las dificultades que sufrió en vida, Kepler era una persona alegre, y ésa es la característica de todas sus obras. En otra de ellas, virtualmente desconocida actualmente, *Mysterium cosmographicum*, publicada en Tübinga en 1596, expresó lo anterior. Como dice en su dedicatoria introductoria:

¿Necesita usted algo importante? Nada es más precioso ni más espléndido que esto en el brillante templo de Dios. ¿Quiere conocer un secreto? No hay ni ha habido nada tan oculto en cuanto a la naturaleza de las cosas. Lo único que no satisface a todo el mundo es que su utilidad no es clara para los irreflexivos.

Mas nos ocupa aquí el libro de la Naturaleza, tan celebrado en los escritos sagrados. En él es que Pablo propone a los gentiles contemplar a Dios, como al Sol en el agua o en un espejo. ¿Por qué, entonces, hemos de deleitarnos menos los cristianos en su contemplación, puesto que a nosotros nos corresponde el verdadero culto a Dios, honrándolo, venerándolo y maravillándonos de él?

Entre mejor entendamos la naturaleza y el alcance de lo que ha fundado nuestro Dios, más devoto el espíritu en que lo haremos. ¿En verdad, cuántos no son los himnos que cantó al Creador, al Dios verdadero, un verdadero adorador de Dios, David, en los que deriva argumentos de las maravillas de los cielos? "Los cielos proclaman la gloria de Dios", dice David. "Veo tus cielos, hechura de tus manos, la Luna y las estrellas que pusiste. Grande es nuestro Señor y grande es Su excelencia, que cuenta la muchedumbre de las estrellas y las llama por su nombre".

*La matemática Carol White es directora de la revista estadounidense 21st Century. En ediciones próximas continuará la discusión del método kepleriano.*

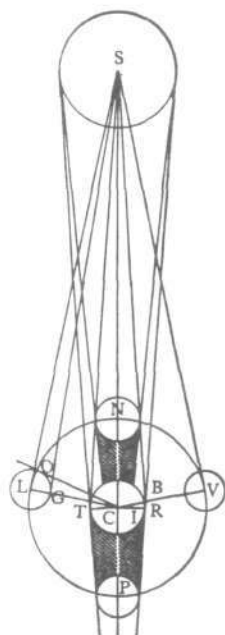
## Cómo se ve la Tierra desde la Luna

Para entender de veras la astronomía se necesita dominar la geometría, y particularmente ser capaz de concebir cómo cambia la apariencia del firmamento según la posición de un observador real o imaginado. Lo que hace falta es un concepto de las relaciones que permanecen invariables. La geometría proyectiva es el ejemplo más sencillo de cómo obran tales transformaciones. Por ejemplo, cuando vemos una vía férrea los rieles paralelos parecen juntarse en la distancia.

La representación del firmamento es mucho más compleja. Por ejemplo, sabemos que recorreremos un circuito alrededor del Sol, pero en el curso del año nos parece que el Sol se mueve respecto a la Tierra formando un 8. Kepler describe cómo se vería la Tierra desde la Luna. La órbita mensual de la Luna es elíptica, como la órbita anual de la Tierra alrededor del Sol; por consiguiente, en su momento de máxima aproximación la Luna se moverá más rápidamente, y en su momento de mayor lejanía andará más despacio. Tal se desprende de la segunda ley de Kepler.

Kepler lo describe de la siguiente manera en la nota número 109 de *Somnium*:

La Tierra y la Luna giran alrededor del Sol en un movimiento anual, mientras que la Luna al mismo tiempo gira alrededor de la Tierra. Por consiguiente sucede que cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, en la fase que nosotros consideramos la Luna nueva, se desplaza en sentido contrario al de la Tierra. Pero no se mueve tanto en esa dirección como la Tierra en la otra. Porque la Tierra recorre cada día  $\frac{1}{365}$  de su órbita, en tanto que la Luna sólo recorre  $\frac{1}{30}$  de la suya. La órbita lunar es poco más de  $\frac{1}{60}$  de la de la Tierra. De este  $\frac{1}{60}$ ,  $\frac{1}{30}$  es más o menos  $\frac{1}{1.800}$  del re-



corrido completo de la Tierra, y así, es  $\frac{1}{5}$  de  $\frac{1}{365}$ .

La Luna, cuando está llena, avanzará más de cuatro veces más que cuando está nueva. Pero la Luna, a juicio de sus habitantes, es estacionaria. Por consiguiente, en lo que a ella toca, el Sol parecerá realizar este movimiento y esta velocidad variable de su movimiento hacia adelante. . .

Y en la nota 149, Kepler escribe:

Si la presencia del Sol ha de llamarse "día", y "noche" su ausencia, sin duda que su muy prolongada permanencia sobre el horizonte de las partes de la Luna requiere subdividirse en partes más pequeñas. Nuestro día con su noche es apenas  $\frac{1}{29}$  del día más noche lunar, y aun algo menos. Si este brevísimo intervalo se divide, por conveniencia, en 24 horas, cuánto más necesaria será la subdivisión de un día tan largo como aquél. Es más, la naturaleza en verdad nos ha robado a

los terrícolas la capacidad de distinguir con nuestros ojos lo que la mente y la opinión humana juzgan. Porque en ninguna parte hay nada que regrese a su lugar inicial tras una de nuestras horas. Pero en la Luna los subvolvanos [los que viven del lado del que es visible Volva, la Tierra], tienen ante la vista la rotación de su Volva sobre su propio eje. Esta moción vuelve a poner en el mismo orden las manchas de Volva, y lo hace 14 veces en cada noche lunar. Que esta observación haya escapado a los selenitas, por consiguiente, no es nada probable. Pero es justamente esta circunstancia la que permite calcular en alguna medida la inopia y la soledad de los privolvanos [habitantes del otro lado de la Luna, desde donde nunca se ve la Tierra]: privados de ver a Volva, carecen hasta de este recurso para contar el tiempo.

Kepler ilustra esta discusión de la órbita lunar con la figura que aparece al lado, y con el siguiente texto (nota número 113):

Supóngase que la recta TR pasa por C, el centro de la Tierra, y es perpendicular a la línea que une C y S, los centros de la Tierra y el Sol. TR divide la órbita de la Luna en arcos; por ejemplo, el día privolvano TNR y su noche TPR. La mayor desigualdad de la Luna en las cuadraturas T y R es, por supuesto de  $7\frac{1}{2}^\circ$ , cuyo doble es  $15^\circ$ . Por consiguiente, el arco cuyo apogeo cae en su punto medio se recorre en  $195^\circ$  de tiempo, mientras que el arco restante se recorre en  $165^\circ$  de tiempo. Es como decir que nuestro día tuviese 13 horas y la noche 11, o lo contrario. Ellos, sin embargo, tienen un número diferente de horas.



Viene de la página 5

ga integridad estructural. Debido a que esos agentes actúan en todo el organismo —y no sólo en el cerebro y el sistema nervioso—, los pacientes tienden a manifestar rejuvenecimiento de órganos como la piel.

En general, los pacientes con demencia senil de Alzheimer no respondían a terapia alguna, y la mayoría de los medicamentos usados hasta ahora sólo mitigan los síntomas en los casos menos severos. Por el contrario, el tratamiento de Aroonsakul ha hecho retroceder los síntomas incluso en casos severos y casi ha devuelto la función neurológica en pacientes cuya enfermedad no pasa de tres años. Algunos de sus pacientes con demencia senil ¡hasta han podido regresar al trabajo productivo!

El costo actual del tratamiento es de 24.000 dólares el primer año y 22.000 el segundo y tercer años. La mayor parte del costo es de medicamentos. Aunque parezca caro, cuidar de un paciente con el mal de Alzheimer puede costar de 30.000 a 100.000 dólares al año. También el costo del medicamento se reduciría considerablemente si se produjere en gran escala.

Que dispongamos de un tratamiento del mal de Alzheimer y la demencia senil, que también corrige los cambios del envejecimiento, plantea una pregunta fundamental: ¿quién lo necesita. Eso no es tan chistoso como parece, ya que la cultura actual de asilos y eutanasia se basa en la premisa de que la vida no merece vivirse si cuesta demasiado. Un gobierno cuya política de equilibrio del presupuesto se basa en los cadáveres de los enfermos y los viejos no aceptará fácilmente un tratamiento que aumenta el número de personas que ese gobierno considera "comensales inútiles", y cualquier argumento sobre las posibles contribuciones productivas que esas personas puedan hacer será mal recibido en un gobierno hostil hasta al concepto mismo de economía productiva.

Sin embargo, para aquellos que no padecen de la senilidad moral de la cultura actual, los estimulantes descubrimientos de la doctora Aroonsakul demuestra una vez más que la razón humana puede encontrar soluciones a los problemas y mejorar la calidad de la existencia humana.

## Reportaje

# Una visita al Hospital Central Militar de México

por Hugo López Ochoa y Bertha Farfán



Los autores de este reportaje tuvimos oportunidad de acompañar a Marivilia Carrasco, presidenta del Instituto Schiller de México, en una visita al Hospital Central Militar, a invitación de su director, el doctor Carlos Gómez del Campo Estrada, general de brigada. Pudimos comprobar que las más recientes adquisiciones para modernizar al Hospital Militar, lo colocan a nivel de los mejores centros hospitalarios del mundo en materia de diagnóstico y tratamiento.

Llama la atención inmediatamente la concepción que tiene el médico militar sobre la medicina, un verdadero campo de batalla en el que el enemigo es la enfermedad, a la cual hay que destruir con el menor número de bajas posibles. Se enseña al estudiante a considerar su material o equipo de trabajo como las "armas" de la guerra, que habrán de conservarse en las mejores condiciones de funcionamiento, modernizándolo constantemente. "Aquí matamos sólo a los malos (virus,

células cancerosas, etc.), para que no proliferen. Es la guerra justa", comenta sonriendo el jefe del Departamento de Radioterapia.

### Disciplina de estudio e investigación

El general Carlos Gómez del Campo, en una interesante conversación, nos explicó cómo es la educación en la Escuela Médico Militar: "Lo importante es el proceso mental que inculcamos en nuestros jóvenes. Se seleccionan mediante exámenes de ingreso. Desde la escuela adquieren un sentimiento especial de estudiar, porque el que no estudia, para afuera. No interesa la condición económica del que ingresa, porque en la escuela va a tener todo. Después de seis años, llegan al Hospital, que es otro centro de enseñanza y ha sido pionero en el país". A pesar de esta época tan difícil, observa, "el señor Secretario [de la Defensa, general Juan Arévalo Gardoqui] ha tenido un interés muy especial en el Hospital; lo ha revolucionado, para mantener el patrón de trabajo y

mantener nuestra superioridad".

En el Hospital Militar, continúa, "se hace investigación al tratar a cada paciente; en cada historia clínica, el médico está investigando, está aplicando su conocimiento, y así llega a una presunción diagnóstica. Con la terapéutica y las diferentes respuestas a las modificaciones terapéuticas, da origen a la investigación clínica". Recalcó que el ejército realiza investigación a muchos niveles, todo estrictamente confidencial hasta que se publica en la revista Sanidad Militar. Nuestro trabajo, dice con orgullo, "es dentro de una institución, que es el Ejército, y que es guiada por los intereses de la República. Estoy convencido de que el ejército es la representación más pura de los intereses de la República".

#### **La revolución en la espectroscopía**

Como sabemos, la frontera de la medicina hoy día esta relacionada al recurso experimental más poderoso con que cuenta la biología moderna, que es el estudio de los espectros, o sea, de las pautas que siguen las sustancias biológicas al absorber y emitir luz y otras frecuencias de radiación electromagnética. Los avances en este campo, se han traducido en avances acelerados en tecnologías para la medicina.

El uso del láser, la tomografía computarizada, el ultrasonido, la aceleración lineal de partículas y la resonancia magnética nuclear, han redundado en medios menos traumáticos de exploración del enfermo para la diagnosis, la terapia y tratamientos quirúrgicos, y, por supuesto, de altísima eficiencia en el salvamento de vidas.

Contra las concepciones del "médico descalzo" y de los hospitales descentralizados para "abaratar" costos, el ambiente que existe en un hospital como el Central Militar de México, es de optimismo por la vida. Nos tocó una visita en el momento en que el Hospital se preparaba para instalar un acelerador lineal y un equipo para Litotripsia extracorpórea, y se contempla la instalación, para un futuro próximo, de un equipo de Resonancia Magnética Nuclear. Las actuales instalaciones usan aún la tomografía de rayos X como fuente espectroscópica, ya de por sí fascinante, pues pueden obtener hologramas tridimensionales con resolución y contrastes nunca vistos, que

"tienen una serie de movimientos y las imágenes latentes generadas se procesan por computadora, lo cual nos permite hacer evidentes cambios tan pequeños, que no los registraría una placa normal", nos explica el jefe del Departamento de Radiología e Imagen, doctor Gómez del Campo.

El centro donde están las terminales de computadora, en la sección de Radiodiagnosis, semeja el area de "diseño" de una empresa de ingeniería. Vemos cortes seccionales del cráneo, cerebro, huesos, etc., en donde puede delimitarse milimétricamente, sobre la pantalla, las áreas potenciales de intervención, quirúrgica o terapeutica, por ejemplo, un tumor. Con gran entusiasmo, el doctor Gómez del Campo nos explica: "cualquier parte del cuerpo puede estudiarse minuciosamente. Se hacen cortes de más o menos 5 milímetros, a diferentes profundidades, y cada uno de esos cortes aparece en una pantalla, donde vemos una serie de estructuras como el hueso, el tejido nervioso, las cavidades del cerebro, etc., que al comparar con patrones normales y patológicos que conocemos, nos dará el diagnóstico". La computadora puede integrar los diferentes cortes, en una sola imagen, en ¡5 segundos!

"Antes no se podían hacer estudios con facilidad", nos dice, "porque no podíamos inmovilizarlo. Sin embargo, estos programas permiten hacer imágenes sincronizadas del ciclo cardíaco, lo cual es una maravilla".

La Resonancia Magnética Nuclear, nos adelanta, "es un método de diagnóstico extraordinario. Nos hemos demorado en adquirirla, aunque esta demora nos ha favorecido porque ahora las instalaciones son más compactas y por consiguiente, más baratas". La obtención de imágenes por resonancia magnética nuclear es una técnica de diagnosis médica que pudiera emplearse también como instrumento de terapia, especialmente en el tratamiento del cancer. Consiste en observar las estructuras anatómicas por medio de campos magnéticos intensos. Para hacer la observación, se aplica al organismo un campo magnético intenso, que alinea los espines de los protones de hidrógeno del agua y otras sustancias. Al superponer otro campo, con una frecuencia dentro del ran-

go de las ondas de radio, se observan características de absorción y de emisión de esos protones. Una computadora se encarga de recolectar todos estos datos en una imagen precisa del tejido en cuestión. El tejido canceroso absorbe y emite energías a frecuencias ligeramente diferentes a las del tejido normal. Es posible observar el tejido canceroso en una pantalla y luego aumentar la energía dirigida al tumor. Lo que se espera es que el tejido canceroso se caliente selectivamente y que ello mate a las células cancerosas sin afectar el tejido sano. Si el tratamiento hipertérmico se combina con quimioterapia e irradiación, el efecto es todavía mejor.

#### **Procedimientos invasivos**

Esta es una de las ramas de la tomografía computarizada. Tiene la ventaja de que facilita enormemente la intervención quirúrgica, lo cual, en áreas como el "taponamiento" de arterias y venas, significa una revolución total en cuanto a eliminación de métodos traumáticos y en cuanto a la eficiencia de la operación. Una hemorragia de la arteria gástrica, por ejemplo, antes exigía abrir el abdomen, y mover el estómago, lo cual, por sí mismo es una operación tanto o más peligrosa que la hemorragia misma. Hoy, es increíblemente sencillo, un trabajo fascinante de "ingeniería hidráulica". Se hacen cortes radiográficos que borran las imágenes óseas que no son necesarias para el estudio, lo que permite ver las arterias más nítidamente, con cierto movimiento, como una película, que puede verse en la pantalla de la computadora. Una vez localizada la "fuga", se introduce un cateter por dentro de la arteria y se bombardea con unas pelotitas de gel que se expanden con la humedad y taponean la hemorragia. Todo esto ocurre sin dolor y en muchísimo menos tiempo que en una operación quirúrgica, y, además, con gran ahorro de material.

Como parte de este equipo, se nos muestra un cardioscopio para hacer estudios dinámicos del corazón, con los que se estudia la capacidad contractil de las paredes de las cavidades. "También podemos estudiar las arterias coronarias y ver si están estenosadas, por ejemplo", nos explica el doctor Alcántara, "esto permite hacer diagnósticos más exactos".



*A la izquierda, el doctor Carlos Gómez del Campo Estrada, general de brigada, director del Hospital Militar, con Marivilia Carrasco, presidenta del Instituto Schiller, y los autores de este artículo.*

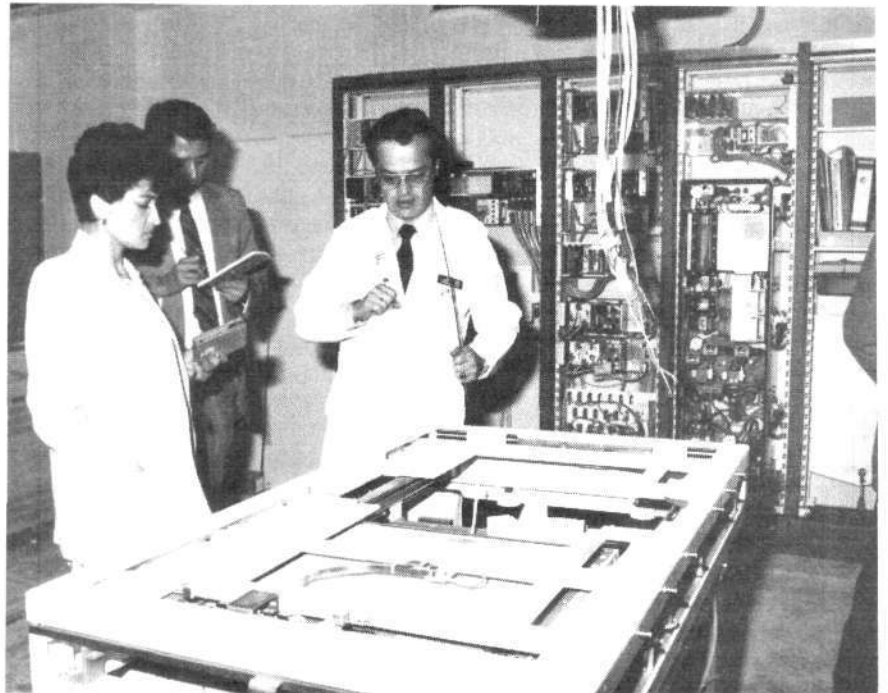
También visitamos uno de los primeros equipos que se están instalando a nivel mundial para practicar la Litotripsia extracorporea, es decir, la destrucción de los cálculos, principalmente a nivel de las vías urinarias, con ultrasonido, una gran ayuda para el cirujano. Se apunta al cálculo desde fuera del cuerpo, mediante dos tubos de rayos x, se triangulan las coordenadas,

“como si fuera un objetivo de guerra”, dice el doctor Gómez del Campo, el mismo principio de la artillería, y “una vez localizado el objetivo enviamos una onda pico que lleva varios cientos de atmósferas, esta energía se concentra mediante espejos en el punto donde esta el cálculo para hacerlo entrar en resonancia, hacerlo vibrar a una frecuencia que lo fragmenta y se pueda

eliminar de forma normal”.

Esta operación milimétrica se trabaja en rangos de 5 millones de ciclos por segundo, a diferencia del ultrasonido diagnóstico, que usa rangos de 5 millones de megahertz en promedio. Y surgió la pregunta obligada en esta fase del recorrido: ¿Desplazará esta tecnología al cirujano? “No creemos eso”, nos dice, “porque el cirujano es el res-

*El doctor Alberto Gómez del Campo López, jefe del Departamento de Radiodiagnóstico, explica a Marivilia Carrasco el funcionamiento de uno de los instrumentos médicos de su departamento.*



ponsable de la vida del paciente, y lo importante es la formación de equipos de trabajo que trabajen armónicamente, porque hay muchos problemas que la medicina electromagnética aún no puede resolver".

El hospital se prepara también para instalar un Acelerador Lineal de reciente adquisición, que mejorará enormemente el tratamiento del cáncer y otras enfermedades. La ventaja de este con respecto a la irradiación de rayos X por cobalto, nos explica el doctor, es que "tiene un haz muy bien colimado, que permite tener una mejor dosis de profundidad sin tener tanta radiación secundaria, lo cual evita enfermedades provocadas por la irradiación de zonas innecesarias". Las enfermedades degenerativas de la columna; la Enfermedad de Peyroni, que consiste en la induración de los cuerpos cavernosos en las personas mayores de 50 años; así como la radiación de riñones transplantados, para disminuir la reacción inmunológica, son algunos de los tratamientos médicos que permite el acelerador lineal.

#### **Ecocardiógrafo**

El Hospital Central Militar también cuenta con el equipo de ultrasonido más completo que existe actualmente para el estudio clínico del corazón. Con este equipo también pueden explorarse virtualmente todos los órganos del cuerpo.

Con el mismo principio físico del equipo de sonar de los barcos o el radar en los aviones, el ecocardiógrafo emite una señal ultrasónica a frecuencias conocidas que al reflejarse define las estructuras que atraviesa. La señal electrónica se procesa por mecanismos sofisticados que proyectan la imagen del corazón y de los vasos en una pantalla de computadora. Es un procedimiento indoloro, que sin lastimar al paciente, permite ver en la pantalla al corazón "por dentro", en movimiento, cavidades, válvulas y flujo sanguíneo. Se puede medir dirección y velocidad del flujo o el área de la válvula mitral, todo lo cual permite diagnósticos muy precisos.

En el Departamento de Cardiología, vimos las diferentes instalaciones para

"pruebas de esfuerzo", que incluye un moderno dispositivo que permite el registro electrocardiográfico mientras el paciente hace sus actividades normales diarias. Así, se registra el esfuerzo del soldado al correr, subir montañas, en la trinchera, al tirarse en paracaídas, etc.

También visitamos el laboratorio vascular, computarizado, de detección de enfermedades arteriales, que, también mediante el efecto Doppler, utilizado en la guerra para detectar submarinos, hace estudios de gran precisión que no conllevan ningún riesgo y son indoloros, pues elimina en gran parte los procedimientos invasivos y estudios clínicos. El hospital cuenta también con un laboratorio de adiestramiento quirúrgico, donde los pasantes y especialistas experimentan con animales antes de cualquier incursión con los pacientes humanos.

"Estamos orgullosos de que México cuente con una institución científica como ésta", fue el comentario de Marivilla Carrasco, al despedirse del general Carlos Gómez del Campo.



**AETI** Sistemas de supervisión y control

**Premio al desarrollo tecnológico 1980**

**Premio al desarrollo tecnológico 1984**

#### **Tecnología venezolana**

Empresa venezolana con tecnología propia, con más de 11 años en el campo de la supervisión y control, diseñadora y fabricante de los siguientes equipos:

- Sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA)
- Unidades terminales remotas inteligentes
- Controladores programables
- Monitores de línea telefónica

AETI C.A. está en capacidad de prestarle un soporte único en el país a través de su Gerencia de servicios, soporte este que incluye entrenamiento.

AETI C.A. es la única Compañía en el País con 5 sistemas SCADA funcionando al 100%.

Los principales usuarios de equipos de AETI:

**CORPOVEN  
LAGOVEN  
MARAVEN**

**ELECTRICIDAD  
DE CARACAS  
CADAPE**

Dirección: Av. Sucre, Los 2 Caminos, Torre Centro, Piso 21. Oficina 214. Telf: 284-03-90 Telex: 29500 AETI



# La austeridad provoca la difusión del SIDA

**L**a siguiente es una versión abreviada de la conferencia que dictó la doctora Bertha Farfán, del Hospital General de la Ciudad de México, en la Segunda Conferencia Internacional sobre SIDA, realizada en São Paulo, Brasil, el 25 y 26 de septiembre de 1987.

En dicha conferencia, auspiciada entre otras instituciones por el semanario Executive Intelligence Review, también participaron el doctor Ricardo Veronesi, director de la Sociedad Brasileña sobre Enfermedades Infecciosas; el doctor John Grauerholz, director médico de EIR; el doctor Jonathan Tennenbaum, de la Fundación de Energía de Fusión, de Alemania Federal; y la doctora Caroline McLeod, del Instituto de Medicina Tropical de Florida, entre otros.

Señoras y señores:

Es un honor para mí estar en este país, Brasil, sinónimo de riqueza en nuestro continente.

Es también un honor para mí estar ante ustedes, colegas de todas partes del mundo, y al decir colegas no me refiero sólo a los médicos, sino a todas aquellas personas que hoy libramos una verdadera lucha contra el síndrome de inmunodeficiencia adquirida en el mundo. Luchar contra esta enfermedad significa tener la suficiente entereza moral para cambiar las condiciones subhumanas de vida en que vive hoy la mayor parte de la humanidad, las cuales han hecho que hoy se vea azotada por múltiples enfermedades, incluso muchas que ya se habían erradicado.

Por eso, la lucha contra el SIDA no

se puede limitar al combate de esta enfermedad, sino que tiene que ser una lucha decidida por el avance de la ciencia y por el rescate de los valores morales de Occidente.

Entre junio de 1981, cuando se reportaron los cinco primeros casos de SIDA en los Estados Unidos y en el mundo, y el 30 de agosto de 1987, se han notificado 58.880 casos de SIDA de 122 países a la Organización Mundial de la Salud; de esos casos, aproximadamente el 10 por ciento corresponden a Iberoamérica.

Esa cifra es realmente muy baja, y nos podría hacer creer que el SIDA no es un problema grave en Iberoamérica, o que los iberoamericanos gozamos de cierta inmunidad frente a esta enfermedad. Sin embargo, todos sabemos que esto no es cierto. Lo que sucede en Iberoamérica es que ni siquiera tenemos una cifra real o aproximada del número de casos que ha habido o que existen, por varios motivos:

- No todos nuestros colegas han sido siquiera capacitados para diagnosticar esta enfermedad. Si bien en algunos países se hace el esfuerzo, como en México, éste sólo ha llegado a cubrir a los médicos del tercer nivel, pero no a los del primer nivel, que es a donde llega inicialmente el paciente. Esa falta de conocimiento por parte de nuestros médicos necesariamente ha llevado a hacer evaluaciones erróneas, y a expedir, incluso, certificados de defunción con un diagnóstico equivocado, donde sólo mencionan como causa del fallecimiento las infecciones agregadas a la inmunosupresión, como

es el caso de la tuberculosis o de las neumonías, que son enfermedades frecuentes en nuestros países.

- Actualmente existen ciertas facilidades en la mayor parte de nuestros países para realizar tanto la prueba de tamizaje, como las confirmatorias, pero esto era prácticamente imposible de hacer hace seis meses o un año; y al no poder confirmarse el diagnóstico, éste quedó excluido de las estadísticas mundiales.

- Una parte de nuestra población recurre a la medicina tradicional mágica.

- Otra parte de la población no tiene acceso a los servicios de salud.

Sin embargo, aun con esta información limitada, podemos ver que el SIDA está invadiendo a Iberoamérica. El **cuadro 1** muestra el número de casos notificados de SIDA en los países más afectados. El **cuadro 2** compara el total de casos reportados en marzo y agosto de 1987 con el total de infectados, y la densidad de población infectada en tres países: Brasil, Haití y México. El **cuadro 3** ilustra la situación en dos de las entidades más pobladas de Brasil.

En Iberoamérica el SIDA se duplica, como puede verse en los cuadros, en un lapso de tiempo menor que en los Estados Unidos: cada 6 a 9 meses, en comparación con los Estados Unidos, donde se reproduce cada 12 meses. La razón de esto es el bajo nivel nutricional de la población iberoamericana.

El número de casos de SIDA reportados aumenta en forma exponencial (ver **gráfica 1** para el caso de México).

### Condiciones de vida

Definitivamente, las condiciones de

vida influyen determinadamente en el desarrollo del SIDA. Por el comportamiento de retrovirus en animales, como el virus de la leucemia viral felina, el Visna Maedi, se ha podido apreciar que las epidemias florecen más fácilmente en ciertas condiciones, como el hacinamiento, la desnutrición y la abundancia de insectos.

● **Vivienda:** Existe actualmente un gran déficit de viviendas en Iberoamérica. En Brasil, por ejemplo, ese déficit es de aproximadamente 6 a 7 millones de viviendas, y en México, de 5 millones, un déficit que crece a una tasa de un millón de unidades por año.

● **Agua:** En 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó una encuesta en la que participaron 26 países de Iberoamérica, que representan al 90 por ciento de su población total, que es de 370 millones de habitantes. La encuesta demostró que sólo el 72 por ciento tiene acceso al agua, quedando el 28 por ciento sin acceso fácil al agua. Si comparamos esa cifra entre la población urbana y rural, se ve más claramente lo que pasa en Iberoamérica. De la población urbana, el 87 por ciento tiene acceso fácil al agua y sólo el 13 por ciento no la tiene, mientras que en la población rural el 57 por ciento no tiene acceso fácil al agua.

En cuanto a servicios de drenaje —o en su defecto, fosas sépticas—, sólo el 45 por ciento de la población total de Iberoamérica dispone de ellos. El 40 por ciento de la población urbana y el 87 por ciento de la rural carecen de dichos servicios.

Los 26 países de Iberoamérica que participaron en esta encuesta se pusieron como meta suministrar agua y servicios sanitarios al 100 por ciento de la población para el año 2000, con el fin de mejorar las condiciones de salud de sus poblaciones, y decidieron llamar a la década de 1980, la Década Internacional del Suministro de Agua Potable y Servicios Sanitarios.

Pero, a pesar de los avances que se pudieron haber hecho entre 1980 y 1983, éstos son totalmente desalentadores comparados con los avances de las dos décadas anteriores. Aun si se hubieran logrado las metas deseadas en el suministro de agua potable, se hubieran quedado sin acceso a ella 37 millones de habitantes del área urbana, principalmente los de bajos recursos.

Esto no sólo es importante tenerlo en cuenta para la transmisión del SIDA, sino que debe considerarse que en la mayor parte de los países iberoamericanos, la gastroenteritis y las enfer-

medades diarreicas constituyen las 10 principales causas de muerte; en los cinco países en que la esperanza de vida es más baja, la gastroenteritis ocupa el primer o segundo lugar como causa de muerte.

#### Desnutrición

No hay ninguna duda que la desnutrición es uno de los problemas más serios que tenemos en Iberoamérica, y que tenemos que resolverlo para poder mejorar la salud y el bienestar en general. Este problema afecta principalmente a los niños.

En 1980, la población de Iberoamérica consumía sólo dos tercios del total saludable de proteína de origen animal per cápita, que debe ser de 65 gramos por persona por día. En 1976, en Perú, por ejemplo, la gran mayoría de los peruanos incluidos en las categorías oficiales de estrato medio y bajo, consumían la mitad de las calorías normales por día (3.200 por persona por día), y la mitad de los gramos de proteínas; y en 1979 estas cifras descendieron a menos de la mitad.

En México, según el Instituto Nacional de Nutrición, en 1970 el consumo diario de proteínas era de 170 gramos de carne per cápita, y en 1984 fue de 38 gramos. Es decir, se redujo a menos de la quinta parte. Como resultado, para

**Cuadro 1**  
CASOS NOTIFICADOS DEL SIDA

	1979-1985	1986	1987*
Argentina	26	58	69
Brasil	262	829	1012
Colombia	4	50	30
Haití	377	501	785
México	24	161	316
Panamá	3	—	12
Perú	—	—	9
Venezuela	24	40	69

Fuente: Organización Panamericana de la Salud

\* hasta III/1987.

**Cuadro 2**  
LOS CASOS DE SIDA Y DE INFECTADOS ALCANZAN NIVELES ALARMANTES EN TRES PAÍSES

(Marzo y agosto de 1987)

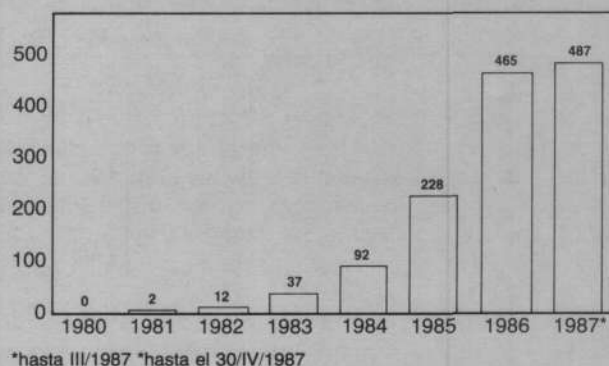
	Casos acumulados		Infectados		Densidad de la población infectada	
	Marzo	Agosto	Marzo	Agosto	Marzo	Agosto
Brasil	1.012	2.013	101.200	201.300	1/1.285	1/645
Haití	785	—	78.500	—	—	—
México	316	700	31.600	70.000	1/2.531	1/1.130

**Cuadro 3**  
CASOS DE SIDA EN ALGUNOS ESTADOS DE BRASIL

Agosto de 1987

	Casos acumulados	Infectados	Densidad de la población infectada
São Paulo	1.188	118.800	1/255
Rio de Janeiro	312	31.200	1/384

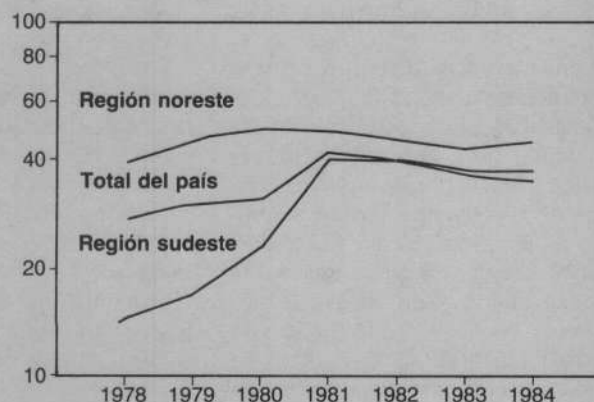
**Gráfica 1**  
**MÉXICO: CASOS NOTIFICADOS DE SIDA**



\*hasta III/1987 \*hasta el 30/IV/1987

Fuente: Organización Panamericana de la Salud

**Gráfica 2**  
**BRASIL: INCIDENCIA DE TUBERCULOSIS PULMONAR, EXAMEN DIRECTO POSITIVO. 1978-1984**  
(casos por 100.000 habitantes, escala logarítmica)



mediados de 1986, según el mismo Instituto, 40 por ciento de la población mexicana adulta sufre desnutrición, y el 80 por ciento de la población infantil tiene desnutrición proteica; de dos millones de niños que nacen cada año en México, 100.000 mueren antes de los 5 años de edad, 1 millón quedará con daño cerebral y físico irreversible por la desnutrición, y solamente 900.000 podrán llevar una vida normal; es decir, menos de la mitad de los niños que nacen cada año.

En Brasil, en 1967 el consumo de proteína animal per cápita era normal (65,7 gramos), y 19 años después, en 1986, se ha reducido casi a la mitad.

Un estudio realizado en Brasil en 1986 indicó que más de dos terceras partes de la población (90 millones) consumían entonces menos de la mitad, 2.400 calorías por día, y 22 millones consumían menos de 2.000 calorías por día.

Hay estudios que muestran que la tercera parte de las familias brasileñas viven en la miseria, mientras que el otro cuarto vive en la pobreza.

La salud general de la población brasileña refleja esta situación: uno de cada cinco niños del noreste de Brasil sufre deficiencias de vitamina A, lo que los hace susceptibles a la ceguera y la debilidad mental. De 1979 a 1983 murieron en el noreste brasileño más de 3,5 millones de personas. en su gran mayoría niños; de cada 1.000 niños que nacen en el noreste, 300 mueren de hambre y 300 mueren de diversas en-

fermedades antes del primer año de edad. De los 400 que sobreviven, más del 70 por ciento están desnutridos.

Aunque no se dispone de estadísticas precisas, es de conocimiento general que en toda Iberoamérica se ha sufrido una severa reducción del consumo de calorías per cápita, y que las dietas tienden por doquier a disminuir su contenido nutritivo.

Lo que es cierto para Brasil, lo es también para México, Perú, Colombia, Venezuela y aun para Argentina, donde se ha reducido sustancialmente el consumo de carne. A pesar de que cada día la nutrición, principalmente la ingesta proteica, es muy mala, estos países exportan alimentos. Iberoamérica como un todo exporta el 25 por ciento de su producción agropecuaria. En 1975 Perú exportaba pollos mientras que su población comía alimentos para pollos; Brasil es el segundo exportador mundial de soya, alimento que tiene gran cantidad de proteínas, y también exporta carne, maíz, café.

De continuar las actuales recetas de austeridad en nuestros países, millones de seres humanos terminarán en condiciones de hambruna. Aun antes de llegar a ese punto, la desnutrición general lleva al debilitamiento de la inmunidad. La desnutrición es la primera causa mundial de inmunodepresión. El continente se convierte, como sucede ya en África, en caldo de cultivo de viejas y nuevas enfermedades pandémicas, como el SIDA.

Además, cuando uno está enfermo, se acorta el período en que se van a presentar los primeros síntomas, y el período que va de estos síntomas a la muerte también se acorta. Por ese motivo, en nuestros países, cada uno de esos dos períodos dura dos años; cuatro años en total, mientras que en los países desarrollados estos períodos son de cuatro años cada uno; en total son ocho años en promedio.

La gráfica 2 compara la incidencia de la tuberculosis pulmonar en dos regiones de Brasil con respecto a la totalidad.

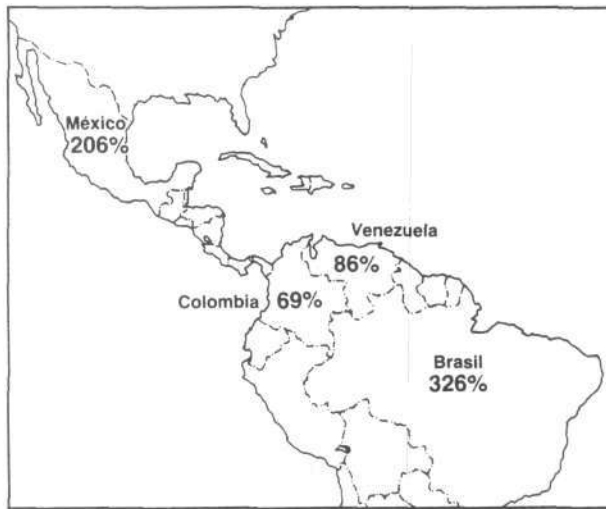
#### **Incidencia de enfermedades transmitidas por insectos**

El SIDA es una enfermedad de la sangre. Tanto en el Instituto Pasteur de Francia como en el Instituto de Medicina Tropical de Miami, Florida, han demostrado que los insectos pueden portar el virus del SIDA, lo cual aumenta notablemente las posibilidades de que éstos puedan transmitir mecánicamente el virus.

Para evaluar la prevalencia de los insectos en Iberoamérica, voy a usar como indicadores las enfermedades transmitidas por insectos. Los datos proceden de la Organización Panamericana de la Salud.

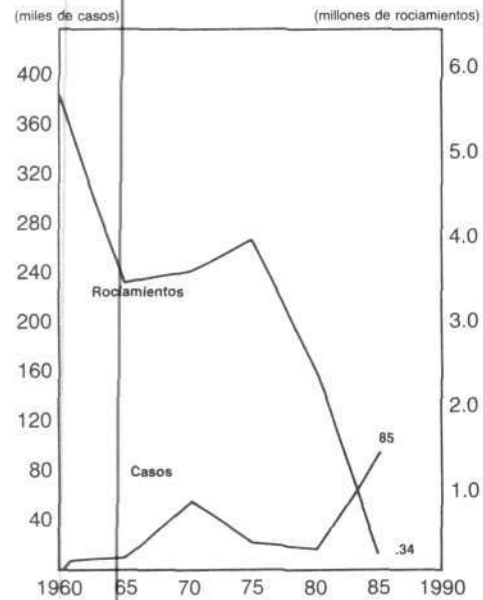
● **Malaria:** En Iberoamérica, el número total de casos de malaria (o paludismo) aumentó en 30,5 por ciento (de 629.081 a 913.912) entre 1981 y 1984. Los países donde más aumentó fueron Brasil, Colombia, Ecuador y México (gráfica 3). La causa principal de dicho

**Gráfica 3**  
**INCREMENTO DE LA MALARIA**  
**1975-1984**



Fuente: Organización Panamericana de la Salud

**Gráfica 4**  
**MÉXICO: ROCIAMIENTOS Y CASOS DE MALARIA**  
**1960-1984**



aumento fue que entre 1981 y 1984 se redujo significativamente el uso de insecticidas. En 1981 se hicieron en total 7.525.467 rociamientos y en 1984 sólo se hicieron 3.725.467; es decir, la mitad de lo que se hizo en 1981 (ver gráficas 4 y 5).

La correlación entre la incidencia parasitaria anual y los recortes en el porcentaje del presupuesto de salud que se destina a la campaña antimalárica, se muestran en la gráfica 6.

- **Fiebre amarilla:** La fiebre amarilla selvática sigue siendo uno de los principales problemas endémicos en Sudamérica. Perú y Bolivia tienen el 75 por ciento de los casos notificados, pero también constituye un problema para Brasil, Colombia y Ecuador. Esto se debe al aumento del *Aedes aegypti*, mosquito que abunda en extensas zonas del continente, no sólo en las áreas rurales sino también en las áreas urbanas.

- **Chagas o tripanosomiasis americana.** Esta enfermedad es propia de América y se encuentra desde México hasta Argentina. La mayoría de los casos se originan en las áreas rurales y en las zonas marginales urbanas que son endémicas debido a su precaria situación socioeconómica.

- **Dengue:** Se ha incrementado no-

tablemente en los últimos años debido a la proliferación del *Aedes aegypti*. Hay países en Iberoamérica donde el dengue se había erradicado totalmente. A México, por ejemplo, le costó muchas vidas y mucho trabajo erradicarlo, y hasta 1975 no hubo ningún caso notificado de dengue. Sin embargo, de 1975 a la fecha, el dengue ha aumentado mil veces.

- **Erradicación y control del *Aedes aegypti*:** Desde el punto de vista tecnológico no existe ninguna razón para no erradicar el *Aedes aegypti* en Iberoamérica. Los avances tecnológicos para la fabricación de insecticidas y el avance tecnológico de los equipos hacen que éstos sean muy eficientes y no requieren de mucho trabajo, sino de tomar la decisión de querer combatirlo.

La gráfica 6 muestra la correlación entre la incidencia del parásito y el presupuesto asignado a la campaña antimalaria. Especialmente en los ochenta, cuando el presupuesto se redujo, la incidencia del parásito aumentó. En la gráfica 7 se muestra el resurgimiento del *Aedes aegypti* entre 1974 y 1984.

- **Peste:** Después de que prácticamente se erradicó la peste, y ya no constituía un problema de salud pública, en los últimos años los casos de

peste se han incrementado. De 1981 a 1984 se notificaron 971 casos de peste a la Organización Panamericana de la Salud, principalmente en Brasil, Bolivia, Ecuador y los Estados Unidos. La peste se incrementó en 224 por ciento en cuatro años.

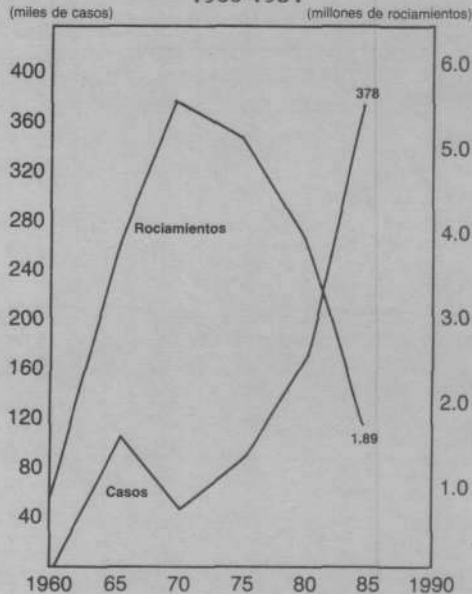
- **Hepatitis viral:** En general, su incidencia es muy alta en Sudamérica. Va desde cifras como 24 de cada 100.000 habitantes en Venezuela, hasta 93 infectados de cada 100.000 habitantes en Uruguay y partes de Brasil. Estas cifras son más altas en las zonas templadas de Sudamérica. Ataca principalmente a niños de menos de 15 años (del 50 al 85 por ciento de los casos reportados).

En estudios realizados con niños tanto en México como en Chile, se sabe que la enfermedad se adquiere en los primeros años de vida en las clases socioeconómicas más bajas, donde 95 por ciento de los niños en edad preescolar están infectados, mientras que en los estratos socioeconómicos más altos esa cifra se alcanza en los años avanzados de la escuela. En su mayor parte esta hepatitis viral es del tipo A.

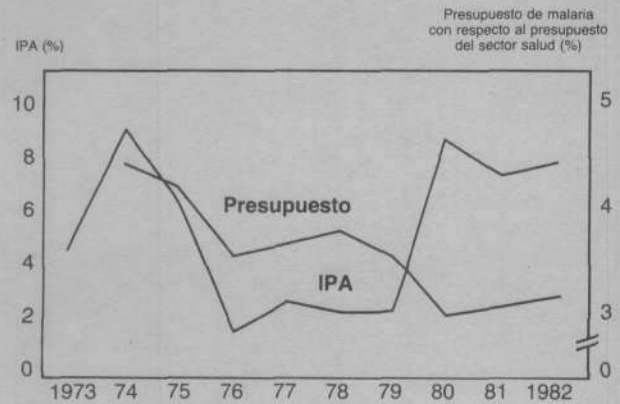
Algunos estudios sobre la hepatitis viral B realizados en Iberoamérica muestran que su transmisión es igual que en otras partes del mundo: contacto de la piel y mucosas con sangre



**Gráfica 5**  
**BRASIL: ROCIAMIENTOS Y CASOS DE MALARIA**  
**1960-1984**



**Gráfica 6**  
**IBEROAMÉRICA: INCIDENCIA PARASITARIA ANUAL Y PRESUPUESTO ASIGNADO A LA CAMPAÑA ANTIMALÁRICA**



Fuente: Organización Panamericana de la Salud

u otras secreciones del cuerpo humano infectado. En los adultos, probablemente la forma de contagio más común es la sexual (hetero u homosexual), y por el contacto con agujas contaminadas (de drogadictos o esterilizadas inadecuadamente).

En áreas donde la hepatitis es endémica y muy abundante, ataca a los ni-

ños, y la vía de transmisión puede ser la perinatal, la contaminación con heridas abiertas, por contacto con agujas contaminadas o por insectos.

Lo que ustedes tal vez no saben es que nuestras autoridades de salud saben muy bien lo que está pasando en el continente, y culpan a la falta de recursos económicos y humanos el que

no pueden llevarse a cabo las campañas de erradicación de insectos. También culpan al deterioro o a la falta de los servicios de salud por su incompetencia para poder controlar la proliferación de insectos y por ende el incremento de las enfermedades transmisibles a través de ellos.

#### Salud y economía

Como hemos visto, los principales problemas que reducen el nivel de vida de nuestra población son la desnutrición, la falta de vivienda, de agua y de servicios sanitarios, la ausencia de servicios de salud y la proliferación de insectos por falta de campañas de erradicación. Y todo eso obedece al deterioro económico que vive Iberoamérica en estos momentos, y es por ello que estamos viendo el resurgimiento de viejas enfermedades y la aparición de nuevas enfermedades.

Vivimos el holocausto ecológico-biológico que predijimos en 1973. Esta crisis económica no es más que el reflejo de lo que sucede en Iberoamérica con la deuda externa, que sólo es legítima en un 5,5 por ciento (gráfica 8.) Esta es la razón por la cual ha descendido el nivel de vida en nuestros países. Y lo peor es que el derrumbe económico se agrava cada día más.

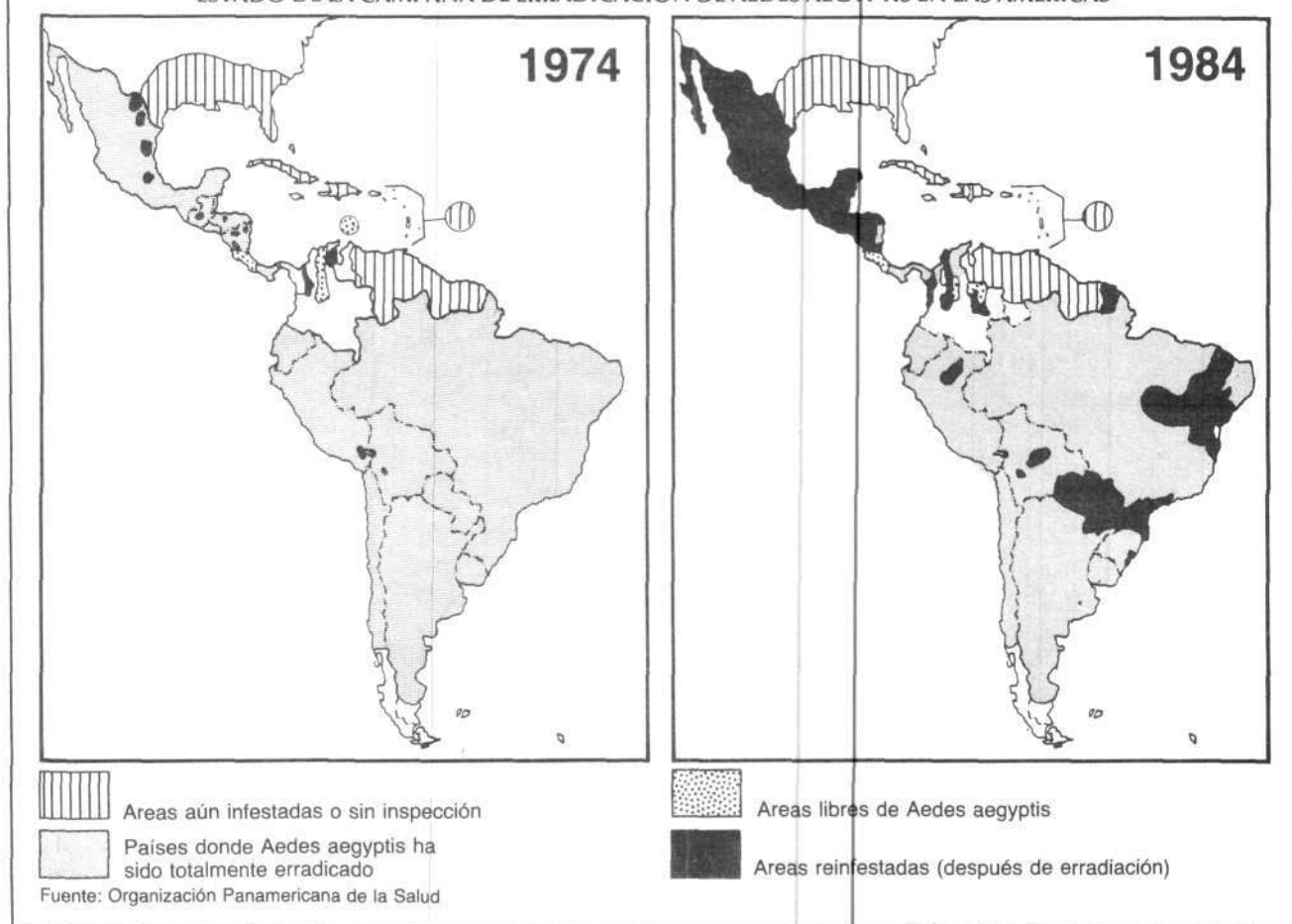
Pero pese a esto nuestros gobiernos no quieren hacer absolutamente nada

**Cuadro 4**  
**EL COSTO DEL SIDA EN LAS AMÉRICAS**

	Estados Unidos (1991)	Iberoamérica (1992)
<b>Costos médicos</b>	\$ 100,000 por caso × 270,000 casos <hr/> \$ 27,000 millones	\$ 20,000 por caso × 1,532,000 casos <hr/> \$ 31,000 millones
<b>Pérdida económica</b>	\$ 20,000 ingreso anual promedio × 30 AVPP* <hr/> \$ 600,000 por caso × 270,000 casos <hr/> \$ 162,000 millones	\$ 2,800 ingreso anual promedio × 25 AVPP* <hr/> \$ 70,000 por caso × 1,532,000 casos <hr/> \$ 138,000 millones
<b>Impacto demográfico</b>	Nolineal	Nolineal
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 189,000 millones	\$ 169,000 millones  = \$ 27,600 millones por año.

\*AVPP = Años de Vida Productiva Perdidos.

Gráfica 7  
ESTADO DE LA CAMPAÑA DE ERRADICACIÓN DE AEDES AEGYPTIS EN LAS AMÉRICAS



que signifique gastar dinero, porque hoy en día nuestros valores morales han cambiado. Es más importante ahorrar dinero (para poder pagar la deuda), que impedir que cada día más personas se mueran de hambre o por enfermedades que ya habíamos erradicado, por las nuevas epidemias que se están propagando fácilmente.

Hoy día es más importante el dinero que la vida humana y el SIDA está cobrando muchas vidas humanas. Voy a explicarles por qué el retrasar el programa de salud no sólo lleva a que el SIDA cobre más víctimas, sino que tampoco se va a ahorrar dinero (cuadro 4).

Quiero explicarles por qué debo hablar de costos y no sólo de vidas humanas. Hace 20 años, si uno encontraba a una persona accidentada en la calle, uno la recogía y la llevaba de inmediato al hospital y la persona probablemente vivía. Esa era la primera

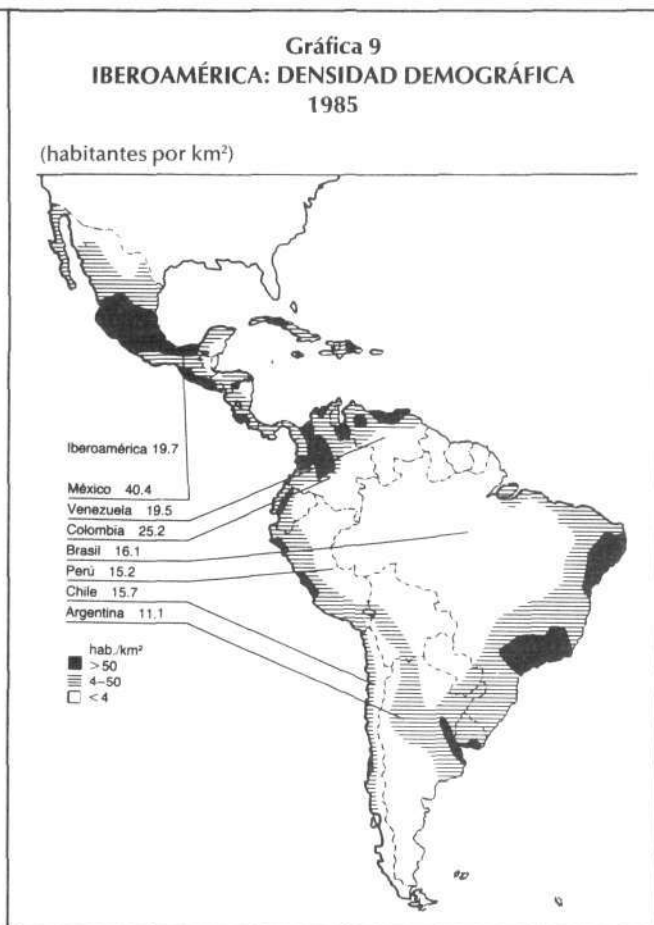
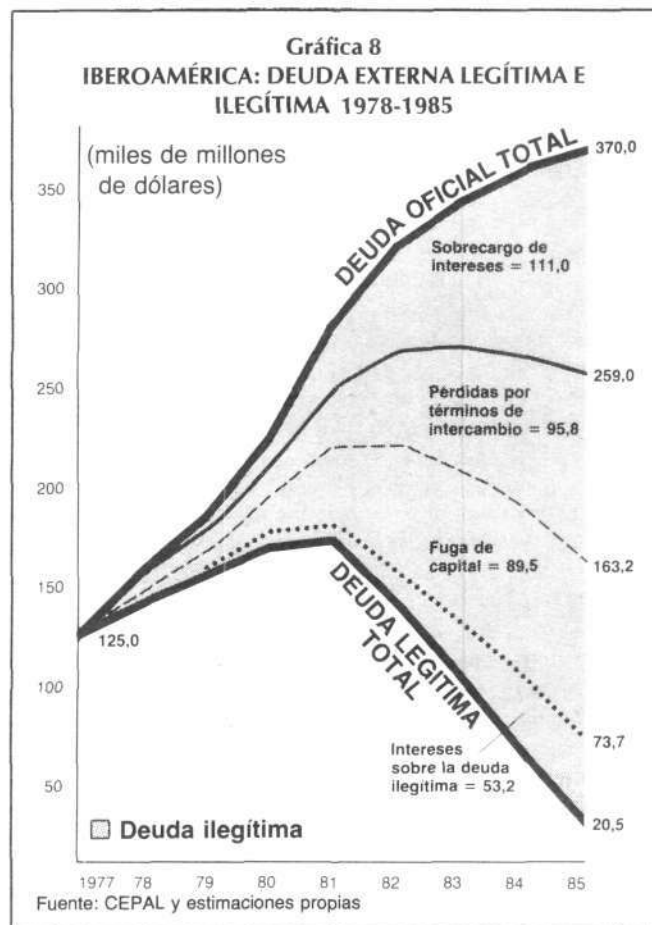
preocupación —mantener viva a la persona—, pero a partir de los setenta, los mismos médicos dicen que hemos mantenido viva a mucha gente por muchos años y que esto ya es demasiado, que el mundo está sobrepoblado y que tenemos que empezar a matar gente.

Hay muchas formas de matar a un paciente: dándole de comer en forma insuficiente, dándole atención médica inadecuada (como refería ayer el doctor Veronessi, existen hospitales que ni siquiera tienen gasa, esparadrapo o medicinas; obviamente, un paciente que llega a ese hospital y requiere de una buena atención médica se va a morir); y practicando la eutanasia para que los pacientes "no sufran", según nos dicen.

Sin embargo, quiero explicarles qué es la eutanasia desde el punto de vista de la guerra, porque eso es la medicina, una guerra contra la enfermedad.

La eutanasia sería como si un ejército se va a enfrentar a otro ejército que es tecnológicamente superior, y el general a cargo del ejército inferior mata a todos sus soldados porque no quiere verlos sufrir. Está claro que eso no tiene por qué suceder. Hemos perdido nuestra moralidad. Nuestras autoridades de salud son inmorales porque saben lo que está pasando con nuestra salud.

En el reporte de la Organización Panamericana de la Salud titulado *Condiciones de salud en las Américas 1974-1984*, bajo el subtítulo "Situación política, social y económica", dice: "La crisis de la deuda externa y la necesidad de las economías latinoamericanas y del Caribe de ajustarse a niveles de inversión de capital extranjero severamente reducidos, fueron los dos factores socioeconómicos dominantes que afectaron a los gobiernos en las Américas en la primera mitad de



1980. . ., debe notarse, sin embargo, que ya que la crisis es todavía reciente, y que los datos de salud en esta publicación son obsoletos en algunos casos, los efectos eventuales de la crisis todavía no pueden ser visibles en general en las estadísticas que tenemos a la mano".

Estas son las estadísticas que yo les estoy exponiendo, o sea que actualmente estas cifras son mucho peores. Nuestra autoridades de salud son maltusianas; creen que hay mucha gente y que la gente se tiene que morir.

En 1951, lord Bertrand Russell escribió en su libro *El impacto de la ciencia en la sociedad*:

"Actualmente la población mundial se incrementa en casi 58.000 personas por día. Hasta ahora, la guerra no ha tenido un gran efecto en ese incremento, que ha continuado a través de cada una de las guerras mundiales. . . La guerra. . . ha sido frustrante en ese sentido. . . pero quizá la guerra bacteriológica pruebe mejor su efectividad. Si la peste negra pudiese disemi-

narse en el mundo una vez por cada generación, los sobrevivientes podrían procrear libremente sin llenar demasiado el mundo. . . Quizá ese estado de cosas sea poco placentero, pero ¿y qué?"

Bertrand Russell y sus correligionarios creen que hay que reducir la población a como dé lugar; por eso ahora nos mienten y dice que el SIDA sólo se transmite sexualmente y que tenemos que usar preservativos.

Identificar a la población infectada haciendo pruebas de laboratorio a la población, aislar a quienes estén infectados con el virus de inmunodeficiencia humana, construir sanatorios y hospitales; gastar dinero, ¿para qué, si el objetivo es matar a la población? No olvidemos que nosotros, los iberoamericanos, somos una raza inferior que tiene que desaparecer. Así piensan ellos.

El mapa de Iberoamérica (gráfica 9) muestra la densidad demográfica de la región, que de hecho está subpoblada.

El mismo presidente de la OMS, Hafdan Mahler, sabe lo que está pasando. A fines del año pasado, él mismo se reprochó haber minimizado el problema del SIDA y dijo que en Iberoamérica se esparciría igual que en África. En África están evacuando ciudades porque más del 60 por ciento de sus poblaciones están infectadas; sabemos que lo mismo va a pasar en Iberoamérica. Ya estamos viviendo el problema; es una verdadera tragedia.

Pero la gravedad del problema no sólo está ahí. Lo más grave del problema es que cada uno de nosotros, cada persona de nuestra sociedad ha perdido un cierto grado de moralidad, e incluso un buen número de ustedes sólo ha venido a este seminario para saber si puede o no ser contagiado; así se piensa, y eso es pensar individualistamente. "No importa que el mundo esté de cabeza o que se vaya al diablo si yo estoy bien".

Un buen número de ustedes también debe estar pensando: "Para qué protestar, para qué meterme en líos,

para qué meterme a salvar a la humanidad, si finalmente los que van a decidir son los gobiernos". Eso es pensar que no se puede hacer nada para cambiar esta situación. Eso es pensar de una forma pesimista. Y para olvidarnos de la realidad nos refugiamos en el televisor; lloramos con las telenovelas. Sin embargo cada día muere más gente en el mundo. Aquí, aquí a la vuelta de la esquina, en las fabelas, y no hacemos nada para evitarlo. Esos es inmoralidad.

Esa inmoralidad, ese pesimismo, hasta nos ha convencido que el virus es más inteligente que cada uno de nosotros que estamos aquí; más inteligente que el hombre que es la creatura más perfecta de la Creación.

Lo único que tenemos que hacer para detener esta epidemia en Iberoamérica es adoptar, en todos nuestros países, las siguientes medidas:

**1) Salud pública:** lo primero que tenemos que hacer es identificar y aislar a las personas infectadas, eliminar los focos de infección y los posibles vectores (por ejemplo, los insectos chupadores de sangre); mejorar la nutrición; el saneamiento; la higiene y la atención médica de la población. Los enfermos deben ser atendidos en lugares especiales, separados del resto de la población.

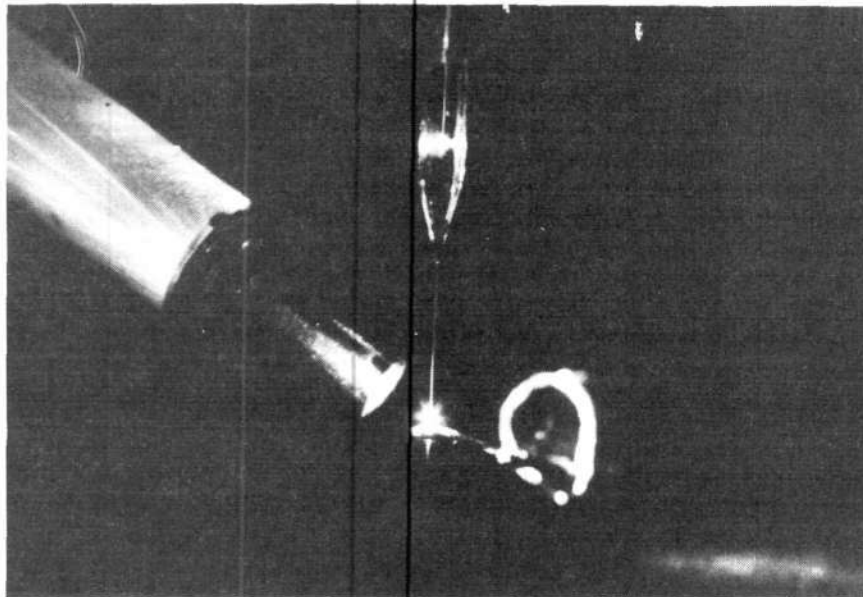
**2) Investigación científica:** Iberoamérica tiene que participar en el esfuerzo mundial en este campo, y aun encabezarlo; y no sólo para luchar contra el SIDA sino que debe participar en todos los proyectos científicos mundiales, como la conquista de nuestro Universo. Los iberoamericanos tenemos la capacidad intelectual para hacerlo. Para vencer definitivamente al SIDA se tendrán que encontrar tratamientos eficaces, vacunas y procedimientos sanitarios adecuados contra los virus de la enfermedad.

Para emprender las medidas sanitarias señaladas arriba, faltan elementos esenciales en muchos países, cuya adquisición en la escala necesaria depende de un esfuerzo científico y tecnológico propio.

Todas nuestras naciones tienen que librar en común la guerra contra el SIDA. En otras palabras, Iberoamérica integrada vencerá al SIDA, y depende de nuestra moralidad hacerlo realidad.

## Medicina

# Ondas electromagnéticas para matar al virus del sida



Con rayos láser de baja potencia se pueden destruir virus en la sangre, entre ellos posiblemente el del sida, sin dañar la sangre misma, según lo demuestra una serie de experimentos dirigidos por el fisiólogo James L. Matthews en el Centro Médico de la Universidad Baylor, de Dallas, Tejas.

El grupo del doctor Matthews trabaja con la Baylor Research Foundation, bajo contrato con la Organización de la Iniciativa de Defensa Estratégica, para investigar posibles aplicaciones médicas de los láseres, en especial de los que se vienen perfeccionando a raíz del programa militar. Los investigadores médicos están interesados en particular en las posibilidades del láser de electrones libres, pues es de frecuencia variable; la mayoría de los láseres se limitan a una sola frecuencia.

El método que emplea el grupo de Baylor es una forma de terapia fotodinámica, que se aplica ya contra tumores. Primero, se tiene que encontrar un tinte inocuo, que se fije exclusivamente al blanco (en este caso la envoltura del virus). A continuación, se apli-

ca un rayo láser de una frecuencia que induce un efecto destructivo, quizá fotoquímico, en las células o gérmenes teñidos. Con esta técnica, el grupo de Baylor logró eliminar virus de herpes y sarampión, entre otros; ahora se dispone a experimentar con el virus de la inmunodeficiencia humana (HIV).

"Logramos matar el cien por ciento de los virus sin ver seña alguna de que los elementos normales de la sangre sufrieran daño", dijo Matthews. "Muy pronto se conocerán los resultados con el HIV", agregó.

### Cómo lo hace

En la cirugía con láser, se aplica energía bastante para generar calor en el blanco. Así, por ejemplo, en muchos tratamientos médicos, el tejido tumoral se puede quemar, literalmente, sin dañar el tejido circundante. Los efectos no térmicos de los láseres, que se obtienen al aplicar mucho menos energía, como sucede en la terapia fotodinámica, son bien diferentes.

A fin de que el rayo láser pasase por la corriente de sangre sin dañar sus componentes, el grupo de Baylor uti-

*Pasa a la página 62*

# Masters y Johnson se enfrentan a la 'mafia del SIDA' en EU

por Warren J. Hamerman



---

**Crisis: Heterosexual Behavior in the age of AIDS**

William H. Masters, Virginia E. Johnson y Robert C. Kolodny  
Nueva York: Grove Press, 1988

---

Después de la gran controversia que rodeó la Propuesta 64, iniciativa contra el SIDA sometida a referendo el año pasado en el estado de California, y el trabajo de esta revista y su fundador Lyndon LaRouche en el curso de los años, la publicación de *Crisis* es el reto más explosivo y directo a las "autoridades" que dictan la política oficial estadounidense respecto al SIDA. Con argumentos corteses aunque francos e inflexibles, los renombrados investigadores de la "revolución sexual" desafían directamente la mayoría de las falsas premisas, prejuicios, mentiras y medidas de salud pública impuestas por la "mafia del SIDA".

Censuran a las autoridades sanitarias por "adormecer" al público con desinformación sistemática sobre la imposibilidad de "transmisión por contacto casual" y la imposibilidad de que el virus se propague a la población

general. Estos no fueron errores honestos, nacidos del desconocimiento científico. Entre más prevarican James Mason, director del Centro de Prevención de Enfermedades (CDC), y C. Everett Koop, inspector general de Sanidad estadounidense, más se inquieta y sospecha la población.

En 1983, el CDC le aseguró a la nación que el SIDA sólo se diseminaba por actos homosexuales. Todavía a principios de 1987, el CDC afirmaba que los trabajadores de salud no corrían peligro. En 1985, el CDC sostuvo que el suministro de sangre era prácticamente seguro. Hasta hace muy poco, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el CDC negaron que hubiera una pandemia ingobernable de SIDA en Africa. Al comienzo de la epidemia el CDC aseguró pedantemente que nunca se contagiaría un gran número de niños.

**Contacto casual; la cuestión del beso**

Masters, Johnson y Kolodny piden que se reevalúe el razonamiento de fondo de todas las recomendaciones del CDC hasta la fecha: "La discusión se ha centrado en gran medida en la transmisión por el llamado contacto casual, que nunca se ha definido con la especificidad que fuera de desear.

El mensaje general ha sido que el virus del SIDA prácticamente nunca se transmite de esta manera, y uno de los argumentos empleados para apuntarlo es que de los miles de empleados sanitarios que se han pinchado accidentalmente con jeringas usadas para extraerle sangre a pacientes de SIDA... sólo ha habido unos cuantos casos constatados de infección. Esta manera de razonar debe reevaluarse cuidadosamente a la luz del sentido común científico, puesta en evidencia por nueva información del CDC: los tres casos de transmisión a tres empleados de la salud".

Los autores contradicen directamente la "línea oficial" del CDC y el inspector general de Sanidad en una gran variedad de frentes.

- Contrario a los estimados oficiales de 1,5 millones de estadounidenses infectados, la cantidad real excede los 3 millones.

- Las reservas de sangre no son seguras, y el riesgo de contraer SIDA mediante una transfusión sanguínea es casi 50 veces mayor de lo que las autoridades del gobierno pretenden. La sangre contaminada, no detectada en los bancos de sangre y hospitales estadounidenses, significa que 1 de cada

5.418 transfusiones transmite el virus.

- Los condones no garantizan las relaciones sexuales seguras; en un estudio de la Dirección de Alimentos y Medicinas, uno de cada cinco lotes de condones sometidos a prueba falló.

- No cabe duda de que el "beso apasionado" o el "beso francés" es una posible vía de transmisión.

- La transmisión mecánica por zancudos es todavía una interrogante abierta.

- Para el año 2000, se proyectan 5 millones de casos de SIDA en los Estados Unidos y 25 millones de casos en el mundo.

Si bien el libro de Masters, Johnson y Kolodny para en seco cuando de investigar los motivos y causas de las mentiras y desinformación se trata, y elude tácticamente identificar a los que estando en el poder organizaron y dirigieron a la mafia del SIDA, de todas formas reta directamente tal cantidad de los argumentos mayores y menores implícitos en el ocultamiento de la verdad, que la publicación del libro ha sido explosiva. Aunque no dan nombres, sí identifican la categoría de los principales prevaricadores: la comunidad científica, el Centro de Prevención de Enfermedades, el inspector general de Salud, la Organización Mundial de la Salud, el Servicio de Salud Pública y otras agencias gubernamentales estadounidenses.

#### La 'mentira piadosa' del CDC

Los autores documentan en el lenguaje del lego preocupado cómo fue exactamente que las autoridades mintieron en todas las principales cuestiones normativas del SIDA, como lo ilustran las siguientes citas:

1. "La desinformación sobre el SIDA es resultado de una forma de mentira piadosa practicada por la comunidad científica: por el deseo comprensible de evitar el pánico de masas, numerosos pronunciamientos relativos al SIDA fueron presentados deliberadamente a la luz más optimista posible, cuando aun un grado saludable de escepticismo científico frente a lo desconocido hubiera producido una respuesta diferente, más realista. Las imprecisiones de estas fuentes se agravan por la alarmante falta de investigación sistemática fundamental sobre el modo de transmisión del virus del SIDA".

2. "La alarmante conclusión a la que

hemos llegado, basada en nuestra propia investigación y estudios conducidos por otros: no obstante las afirmaciones de diversas agencias gubernamentales y peritos de salud pública, de que la infección de SIDA sigue mayormente confinada a los grupos 'más propensos'. . . a todas luces la epidemia se ha extendido a una población más amplia, y aun ahora sigue propagándose calladamente mientras muchos mantienen una actitud de complacencia, sin darse cuenta de que también ellos corren riesgo".

3. "También concluimos, categóricamente, que la infección con el virus del SIDA no requiere de contacto sexual íntimo o compartir jeringas intravenosas: la transmisión puede ocurrir, y ocurre, como resultado de contactos interpersonales en los que la sangre u otros líquidos corporales de una persona que hospeda el virus son salpicados o frotados sobre otra persona, incluso si se trata de un incidente aislado".

4. "Las autoridades subestiman enormemente el número de personas infectadas con el virus del SIDA en la población hoy. Ninguna epidemia de enfermedades transmitidas sexualmente se ha quedado inmóvil, numéricamente hablando, si no se tiene a la mano una vacuna preventiva o una cura. Pero la mayoría de peritos médicos sigue afirmando que sólo hay 1,5 millones de personas infectadas con el virus del SIDA hoy, que es el mismo estimado que hizo el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos en colaboración con el Centro de Prevención de Enfermedades (CDC) a mediados de 1986".

5. "Los peritos en general subestiman gravemente el grado en que el virus del SIDA se ha diseminado entre los heterosexuales. Hubo varios mecanismos diferentes mediante los cuales el virus del SIDA 'cruzó la barrera' de los grupos originales más propensos, a la población general". En ésta identifican bisexuales, drogadictos intravenosos, prostitutas, población joven de 15 a 24 años de edad, y una porción "sumamente promiscua" de la población adulta.

6. "Entre más personas estén infectadas con el virus del SIDA, más rápidamente aumenta el ritmo de propagación. . . Todas estas consideracio-

nes apuntan en una dirección: el SIDA se está desatando. El virus del SIDA corre desenfrenado ya entre los heterosexuales. A menos que hagamos algo para contener esta epidemia mundial, enfrentamos un creciente sacrificio de vidas en años venideros, que será el más formidable que el mundo haya visto".

7. Una "razón importante para el cálculo considerablemente inferior del número real de casos de SIDA es de origen técnico: entre 1982 y finales de 1987 el CDC insistió en criterios excesivamente restrictivos para diagnosticar casos de SIDA, como lo señalaron muchos trabajadores de la especialidad. . . El resultado de esta insistencia en criterios estrechos y poco realistas para dar parte de los casos fue no sólo que se subestimara el número de casos sino que pareciera que el porcentaje de aumento en el número total de casos de SIDA en los Estados Unidos estaba declinando, cuando de hecho ocurría exactamente lo contrario. La realidad de fondo de todas estas consideraciones es que el número de casos referidos es tan gravemente inferior a la incidencia real del SIDA que las estadísticas de finales de 1987 fueron inexactas en un 50 por ciento. Esto significa que en los Estados Unidos probablemente hubo un total acumulativo de por lo menos 67.000 casos de SIDA del momento en que comenzó la epidemia hasta finales de 1987.

Proyectan que "para fines de 1991 el número real de casos de SIDA en los Estados Unidos excederá los 500.000, con más de 300.000 fallecimientos. En todo el mundo habrá por lo menos dos millones de casos de SIDA, y mucho más de un millón de muertes. Para el año 2000, a menos que se haga un avance sorprendente en el descubrimiento de una vacuna para prevenir esta infección, habrá un total acumulado de cinco millones de casos de SIDA, tan sólo en los Estados Unidos. En el mundo habrá 25 millones de casos. La enormidad de esta amenaza —y el que el mundo no haya respondido con suficiente presteza tanto para financiar la investigación como para planear este aterrador futuro— no debe tomarse a la ligera".

#### Conclusiones programáticas

Crisis pone de relieve el hecho de que en los Estados Unidos no se ha

trazado una política coherente para tratar los problemas de prevención e investigación en todos los medios potenciales de transmisión.

Los autores llegaron a su conclusión de que el SIDA ha rebasado los grupos tradicionales de mayor propensión, tras una encuesta comparativa que hicieron de dos grupos de heterosexuales sexualmente activos—un grupo de 200 hombres y 200 mujeres sexualmente promiscuos (que tuvieron relaciones sexuales con un mínimo de seis personas distintas cada año, en los últimos cinco) y otro grupo de 200 hombres y 200 mujeres que sostuvieron relaciones monógamas en los últimos cinco años. Ninguno de todos ellos pertenecía a los consabidos "grupos propensos".

Los resultados fueron dramáticos. Entre los 400 del grupo monógamo, sólo una persona estaba infectada, mientras que entre los 400 del grupo promiscuo la incidencia fue considerablemente mayor: 7 por ciento (o 14 individuos) entre las mujeres, y 5 por ciento (o 10 individuos) entre los hombres.

Los autores piden que se incluya en el examen obligatorio del SIDA, además de los donadores de sangre, las fuerzas armadas, los presos y los inmigrantes, a los siguientes grupos: a) mujeres embarazadas; b) personas entre 15 y 60 años que sean admitidas a un hospital; c) prostitutas convictas, y d) todos los solicitantes de licencias matrimoniales.

Abogan también por que se dé parte a las autoridades de salud no sólo de los casos clínicos de SIDA sino de todos los que resulten seropositivos al virus. Sostienen que quienes a sabiendas contagian a otros deben ser castigados con penas modernizadas y no con cuarentena.

"Si bien esperamos fervientemente que el pánico insensato por la epidemia del SIDA no dicte las normas de actuación del gobierno, también estamos convencidos de que si se pospone la ejecución de medidas preventivas eficaces, por la errónea creencia de que la epidemia está bajo control, o por la exclusiva preocupación de la autonomía individual, muchos millones de vidas se perderán innecesariamente. Hay muy poca libertad personal en la muerte".

## Fundamentos de la física de plasmas

### Principles of Plasma Physics

Krall, Nicholas A. y Trivelpiece, Alvin W.  
San Francisco: San Francisco Press  
674 páginas, US\$22

La editorial San Francisco Press ha publicado una edición en rústica de este clásico libro de texto, publicado originalmente en 1973 por McGraw-Hill y agotado actualmente en su edición original. El tomo sigue siendo una valiosa fuente de información sobre los fundamentos de la física de plasmas, elegantemente expuestos por los autores, para estudiantes de posgrado.

En su mayor parte el texto da por sentada una capacitación universitaria en mecánica clásica y estadística, electromagnetismo y métodos matemáticos, pero no exige conocimiento previo de la física de plasmas. Partes del libro puede entenderlas cualquier estudiante de posgrado con educación avanzada en física.

### Viene de la página 59

lizó una potencia de apenas 5 julios por centímetro cuadrado. La luz empleada fue de 635 nanómetros de longitud de onda (en el rango del rojo). Los mismos resultados se obtuvieron con luz de xenón de la misma longitud de onda pero no coherente.

Los estudios de virus dotados de envoltura indican que éstos pierden su capacidad infecciosa si la envoltura sufre alteraciones importantes. El doctor Matthews y sus colaboradores consideran que la acción de la luz, sea por un mecanismo fotoquímico o físico aún por determinar, altera la envoltura del virus.

El trabajo de la Universidad Baylor es sin duda uno de los más avanzados, pero están en marcha varios otros trabajos para desactivar el virus del sida con diversas porciones del espectro electromagnético.

En un trabajo que presentó en no-

El libro trata los plasmas tanto desde el punto de vista macroscópico (como fluido) como desde el microscópico (las partículas). Especialmente útil es el enfoque que recibe la teoría de Vlasov sobre las ondas de plasma, así como el capítulo sobre la teoría de Vlasov sobre la estabilidad de los plasmas. La atención que se da a los experimentos con plasmas es breve pero adecuada, y hay también una breve sección sobre métodos para medir las propiedades de los plasmas.

No obstante haber pasado casi quince años desde la primera publicación del libro, aún es un texto sumamente útil como obra de referencia. Su aparición en rústica debe considerarse una buena oportunidad de adquisición para quienes estén interesados en poseer en sus bibliotecas buen material de referencia sobre fusión y física de plasmas.

—Stephen O. Dean, PhD

viembre de 1987 a la Sociedad de Ingeniería en la Medicina y la Biología, el patólogo estadounidense John Grauerholz abordó la noción general de utilizar radiación electromagnética no ionizante para combatir el HIV. Grauerholz puso de relieve los resultados experimentales obtenidos en la Unión Soviética y Alemania en los últimos quince años, los cuales indican que, con microondas y otras ondas de radio, a baja intensidad, se puede gobernar selectivamente la expresión del material genético que regula los procesos celulares.

El sida, indicó Grauerholz, resulta de cambios de la expresión genética en las células infectadas por el virus de la inmunodeficiencia humana, y, por tanto, en principio, es susceptible a la acción de radiación en determinadas frecuencias. Grauerholz indicó que los resultados experimentales van muy adelante de la elaboración de los conceptos científicos que hacen falta para

entenderlos, y que, por tanto, debe trabajarse también en este aspecto para guiar la investigación hacia resultados útiles.

Entre las cuestiones científicas más intrigantes que se deben responder, tenemos la de cómo pueden las microondas afectar los procesos de células cuyas dimensiones son miles de veces menores que la longitud de onda de la microonda; o bien, la de cómo se puede afectar los procesos celulares con radiación de energía tremendamente menor que la que se requiere para romper enlaces químicos y aun menor que la energía térmica que se atribuye a las moléculas de los organismos vivos.

#### Antenas vivas

A fines de enero de 1988, el físico Marvin L. Luther, de la Universidad Estatal de Illinois, propuso al Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos un experimento específico en que se emplearían microondas en contra del virus del sida.

Luther planea hacer pasar sangre infectada con el HIV por un intenso campo magnético solenoidal, que cambie con gran velocidad, lo cual forzaría a los núcleos del ácido ribonucleico del virus a alinear su eje de simetría paralelo a la dirección del flujo de la sangre. Sujetos en esa posición por el campo magnético, los núcleos se irradiarían con microondas polarizadas que se propagan directamente en la sangre en movimiento.

El núcleo del ARN actuará como "una antena orientada y de tamaño adecuado, la cual, si absorbe suficiente energía a su frecuencia resonante natural o algún múltiplo de ella, se agitará tan violentamente que se alterará su configuración, muy probablemente por el desplazamiento de uno o más iones de  $Ca^{2+}$ ]pl [calcio doblemente ionizado]".

Luther sugiere hacer circular la sangre del paciente fuera de su organismo, como en la diálisis renal, a fin de tratarla con las microondas. Más aún, el investigador juzga que, con este método, "si el virus dañado vuelve de inmediato al paciente, desatará una respuesta inmunológica a la envoltura proteica y se empezará a destruir a los agentes virales". Una vez que se localicen los agentes inmunizantes en la sangre, se podrá cultivarlos para producir vacunas, vaticina Luther.

#### Viene de la página 21

nar la empresa canalera más solicitada por las flotas mercantes internacionales y se está desaprovechando la ocasión para constituir el ente jurídico que hubiera podido organizar la captación de fondos producidos por la movilización de los recursos naturales del departamento del Chocó y de los ofrecidos por países amigos. Como el Japón, que envió en 1985 a su ministro de Relaciones Exteriores, quien se devolvió al Japón con una carpeta de informaciones propuestas al doctor Belisario Betancurt por el doctor Mauricio Obregón, para la construcción de un pequeño canal binacional colombiano-panameño por la ruta Atrato-Cacarcica-Chucunaque-Golfo de San Miguel, para embarcaciones "menores" de hasta 10.000 toneladas. Aun cuando se necesita ese tipo de cooperación, de lo que se trata es de sustituir el canal de esclusas con capacidad de hasta 60.000 toneladas, por uno a nivel por el cual pueden transitar barcos de 280.000 toneladas y si es posible los barcos cisternas de mayor capacidad.

Es increíble que el interés mostrado por el Japón no se hubiera podido aprovechar en el gobierno anterior para el "despegue" o puesta en marcha del canal del golfo de Urabá al Pacífico, ni en este gobierno, pues repetimos: no se ha creado el ente jurídico de la empresa de economía mixta y sólo nos queda este año para dar cumplimiento a la Ley 53 de 1984. Por tanto, no hay quien pueda entenderse ni para obtener ayudas del exterior ni para organizar la captación de fondos con el desarrollo de las riquezas naturales del Chocó, como lo ha venido sugiriendo insistentemente la Sociedad Geográfica de Colombia, que propone utilizar en la construcción del canal, entre otras, el producido de los siguientes recursos:

1) Riquezas forestales silvestres rollizas o aserradas incluyendo compromisos de reforestación por especies mucho más valiosas;

2) Ventas de los lotes urbanos en los tres superpuertos del canal, con garantía de fideicomiso inmobiliario. Los tres puertos quedarían situados posiblemente en el golfo de Urabá, al norte de Turbo, municipio de Necoclí para seguir por Turbo a Medellín;

3) Venta de más de 250.000 hectáreas

de baldíos en una parcelación desde 50 has. en adelante con fines agroindustriales, agropecuarios y agroforestales;

4) Explotación de los petróleos de la cuenca del Atrato;

5) Explotación de los carbones bituminosos y de los coquizables del Tado;

6) Explotación de metales preciosos y minerales metálicos y no metálicos;

7) Explotación de las siete hidroeléctricas escalonadas en el alto Atrato, según estudios de factibilidad que reposan en el archivo del ICEL, elaborados por Japón Inc.Cop.;

8) Industrias cárnicas y pesqueras;

9) Industrias turísticas.

Es de anotar que el río Atrato tiene un canal de 5.000m<sup>2</sup> por segundo, igual al 50 por ciento del río Misisipi que es de 10.000m<sup>2</sup> por segundo.

Además es importante saber que la construcción del canal se puede efectuar en dos etapas, primero por el Atrato hasta la confluencia del río Truandó, dragando el Atrato y recorriendo sus meandros, para dejar sólo tres o cuatro tangentes y cruzando la serranía del Baudo (33 km) por tunel por encima de las mareas altas con las 2 autopistas, un ferrocarril de trocha ancha y vía doble y unos poliductos para pasar pasajeros y carga en containers de un océano a otro. Vías éstas que se utilizarán como obras de infraestructura para la obra del canal y movimiento de tierras y rocas posteriormente.

Lo anterior es el extracto o síntesis de lo que sería la obra del canal Atrato-Truandó que como dijimos anteriormente, hoy por hoy "no hay con quien discutir", por la carencia del ente jurídico de la empresa de economía mixta.

Ojalá que antes de terminar este año se haga la creación de dicha empresa y el gobierno nacional aproveche las facultades otorgadas por la Ley 53/84, para solucionar la necesidad mundial de cruce de dos océanos y de paso redimir no sólo al departamento más deprimido del país sino a Colombia, verdadera casa de esquina en donde se acabaría la pobreza absoluta, abriendo mercados internacionales ilimitados para la exportación que transformaría en riqueza los feraces baldíos del golfo de Urabá al Valle del Atrato y la costa de nuestro mar Pacífico.



## Biografía telenovelesca

### Marie Curie: A Life

Giroud, Françoise  
(Traducción al inglés de Lydia Davis)  
Nueva York: Holmes & Meier Publishers,  
Inc, 1987  
297 páginas, US \$34,50

Este libro, por la ex secretaria de Estado francesa para la condición de la mujer, y ex directora de la revista *Elle*, se ha promovido como "estudio fascinante, sumamente personal", que presenta "el otro lado de Curie, su vida". El error de Giroud está en suponer que un científico se puede evaluar por su sexo y no por la calidad de sus ideas.

La vida de Marie Sklodowska-Curie no debe ni rebajarse al nivel de telenovela ni reducirse a la simple idea de

una mujer que se abre paso en un mundo de hombres, como la pinta la autora. Marie Curie aplicó su mente a revolucionar las opiniones místicas y anticientíficas del mundo *visible* de la física de su época, y con ello sentó las bases para la posterior investigación y descubrimiento del mundo *invisible* de la física nuclear.

El verdadero heroísmo de su vida fue que, pese a los obstáculos y malas pasadas que se interpusieron a su avance, Curie consiguió dar a luz conocimientos para beneficio de todas las gentes del mundo.

En cuanto a los trozos no "feministas" del libro, la mayoría son tomados libremente de una biografía más bien soez, por Robert Reid. Lo que recomendaría yo es descartar ambas biografías, y leer directamente la obra de



la propia Curie. Su breve y eficaz autobiografía contiene además una reseña biográfica de su esposo, Pierre. Y en 1990 se publicarán los cuadernos de Marie, que son una continua introspección biográfica.

—Paul Kacprzak

## La finalidad de la *perestroika* es conquistar al mundo y el secreto se revela en nuestro informe especial

### EL PLAN DE GUERRA DEL IMPERIO RUSO

Cómo se propone Moscú acabar con la  
civilización occidental en esta década

# EIR

INFORME  
ESPECIAL

Adquiera este informe especial de *Executive Intelligence Review* en nuestras oficinas regionales:  
Bogotá: tel. 288-35-90. Lima, Perú: Av. Arequipa 2450,  
oficina 1208; tel. 40-24-75. México: D.F. Díaz  
Covarrubias 54 A-3, Col. San Rafael; tel. 705-05-07.  
Río de Janeiro, Brasil: tel. 551-00-90.

# La integración iberoamericana

## ¡Cien millones de nuevos empleos para el año 2000!

Con introducción de Lyndon H. LaRouche

Para el año 2000 habrá cien millones de desempleados en Iberoamérica, a menos que los países del continente repudien la política de "ajustes" y "condiciones" del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.

La *integración iberoamericana* muestra cómo puede el continente desarrollar su *economía física*: modernizar la agricultura, la pesca y la ganadería para alimentar adecuadamente a su población; crear una industria pesada propia, aprovechando sus recursos para producir sus propios bienes de capital; construir una infraestructura de transporte, energía y servicios que multiplique la productividad del trabajo; emprender programas de investigación científica que revolucionarán la producción.

Estas son las medidas que crearán cien millones de nuevos empleos para el año 2000, con el nivel de vida correspondiente a una economía moderna y productiva.

Solicite o a los teléfonos:

Bogotá, Colombia: 285-92-89. Caracas, Venezuela: 261-14-88.

México D.F., México: 705-05-09.

Lima, Perú: 40-24-75.



# EIR

RESUMEN EJECUTIVO

EIR Resumen ejecutivo es una síntesis quincenal, en español y con especial atención a Iberoamérica, del semanario en inglés Executive Intelligence Review (EIR), la mejor revista del mundo en información y análisis sobre economía y política.



Deseo suscribirme a:

EIR Resumen ejecutivo por:  
 1 año  2 años

Executive Intelligence Review por:  
 1 año  6 meses  3 meses  
Acompaña cheque giro postal por

Nombre \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_

Ciudad \_\_\_\_\_

Edo. o provincia \_\_\_\_\_

Zona postal \_\_\_\_\_

País \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_

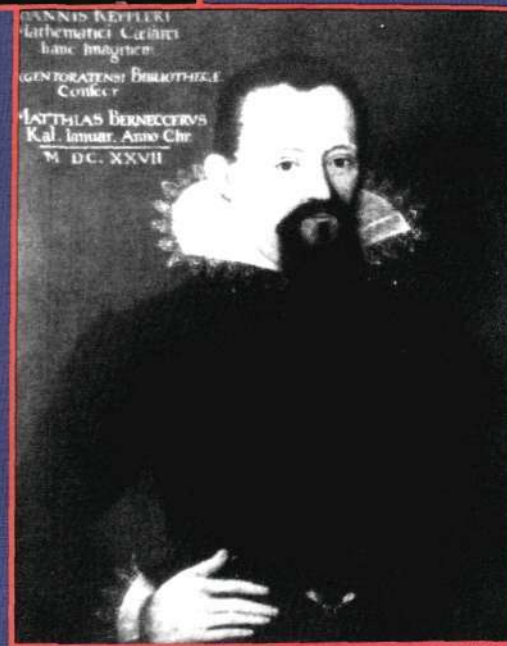
Ocupación \_\_\_\_\_

Resumen Ejecutivo de EIR es publicado quincenalmente por New Solidarity International Press Service, P.O. Box 17726, Washington, D.C. 20041-0726. Oficinas regionales: Bogotá: Calle 44 #7-18, oficina 101. Tel: 2883590. Lima: Av. Arequipa 2450, oficina 1208. Tel: 40 2475. México, DF: Francisco Díaz Covarrubias 54 A-3, Colonia San Rafael. Tel: 705 0507. Washington, D.C.: 1612 K St. NW, 3rd Fl. Tel: (202) 955-5932. Caixa Postal 62610, CEP 22257, Rio de Janeiro. Tel: 551 4924. Tarifas de suscripción: un año, 135 dólares; dos años, 260 dólares (correo aéreo). Ejemplar suelto, 7 dólares. Las suscripciones pueden pagarse en moneda nacional a las oficinas regionales. Copyright 1986 New Solidarity International Press Service. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción sin permiso, en todo o en parte.



La supernova 1987a, la primera supernova relativamente cercana en casi 400 años, tal como la fotografió el astrónomo Ian Shelton, el 27 de marzo de 1987, desde el observatorio que la Universidad de Toronto tiene en Las Campanas, Chile.

El relato de su fantástico viaje a la Luna, escrito a principios del siglo 17, revela la superioridad del método de Kepler, y de sus resultados científicos, sobre los de Isaac Newton. Carol White reseña el estupendo *Somnium* de Kepler y explica su significado científico.



Brasil colocará en órbita su primer satélite en febrero de 1989. Para ello lleva adelante un programa de lanzamientos, el más reciente de ellos en noviembre de 1985, desde su base de Barreira do Inferno. El programa espacial brasileño bien puede servir de eje a un programa espacial iberoamericano independiente.

