

# FUSIÓN

El canal  
Atrazo-Truandó,  
la gran oportunidad

Vol. III, núm. 1

NUCLEAR

Cuarto trimestre de 1985



SLOAN-82

EL LEGADO DE KRAFFT EHRLICHE

Por qué tenemos que colonizar  
la Luna y Marte



*Sindicalistas iberoamericanos en la Cuarta Conferencia Internacional del Instituto Schiller.*

## ¡Salvemos a la civilización! ¡Acabemos con Henry Kissinger!

El **Instituto Schiller**, fundado a iniciativa de Helga Zepp-LaRouche, se esfuerza por restablecer la plena vigencia de los principios de soberanía nacional, libertad política y progreso para todos, ideales que defendió el gran poeta alemán Friedrich Schiller. El **Instituto Schiller**:

- Rechaza la intención expresa del Club de Roma y la Comisión Trilateral de eliminar la soberanía de las naciones en aras de un "federalismo mundial" oligarca.
- Demanda el fortalecimiento de la alianza occidental y rechaza la estrategia de "apaciguamiento" de Kissinger, que consiste en entregarle Europa occidental a la Unión Soviética en tanto las tropas norteamericanas se despliegan en Iberoamérica como cobreadas del Fondo Monetario Internacional y la banca internacional.
- Apoya el programa de Lyndon H. LaRouche para las relaciones Norte-Sur, Operación Juárez, el cual propone: formar un cartel de deudores para imponer la renegociación de la deuda externa de Iberoamérica en términos favorables a su desarrollo económico acelerado; la creación de un mercado común iberoamericano basado en la ejecución de grandes obras de infraestructura; la creación de una unidad monetaria iberoamericana, el peso de oro.
- Impulsa el florecimiento de las ciencias y las artes para combatir el veneno del pesimismo, el maltusianismo, el racismo y demás fórmulas ideológicas anticristianas.



*Helga Zepp-LaRouche*

**Colombia:** Calle 44 núm. 7-18, oficina 101. Bogotá.

**México:** Francisco Díaz Covarrubias 54 A-3, Colonia San Rafael. México, DF.

**República Dominicana:** Guarocuya 113, El Millón, Santo Domingo.

**Perú:** Apartado postal 1681. Jesús María Lima. Teléfono: 40-4241.

**Instituto Schiller**

# FUSIÓN NUCLEAR

Vol. III, núm. 1 ISSN 0185-0792

Cuarto trimestre de 1985

Directora general:  
Cecilia Soto

Directores:  
Lorenzo Carrasco  
Salvador Lozano

Consejo editorial internacional:  
Patricio Estévez (México)  
Oswaldo Koeneké (Venezuela)  
Sara Madueño (Perú)  
Uwe Parpart (Estados Unidos)  
Henry Riascos (Colombia)  
Demetrio Sodi Pallares (México)  
Jonathan Tennenbaum (Alemania Federal)

Jefa de redacción:  
Delia Araujo

Colaboradores:  
Javier Almario  
Juan José Balatti  
Jorge Bazúa  
Carol Cleary  
Aurelio Córdova  
Marsha Gallagher  
John Grauerholz  
Ramtanu Maitra  
Ramón Murillo  
Evaristo Pilo  
Carlos Potes  
Geraldina Ramos  
Ned Rosinsky  
Charles B. Stevens

Director Artístico:  
Alan Yue

*Fusión Nuclear* es una revista trimestral producida por la Asociación Colombiana pro Energía de Fusión y la Asociación Mexicana de Energía de Fusión, con la colaboración de la Fusion Energy Foundation, y publicada por Editorial Benengeli, SA. 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 44047, Bogotá, DE (favor de girar cheques a nombre de Javier Almario Almario). **Perú:** Liliana Pazos, Apartado Postal 11681, Lima 11, Lima **Venezuela:** Jaime García, Apartado Postal 70534, Los Ruices, Caracas 1070  
**Argentina:** Viamonte 1422 piso 1, oficina "A," 1646 Buenos Aires **Resto del mundo:** Fusion Energy Foundation, P.O. Box 17149, Washington, DC, 20041-0149, USA

#### Tarifas de suscripción

México: 4 números, 2.000 pesos; 8 números, 4.000 pesos  
Colombia: 4 números, 1.200 pesos; 8 números, 2.200 pesos  
Perú: 4 números, 80.000 soles; 8 números, 150.000 soles  
Venezuela: 4 números, 120 bolívares; 8 números, 200 bolívares  
Argentina: 4 números, 12A; 8 números, 20A  
Resto del mundo: 4 números, 22 dólares; 8 números, 40 dólares

Impresión: PMR Printing Company Inc., Indian Creek Center III, Sterling, VA 22170  
© 1985

Editorial Benengeli, SA  
Printed in the USA. Impreso en los EUA.

## Artículos

- 12 **Astronomía: la fundación del método científico**  
*por Jonathan Tennenbaum*
- 22 **En memoria de Krafft Ehrlicke, construyamos la defensa de Occidente**  
*por Marjorie Mazel Hecht*
- 24 **Por qué debemos conquistar Marte**  
*por Lyndon H. LaRouche*
- 34 **El programa espacial de India: industria en auge**  
*por Ramtanu Maitra*
- 44 **Por qué el cometa "de Halley" debe llamarse de Flamsteed**  
*por Philip Valenti*

## Reportajes

- 5 Construirá Colombia el segundo canal interoceánico de América  
90 Ocho centrales nucleares planea Egipto  
40 Argentina puede producir reactores nucleares en serie

## Secciones

- 2 EDITORIAL  
3 LA CORRIENTE DE HUMBOLDT  
4 LOS GENIOS  
10 POR EL MUNDO  
47 EL JOVEN CIENTIFICO  
49 ENTREVISTA  
Lo que necesita Africa es dinero y tecnología: Eugene F. Whelan  
51 FUSION AL DIA  
Identifican estructura alineal de los superiores. Se aproxima a la ignición el TFTR. Avances del esferomak y el toro compacto. Emplearán combustible polarizado en el Nova  
54 CIENCIA Y TECNICA  
Láseres para conservar alimentos  
56 INFORME DE WASHINGTON  
En lo técnico, nada obstaculiza las armas de rayos  
61 CRONICA IBEROAMERICANA  
La crisis no afecta el programa aeroespacial brasileño. Desmantela Venezuela su programa nuclear



#### NUESTRA PORTADA

El dibujo que adorna nuestra portada, inspirado en las ideas de Krafft A. Ehrlicke de cómo colonizar la Luna, presenta una central de energía de fusión en una base espacial lunar.

Es obra de Christopher Sloan.



# El sida, peste bubónica del

Como en el siglo 14, cuando la peste negra acabó con la mitad de la población de Europa, la usura desata en nuestro siglo una oleada de espantosas epidemias, entre las cuales una en particular siembra el pánico por todas partes: el síndrome de inmoderancia adquirida, o *sida*.

Pese a los absurdos intentos de la Organización Mundial de la Salud de restarle importancia a la espantosa crisis, personalidades médicas de varios países confirman que el mal ataca ya a millones y millones de personas, y que nos encontramos al borde de un desastre mundial. El sida cobró fama cuando se volvió epidemia entre los homosexuales y drogadictos de los Estados Unidos; pero está lejos de ser mal exclusivo de sujetos de vida sexual perversa o que consumen drogas. Es más: ni siquiera empezó entre sodomitas. Todo indica que se originó en regiones paupérrimas de África, en poblaciones debilitadas por el hambre y una sucesión de enfermedades infecciosas. En estos momentos, según todos los informes dignos de confianza, hay un mínimo de 10 millones de *personas contagiadas en la región central de África*.

En los Estados Unidos, el número de enfermos se duplica cada seis meses y aun con mayor rapidez en las zonas de gran pobreza. En la misérrima población de Belle Glade, Florida, de un total de 30 enfermos que había en abril de 1985, a seis no se les conocía "factor de peligro" (o sea, que ni eran homosexuales, ni tomaban drogas por vía intravenosa, ni recibieron transfusiones). Para septiembre, el número de enfermos en Belle Glade se elevó a 46, de los cuales 16 no tienen "factor de peligro" conocido.

En la ciudad de Nueva York, el sida es ya la principal causa de muerte en varones de entre 30 y 39 años de edad, y una de las primeras cinco en varones de entre 20 y 50 años. A partir de 1980 ha habido 3.176 casos de sida conocidos en esa ciudad, y unas 1.800 muertes. Al mismo tiempo, entre 1979 y 1984, se ha duplicado el número de enfermos de tuberculosis entre varones negros e iberoamericanos. La incidencia de tuberculosis en Nueva York es tres veces el promedio nacional estadounidense.

El origen del sida —como de otras epidemias que se propagan con rapidez en estos momentos— es, lisa y llanamente, la miseria negra desencadenada en



## La Corriente de Humboldt



## siglo 20

Africa y otras regiones por las medidas económicas que les han impuesto las instituciones de la usura: el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial, etc. Era previsible. El economista Lyndon H. LaRouche, y un equipo de colaboradores lo predijeron desde 1974. Y podemos estar seguros de que los que impusieron esas medidas sabían muy bien cuáles serían las consecuencias.

A estas alturas, todos —sin excluir a los banqueros y oligarcas que desataron esta danza de la muerte— estamos expuestos a la epidemia, en especial a medida que se acentúan las consecuencias de la bestial austeridad impuesta por la usura transnacional. La incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos, como la malaria, y de enfermedades gastrointestinales muy debilitantes, viene creciendo con celeridad en Iberoamérica.

Por tanto, es urgente adoptar medidas de salud pública para atajar el mal. Los pasos inmediatos deben ser:

- Romper con el Fondo Monetario Internacional, como lo hizo ya el gobierno peruano, y poner alto a la criminal austeridad económica que nos ha impuesto. Seguir aceptando las condiciones del FMI (o del Banco Mundial, que para el caso es lo mismo) sólo puede arrojarnos al abismo del holocausto biológico.
- Practicar exámenes a todas las personas que trabajen en contacto directo con el público, especialmente los que tocan alimentos y los maestros de escuelas, para determinar si no son portadoras del virus.
- Aislar en hospitales especiales a todos los enfermos de sida conocidos.
- Poner en marcha un programa iberoamericano de investigación para encontrar cura al mal, programa que deberá mantener coordinación continua con los de otros países.

Por supuesto, el riesgo sólo se alejará verdaderamente cuando reconstruyamos nuestras devastadas economías, con grandes obras de infraestructura, energía nuclear, nuevas ciudades, canales, vías férreas, agricultura moderna. Las anteriores medidas de sanidad son eficaces para contener la epidemia en estos momentos y ganar el respiro indispensable para corregir el rumbo antes de que sea demasiado tarde.

Apreciado doctor Franklin:

Cuando veo cómo engatusan los burocratas del Fondo Monetario Internacional o del Banco Mundial a algunos gobernantes del Tercer Mundo, y cuando cavilo en las razones que tendrán ciertos funcionarios sabidores para fingir y decir en esas ocasiones lo contrario de lo que piensan en materias hacendarias o de fomento, me acuerdo de una añeja historia, repetida en muchas versiones y recogida por más de un escritor clásico. Quizá usted ya la conozca, pero se la narraré aquí, para beneficio general.

Cuentan que una noche, hace siglos, un pícaro estudiante salmatino pidió posada en una casa donde ama y criada, en ausencia del dueño del hogar, se disponían a solazarse con sus amantes, a saber, el barbero y el sacristán del pueblo. El joven fue admitido, a condición de que ayudara a preparar los manjares de la cena y se cociera la lengua respecto a todo lo que allí sucediese.

Mas he aquí que, por las razones que hayan sido, el esposo engañado volvió de improviso, y estudiante, barbero y sacristán tuvieron que correr a esconderse, con todo y las viandas que cocinaban. Los dos amantes se metieron a la carbonera, mientras que el joven prefirió el pajar. Apenas el marido relataba a las mujeres los motivos de su inesperado retorno, cuando el estudiante empezó a gritar a todo pulmón que se ahogaba. Las mujeres explicaron como mejor pudieron su presencia en el pajar, y él, salido del escondrijo, puso en juego su malévolo ingenio no sólo para salir bien librado, sino para cenar y divertirse a costa de todos.

Dijo haber aprendido en Salamanca unas artes secretas que a nadie revelaría, por temor a la Inquisición. Picada

*Pasa a la página 4*

# Los Genios



Algunos genios ha habido en la Historia Universal del Geniocidio que propusieron la vuelta de la humanidad a la Edad Media. Otros, más atrevidos, plantearon regresar a los procedimientos del Imperio Romano y aun a los de Esparta, con sus métodos francos y eficaces para reducir la población de esclavos. Pero nadie hasta ahora se había atrevido a plantear algo de veras radical, merecedor de la distinción que nuestro comité de selección otorga a los genios de estos rumbos.

Tocó a un genio mexicano salir con la proposición abierta de retornar nada menos que a la economía de caza y recolección. Humberto Granados Espitia nos espeta en su genial ensayo sobre "La cría de mamíferos salvajes como fuente de alimentos", publicado en la revista *Ciencia y Desarrollo* (julio-agosto de 1985), la más sensacional alternativa alimentaria para el Tercer Mundo.

Ignoramos el grado de salvajismo en que transcurrió la infancia de Granados Espitia. Pero cualesquiera que hayan sido sus experiencias de contacto con animales, nuestro galardonado de esta ocasión quiere sustituir el ganado doméstico, que depreda la naturaleza, con la cría de mamíferos salvajes en su propio habitat. ¿La razón? "Debemos avanzar", dice este genio, "hacia sistemas que no requieran las grandes importaciones de energéticos que nos vemos obligados a hacer actualmente. Debemos llegar a cero en la importación de energéticos. Sólo entonces habremos logrado convertirnos en una entidad estabilizada".

Más o menos como los muertos, o tal vez como las piedras. . .

Que con semejante economía no se sostienen ni diez mil monos salvajes es cosa que no preocupa a un genio de la estatura de Granados Espitia. El, filósofo de la vida salvaje, tiene mucho qué decir contra "la prepotencia y la vanidad humana", que han hecho al hombre "sentirse amo, señor, dominador y transformador de la naturaleza".

Honor a quien honor merece. Que le den a Granados su hacha de piedra y lo envíen a donde se sienta a gusto, en íntimo contacto con mamíferos salvajes.

## La Corriente de Humboldt

*Viene de la página 3*

la curiosidad del crédulo marido, tras mucho hacerse el remolón para más encenderla, el joven hizo prometer a éste que a nadie diría cosa alguna de lo que viese u oyese. Y acto seguido, con palabras que pudieran entender bien los escondidos, invocó a dos demonios, pretendidos sirvientes suyos, que traerían y servirían una rica cena. Tuvo la audacia el salmantino de decir que sus demonios, por no asustar a

nadie, aparecerían en la figura de dos vecinos del lugar.

Los dos tiznados amantes aparecieron incontinenti, con la canasta de las viandas, siguiéndole el juego al estudiante, de cuya voluntad había pasado a depender su integridad física y aun, quizá, su vida. Las dos casquivanas, en el trance, adoptaron la misma salvadora conducta. El estudiante, dueño de la situación, dio órdenes, hizo servir los platos y entretuvo al marido con una laberíntica charla de los mil diablos.

Finalmente, marido, mujeres,

amantes y flamante encantador de demonios, todos juntos, cenaron muy contentos, departieron y hasta cantaron un elogio a Salamanca, donde tan peculiares artes se aprenden. El cornudo —cuya imbécil creencia en la magia manipuló el estudiante— nunca vio lo que tenía ante los ojos.

O no quiso verlo, que para el caso es lo mismo.

Lo saluda con afecto

*Humboldt,*



NSIPS/Javier Almarino

De izquierda a derecha, el ingeniero nuclear Ramtanu Maitra, director de la revista *Fusion Asia*; Jorge Carrillo, entonces vicepresidente de la Unión de Trabajadores de Colombia (UTC) y ahora ministro de Trabajo; Daniel Palacios Martínez, senador por el departamento del Chocó; Guillermo Silva, presidente de la Sociedad Colombiana de Economistas; Jaime Bateman, de la Sociedad Colombiana de Ingenieros; mayor (ret.) Rafael Convers, ingeniero civil de la Sociedad Geográfica de Colombia.

# Construirá Colombia el segundo canal interoceánico de América

El canal interoceánico Atrato-Truandó "rendirá beneficios con creces, no solamente para la región, sino para todo el país. La economía tenderá a dispararse, para usar un término profesional, con la inversión, con el esfuerzo, con el desarrollo de este proyecto, de manera que cuando culmine, o sea hacia finales del siglo, tendremos otro país y tendremos, como dijimos ayer, un puesto digno entre las naciones del mundo", dijo el doctor Guillermo Silva, presidente de la Sociedad Colombiana de Economistas, Regional Bogotá-Cundinamarca, al clausurar el seminario que tuvo lugar los días 8 y 9 de agosto en la capital colombiana para examinar las consecuencias y la urgencia de emprender esa magna obra de infraestructura.

El seminario sobre el canal interoceánico Atrato-Truandó fue auspiciado por la Sociedad Colombiana de Economistas, la Sociedad Geográfica de Colombia y la Asociación Colombiana de Energía de Fusión. Tomaron la palabra en ese foro ingenieros, expertos economistas y representantes de diversos sectores de la población, entre ellos Jorge Carrillo Rojas, vicepresidente de la Unión de Trabajadores de Colombia (UTC) y presidente de la Unión de Trabajadores de Bogotá y Cundinamarca (UTRABOC). El 20 de agosto, el presidente Belisario Betancur nombró a Carrillo ministro de Trabajo, cargo del que se posesionó el 2 de septiembre.

"La UTC, y la UTRABOC en particular, han defendido en numerosas oca-

siones la iniciación de grandes proyectos de desarrollo económico como el canal interoceánico a nivel Atrato-Truandó", dijo Carrillo Rojas en su exposición ante el seminario. "Más importante aun que la cantidad de personas que se emplean directamente en la construcción y en el manejo del canal es el aumento de productividad que aportaría a toda la economía. Pensemos en que la construcción del canal crearía las bases para un asentamiento inicial de por lo menos 250.000 personas, que tendrían diversos tipos de empleos en proyectos económicos que aquí se han descrito, que no tendrían ninguna posibilidad en caso de no construirse el canal. Pensemos que con el canal estamos integrando a una región del territorio nacional a la eco-



NSIPS. Javier Almario

En la feria internacional Agroexpo 85, realizada en Bogotá, una de las exhibiciones más llamativas fue la maqueta del canal Atrato-Truandó presentada por la Asociación Colombiana de Energía de Fusión (ACEF).

nomía nacional."

"He tenido conocimiento de que Japón ha estado interesado en la compra del carbón del Cerrejón, pero que no es rentable comprarlo porque el canal de Panamá sólo permite el tránsito de barcos pequeños, en los cuales no es rentable el transporte de carbón. Con el [nuevo] canal se abriría todo el Oriente a la exportación de nuestros productos", agregó Carrillo. "También tuve conocimiento de que Japón deseaba comprar frutas tropicales como el mango, la sandía y el melón de la costa atlántica, pero tenían el mismo problema que con el carbón. En otras palabras, estos frutos se podrían cultivar a escala para exportación".

"Construyamos el canal", dijo. "A los que se preocupan por el financiamiento les podemos decir que el servicio de la deuda externa del gobierno co-

lombiano durante este año será de 1.700 millones de dólares. Si suponemos que esta cantidad será similar en los tres años siguientes, con sólo suspender el pago del servicio de la deuda podríamos financiar en tres años la construcción del canal Atrato-Truandó."

#### 'Nuestra conquista de la Luna'

El ambiente del seminario fue de marcado optimismo. "El proyecto del canal interoceánico Atrato-Truandó tiene que ser nuestra NASA, nuestro proyecto de viajes interplanetarios, nuestra colonización de la Luna", exclamó una asistente, proveniente del departamento del Chocó, de la región en la que se construirá el canal.

La obra, en efecto, como lo expuso en el seminario Rafael Convers Pinzón, mayor retirado e ingeniero civil, será monumental: tendrá 166 kilómetros de largo, 500 metros de ancho en

el fondo del canal y 600 en la superficie, una profundidad de 35 metros, e irá desde el Golfo de Urabá en el océano Atlántico hasta la Bahía Humboldt en el Pacífico, a través de los valles del río Atrato y el río Truandó. Es posible que 26 kilómetros se excaven con explosiones nucleares.

Convers destacó ante los asistentes la magnitud de la obra. Pero subrayó, a la vez, que la sola riqueza de la región —madera, carbón, petróleo y la valorización misma de las tierras— puede costear en gran parte el canal. En el propio seminario, el ingeniero forestal Jorge Castro confirmó que los bosques de la región del canal están valuados en 2.000 millones de dólares. El costo de la construcción del canal será de aproximadamente 5.000 millones de dólares.

El mayor Convers propuso la construcción de complejos industriales que aprovechen la riqueza de la zona, así como la construcción de tres superpuertos o metrópolis industriales ubicados en la Bahía Humboldt, en el golfo de Urabá, y en la mitad del canal, cerca de Riosucio, Antioquia.

"Con la riqueza energética se desarrollará el complejo industrial y agropecuario de la zona del canal, y sus tres superpuertos, y sobrará energía para exportar a América Central. La construcción del canal Atrato-Truandó dará pleno empleo a los colombianos, acabando con la violencia. Será la redención económica del país", dijo el mayor Convers, quien luego fue encargado por los participantes de presidir la Junta Cívica pro Canal Atrato-Truandó, que se constituyó como fruto de la reunión.

El foro contó con la participación del ingeniero nuclear indio Ramtanu Maitra, miembro de la Fusion Energy Foundation y director de la revista *Fusion Asia*, quien explicó a los asistentes el éxito que tuvo la campaña de la FEF en pro de que se construya el canal de Kra, proyecto en el que obtuvo el apoyo del gobierno y la población de Tailandia. El ingeniero Maitra explicó por qué el método más barato de construir canales es excavarlos con explosiones nucleares.

Javier Almario, en representación del semanario internacional *Executive Intelligence Review*, demostró que sin la construcción del Atrato-Truandó la



economía colombiana permanecería estancada indefinidamente, mientras que con la construcción del canal y de los proyectos industriales anexos, para el año 2000 la economía estaría creciendo a un ritmo sin precedente.

"El principal problema de la economía colombiana es la carencia de infraestructura adecuada. Esa es la razón del estancamiento generalizado de la economía en los últimos años. Cuando no hay carreteras adecuadas ni en número suficiente, cuando no hay suficientes vías férreas ni transporte acuático, los empresarios sólo pueden pensar en industrias que abastezcan un mercado pequeño, regional. Por los costos del transporte, no les parece factible montar industrias grandes para el mercado internacional o aun el nacional. Con una infraestructura adecuada, sí es factible pensar en grande, y el canal Atrato-Truandó es parte sustancial del mejoramiento de la infraestructura y se convertirá en motor de desarrollo económico nacional", expuso Almario.

El economista agregó que, de no construirse el canal, "la economía productiva mantendrá en Colombia, en el mejor de los casos, el estancamiento que ha sufrido en los últimos años; es decir, sólo crecerá en 0,4 por ciento anual". En cambio, si se contruye el canal, se hará florecer en la zona del canal la industria maderera, la elaboración de pulpa de papel, el beneficio de la bauxita, la industria química, la siderurgia y otras actividades que se beneficiarán del transporte barato. "La economía experimentará un crecimiento de 7,2 por ciento en 1995 y 6,6 en el 2000. Si a ello agregamos las industrias que abastecerán al canal y si, además, renovamos el resto de la infraestructura nacional y consideramos el crecimiento de las industrias de consumo y otros renglones merced a las nuevas obras de infraestructura, la economía crecerá al 12,8 por ciento en 1995 y al 11,7 por ciento en el 2000."

"Por otra parte, considerando un incremento sustancial de la productividad de estas industrias, el solo sector manufacturero generaría 1.575.000 nuevos empleos, es decir, más del triple de los empleos industriales que registra el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, basado en una encuesta directa con la industria na-

cional. La cifra del DANE es únicamente 475.000 empleos industriales."

#### Sembradores de pesimismo

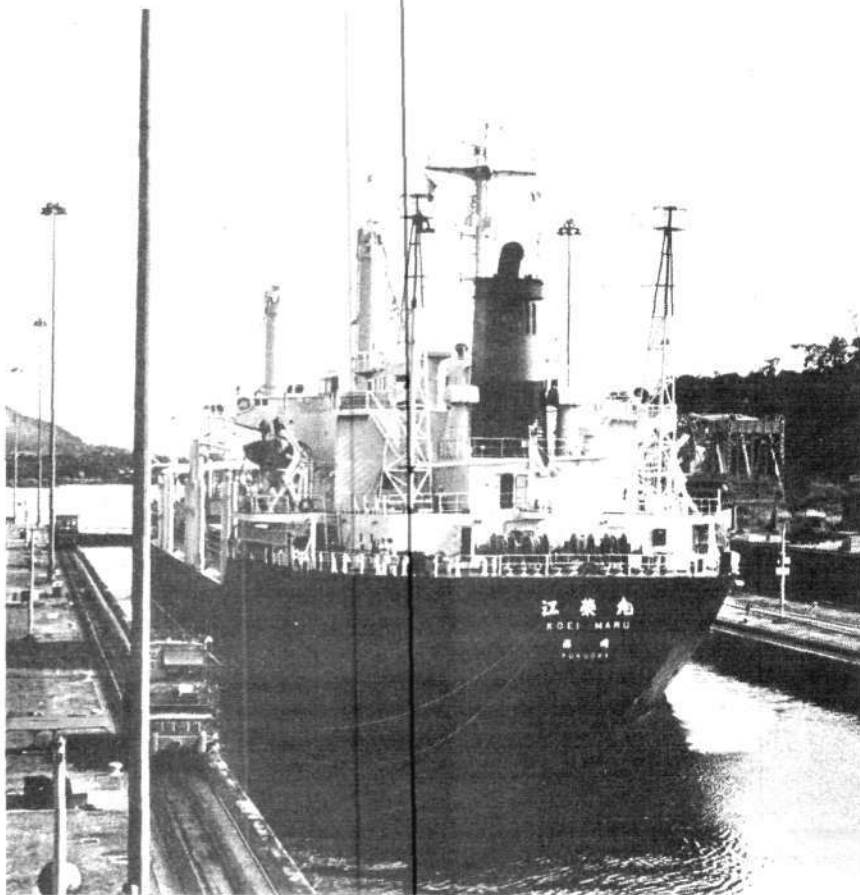
Precisamente en este punto, los expositores echaron por tierra los argumentos que en contra de la construcción del canal vienen levantando diversos grupos de antropólogos, ecologistas y comunistas. Se sabe que varios de estos grupos reciben órdenes directas de la mafia narcotraficante, que ve en el proyecto de construir el canal un ataque a sus intereses.

Un indígena de la tribu ganapaga, perteneciente a la Fundación Indígena Catayumal, se levantó para expresar que "los indígenas no estamos contra la construcción del canal. Nosotros vivimos en esa región, pero no nos vamos a cerrar a la banda para impedir la construcción del canal hasta que de pronto algún día el agua del canal nos arrastre. Los antropólogos y los co-

munistas nos han querido lavar el cerebro para que nos opongamos al desarrollo de esta gran obra. Pero no nos podemos oponer al desarrollo de la nación, al bienestar del país. Lo que queremos es que se nos respeten los derechos, que nos den nuevas tierras y que nos den participación directa en la obra".

El doctor Guillermo Silva, moderador del foro, calificó dicha intervención de "la más bella que hemos tenido en estos dos días de conferencias". Las palabras del indígena también desvirtuaron las declaraciones de un representante del Instituto Colombiano de Reforma Agraria, Gregorio Ortiz, quien había afirmado el día anterior que el asentamiento de 1.200 indígenas en la zona del canal se constituía en un serio obstáculo a la construcción del mismo.

Pedro Rubio, secretario general de



Las buques que todavía caben por el canal de Panamá esperan turno a veces hasta una semana. Por eso se ha propuesto un segundo canal, que debiera construirse a nivel del mar, uniendo las cauces de los ríos colombianos Atrato y Truandó. El resultado sería un moderno canal de dos vías, con capacidad para buques de gran calado.



*El dibujo que Christopher Sloan hizo del canal de Kra representa la entrada del canal en el puerto Songkhla. Al frente a la izquierda se ve una central nucleoelectrónica. El puerto está a la derecha y la zona industrial se ve al fondo. Como el ingeniero Maitra explicó en su exposición, hay que aprender de las lecciones del proyecto del canal de Kra en Tailandia.*

la Unión de Trabajadores de Bogotá y Cundinamarca (UTRABOC) ya había rebatido a Ortiz. "Mil doscientos indígenas no pueden determinar el futuro de 30 millones de colombianos, ni mucho menos el futuro de 4.000 millones de habitantes, porque en realidad el canal es una necesidad del mundo", dijo Rubio.

#### **El monetarismo, obstáculo mayor**

En sus palabras de clausura, el doctor Silva subrayó que "en la profesión de los economistas estamos divididos en dos grandes escuelas: aquellos que

por formación académica siguen las corrientes monetaristas que con Adam Smith tomaron mucho auge en el mundo occidental hasta que, finalmente, desde el año de 1876 en los Estados Unidos, lograron derrotar todo el sistema norteamericano de economía política, al cambiar los principios sobre los cuales se había desarrollado la economía norteamericana, que comenzó con la revolución en 1776, revolución que se hizo justamente contra los principios del señor Adam Smith y que ahora están de moda de nuevo

encabezados por el señor Milton Friedman, por ejemplo, de la Universidad de Chicago".

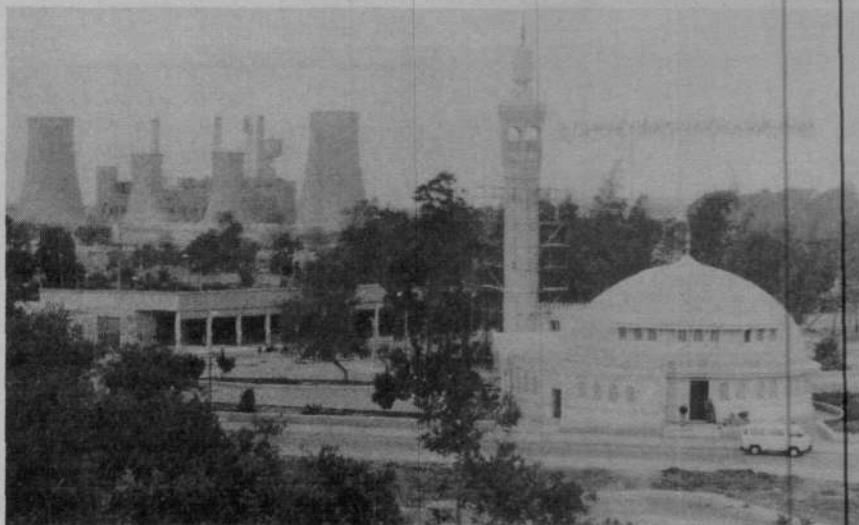
Silva expuso que una obra de éstas no tiene que ser financiada necesariamente con moneda extranjera, e invitó a sus oyentes a concebir el país como una sola unidad agroindustrial. "No tenemos que pedirle prestado al vecino para hacer una cerca; uno corta unos palos y hace la cerca, dentro de su mismo territorio", dijo.

Frente a los monetaristas, "están los economistas que piensan como pienso yo, que lo que debe impulsarse y favorecerse es la economía real, la economía de la producción, la producción de bienes físicos, para lo cual siempre los ingenieros de todas las ramas me han acompañado, porque los ingenieros, como los arquitectos—ingenieros de todos los sectores, civiles, eléctricos, agrónomos, etc.— hacen obras tangibles; hacen trabajos que pueden tocar con sus manos como los obreros, y como los campesinos".

"La organización de este foro", agregó, "se debe justamente a eso, a poner delante del país el ejemplo de una obra importante, una obra que se puede hacer con nuestro sentimiento, con nuestros obreros, con nuestra arena, con nuestro cemento, con nuestro hierro, sin necesidad mayor de intervenciones extranjeras, excepto asesorías que nuestros ingenieros puedan necesitar, particularmente en el campo de la energía nuclear que se ha mencionado y dentro del cual sabemos que no tenemos experiencia. Pero tenemos experiencia en países hermanos, en Brasil, en Argentina, y nosotros somos muy buenos amigos de los Estados Unidos y del pueblo de los Estados Unidos. Sabemos que hay ingenieros en los Estados Unidos que nos pueden ayudar también a desarrollar este proyecto. Es decir, como asesores, como buenos amigos, para que la obra sea nuestra, porque tenemos derecho a ella."

En el seminario también hablaron: el congresista Daniel Palacios, el ingeniero químico Jean-Louis Serre, Jaime Bateman, de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, Clemente Garvito, de la Sociedad Geográfica de Colombia y José Torres, del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

— Henry Riascos



## Ocho centrales nucleares planea Egipto

De aquí al año 2005, Egipto construirá ocho centrales nucleares de 1.000 megavatios cada una, según anunció el ingeniero Maher Abaza, ministro de Energía y Electricidad de esa nación. Se calcula que el costo total del proyecto será de cerca de 36.000 millones de dólares.

El primer paso de este gran programa nuclear —el primero de tal envergadura en el continente africano, y apenas menor que el de India— se dará cuando El Cairo firme contrato con una de las tres compañías licitantes: Framatome, de Francia; KWU, de Alemania Federal; y Westinghouse, de los Estados Unidos. Todas han propuesto una primera central de 1.000 megavatios de potencia a un costo de entre 1.100 y 2.500 millones de dólares, y por lo menos Westinghouse está dispuesta a iniciar labores para una segunda también.

La primera central atómica se levantará en El Dabaa, a unos 150 kilómetros de Alejandría, sobre la costa del Mediterráneo. Reveló Abaza que se cuenta ya con los primeros 700 millones de dólares para poner en marcha la obra, obtenidos de un fondo especial que sale de las ventas de petróleo. El resto del dinero vendrá de las agencias de crédito estatal de las compañías participantes.

No ha sido fácil para Egipto realizar la tarea que se propuso hace algunos

años, de basar su desarrollo económico en el aprovechamiento de fuentes de energía más avanzadas; sin duda encontrará más de un obstáculo en el futuro también. El Cairo solicitó de los Estados Unidos unos 2.000 millones de dólares de auxilio económico adicional, pero difícilmente recibirá 500 millones en este año. Al mismo tiempo, se halla en difíciles negociaciones con el Fondo Monetario Internacional para obtener otro préstamo de 500 millones.

El FMI se había negado a discutir siquiera un préstamo de 1.000 a 2.000 millones de dólares, debido a la negativa del gobierno egipcio a adoptar de lleno las "condiciones" que exigía el FMI. Aceptó discutir el préstamo de 500 millones supuestamente porque Egipto, siguiendo sus instrucciones, devaluó la libra egipcia por más de 20 por ciento en lo que va del año.

Pero tan sólo en el año en curso El Cairo debe pagar cerca de 481,6 millones de dólares en servicio de su deuda militar con los Estados Unidos. La imposibilidad de pagar semejantes cuotas en septiembre del año pasado recibió respuesta inmediata del Congreso estadounidense: éste amenazó con suspenderle toda ayuda económica a Egipto si no pagaba para julio de 1985. Egipto pagó la suma pendiente en febrero de este mismo año, en vísperas del viaje del presidente Mubarak a

reunirse con Ronald Reagan en los Estados Unidos.

Aún más espectacular ha sido la vertiginosa caída de los ingresos egipcios en divisas extranjeras a partir de la baja de los precios del petróleo y la saturación del mercado petrolero. Los ingresos remitidos a Egipto por sus naturales que trabajan en el exterior han caído de 3.600 millones de dólares para el período 1983-1984 a 1.500 millones para el período 1984-1985, según el primer ministro Hassan Ali.

Si bien hay quienes atribuyen lo anterior a las medidas del ex ministro de Hacienda Mustafa al Saeed —quien renunció en marzo debido a presiones del FMI y la mafia bancaria—, la realidad es bien distinta. La crisis de los mercados del petróleo ha llevado a muchos países del Golfo Pérsico a despedir grandes cantidades de trabajadores extranjeros, tanto empleados directamente en la industria petrolera como en actividades conexas.

Pese a tal fardo económico, la energía nuclear ha surgido rápidamente como el *sine qua non* de la sobrevivencia de Egipto. Por más de tres décadas, la principal fuente de energía de Egipto ha sido la presa de Aswan, que se ha vuelto demasiado vulnerable. La continua sequía que asuela África ha reducido el nivel de agua de la represa de 184 a 124 metros, creando condiciones para una crisis de alcance imprevisible el año entrante.

El hecho es que la población egipcia seguirá creciendo, y Egipto necesita una fuerza de trabajo mayor. Las obras de desarrollo en el desierto, las nuevas ciudades y la apertura de tierras al cultivo son sencillamente esenciales. Por consiguiente, a la par que busca asegurar mediante la construcción de centrales nucleares la energía que necesita el país, el gobierno egipcio ha dado inicio a una serie de obras hidráulicas. Se construyen nuevos canales de riego en torno a las principales ciudades, al igual que instalaciones de tratamiento de aguas usadas. A la vez, se ejecuta un programa para mejorar la red hidráulica del río Nilo desde el delta hasta Uganda, pasando por el Sudán. Un elemento que se necesita urgentemente para completar las obras es el canal de Jonglei. Cualquier cosa menos condenaría a Egipto al caos.

— Thierry Lalevé



Centro de investigación atómica Bhabha. Al frente el reactor experimental Cirus.



Cometa Tago-Sato-Kosaka

### EL REACTOR EXPERIMENTAL INDIO DHRUVA ENTRA EN OPERACION

El 8 de agosto de este año, el reactor nuclear Dhruva, proyectado y construido totalmente en India, alcanzó la condición crítica. El reactor se encuentra ubicado en el Centro de Investigaciones Atómicas Bhabha y generará cerca de 100 megavatios. "Es un hito en el programa de energía atómica de la India", dijo el doctor Raja Ramanna, director de la Comisión de Energía Atómica, al anunciar las buenas nuevas.

El Dhruva tiene el doble del tamaño del viejo reactor canadiense Cirus montado en el mismo centro y al cual sustituirá como fuente de plutonio para el reactor de cría que se construye en el centro de investigación de Kalpakkam. También ayudará a aumentar la producción de isótopos de iodo 131 y cromo 51.

### EL CONGRESO DE LOS EU QUIERE CORTAR EL PRESUPUESTO DE FUSION

La Cámara de Representantes de los Estados Unidos intenta mocharle cinco millones de dólares al presupuesto de investigación científica y técnica en el área de la fusión termonuclear para el año fiscal 1986. De por sí, el gobierno ya propuso un presupuesto mutilado, de apenas 390 millones de dólares, menor que el de 440 millones de dólares que se le dio a la fusión en el año fiscal 1985.

### DISCUTE EL PARLAMENTO TAILANDES EL CANAL DE KRA

Pakdee Tanapura, representante de la Fusion Energy Foundation en Bangkok, rindió testimonio sobre el proyecto del canal de Kra ante el comité especial del parlamento tailandés que examina la cuestión. Tanapura expuso la importancia de la obra para el desarrollo económico de la cuenca del Indico y el Pacífico. Además de los ingresos que obtendría el Estado tailandés por peaje, la obra traería tremendos beneficios sociales y económicos a la región. El canal generaría de 3 a 5 millones de empleos y estimularía el rápido crecimiento industrial de Tailandia, dijo Tanapura.

Pakdee Tanapura también expuso el proyecto del canal de Kra en la última reunión de la confederación de agrupaciones de comerciantes de Tailandia, e hizo ver que es la alternativa a las propuestas de crecimiento cero del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional.

### CINCO SONIDAS PARA ESTUDIAR EL COMETA "HALLEY"

El 2 de julio, la Entidad Espacial Europea envió al espacio la sonda Giotto, que se encontrará en marzo de 1986 con el cometa "Halley", que visita las proximidades de la Tierra después de 76 años de ausencia. Giotto es una de las cinco sondas espaciales enviadas en busca del cometa. El aparato recibió su nombre en memoria del pintor italiano Giotto di Bondone, quien observó el astro en 1301 y lo pintó como la Estrella de Belén en su *Adoración de los Magos*.

Para esta visita del "Halley", la Unión Soviética lanzó dos sondas, VEGA 1 y VEGA 2, con participación de Bulgaria, Brasil y Francia; su viaje se aprovecha para hacer también estudios de Venus. Japón, por su parte, envió las sondas MS-T5 y Planeta A.

### ESTUDIAN EFECTOS MAGNETICOS EN METALES LIQUIDOS

El equipo más grande del mundo para estudiar los efectos de los campos magnéticos en metales líquidos en movimiento empezó a trabajar en el Laboratorio Nacional Argona de los Estados Unidos. "Sabemos que las fuerzas magnéticas pueden modificar las pautas que siguen los metales líquidos al fluir, pero se ha investigado muy poco qué pautas seguirán en el campo magnético de un reactor de fusión", dijo Richard Mattas, administrador de los equipos.

La meta de los trabajos es determinar cómo se comportarán los metales líquidos al fluir por tubos de diferentes formas y dimensiones, rodeados de campos magnéticos de intensidad variable. Se estudiará cómo fluye una mezcla de potasio y sodio líquidos en un campo de hasta 2,0 teslas (más o menos 50.000 veces la fuerza del campo magnético de la Tierra).

### CAMPAÑA EN PRO DE QUE SE COMBATA EN SERIO EL SIDA

El Comité Nacional Programático Demócrata de los Estados Unidos (NDPC, sus siglas en inglés) presentó en agosto un proyecto de ley para que se emprenda el combate en serio contra el síndrome de inmunodeficiencia adquirida. El proyecto propone aislar los casos conocidos de esta enfermedad hasta ahora incurable, al mismo tiempo que se concentran esfuerzos en la búsqueda de tratamiento eficaz.

El número de casos confirmados pasa actualmente de 12.000, pero la mayoría de los investigadores médicos coinciden en que por cada caso reportado debe haber por lo menos diez no diagnosticados. La frecuencia de aparición de nuevos casos de *sida* se dobla cada seis meses, ritmo mayor que el de la peste bubónica durante sus fases de mayor morbilidad. Ningún enfermo ha sobrevivido más de unos tres años, y no se conoce todavía ningún cura o tratamiento. En 1984, en la ciudad de Nueva York, el *sida* fue la principal causa de muerte entre varones de 30 a 34 años de edad; entre mujeres de esa edad, el *sida* fue la segunda causa de muerte.

### CRECE EL DESIERTO DEL SAHARA

Derek Winstanley, meteorólogo británico que trabaja en el Servicio Oceánico y Atmosférico Nacional de los Estados Unidos, afirma que el desierto del Sahara se expande hacia el sur a razón de 12 kilómetros por año. Winstanley advirtió que, si no hay pronto lluvias abundantes, el desierto se tragará inexorablemente a siete naciones, y que entre 20 y 30 millones de personas tendrán que abandonar esa región o morirán de hambre. Por lo menos dos países —Chad y Mali— se tendrán que abandonar por completo, considera el experto.

### LA FEF SE APUNTA UN TANTO FRENTE LOS SOVIETICOS

La Fusion Energy Foundation le ganó una escaramuza a la delegación soviética en la feria espacial semestral Le Bourget, que se celebra en París, Francia. Los soviéticos trataron una y otra vez de hacer cerrar el puesto de la FEF porque tenía letreros que decían "Por el reestablecimiento de la alianza occidental", "Por la conquista del espacio" y "Mejor armas de rayos en el firmamento que un Antonov en el fundamento". Los soviéticos anunciaban la gigantesca aeronave Antonov-124, la más grande de la feria.

Bajo presión soviética, las autoridades de la feria le pidieron a la FEF que quitaran el letrero que hacía referencia al Antonov, porque de otro modo los soviéticos abandonarían la feria. Sin embargo, los representantes de la FEF convencieron a las autoridades de la necesidad de instruir a los viandantes sobre el propósito de las armas de rayos.

### LA NASA INSTALARA UNA FABRICA FARMACEUTICA EN ORBITA

El 21 de agosto, el director de la NASA, James M. Beegs, y el presidente de Space Industry, Inc., Max Faget, firmaron un acuerdo para instalar una fábrica químico-farmacéutica en el espacio. La fábrica, según informó Faget, ocupará un volumen de cerca de 71 metros cúbicos y pesará poco más de 13.500 kilogramos.

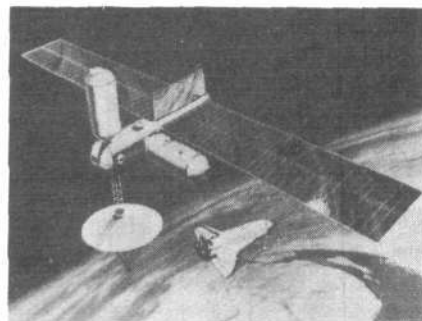
La nave funcionará de manera automática. Sólo necesitará personal para mantenerla, repararla, llevarle las materias primas y transportar los productos terminados a la Tierra. La idea es, dijo Faget, instalar esta primera unidad en el espacio y después alinear varias unidades como los vagones de un tren. "Si las cosas salen como lo pensamos, ésta será una empresa muy provechosa para todo el mundo".

### MEXICO TOMA MEDIDAS DE URGENCIA CONTRA LA MALARIA

El gobierno mexicano anunció el 11 de julio que emprendería un programa de tres años para erradicar la malaria en las regiones en que se ha reportado un gran número de casos. Según la Secretaría de Salubridad y Asistencia, las regiones más afectadas son Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Oaxaca y Guerrero.



Un trío de homosexuales neoyorquinos manifiesta su simpatía por Walter Mondale en la contienda electoral de 1984.



Estacion espacial tripulada (dibujo de la NASA).

A hand-drawn illustration of the zodiac constellations. It shows a figure for Aquarius (labeled 'Aquarius') and a bull for Capricorn (labeled 'Capri-cornus'). The background is filled with stars of varying sizes.

# Astronomía

Se debe revivir la antigua ciencia de la astronomía para educar a la gente y derrotar a la astrología, el arma secreta de la oligarquía en su victoriosa guerra de siglos contra la razón.

## La fundación del método científico

por Jonathan Tennenbaum

Hace poco, un periódico de Alemania Federal informaba que uno de los principales renglones de gastos en las empresas alemanas es ¡el pago de astrólogos! Muchas empresas, al parecer, tienen su "astrólogo privado", que les lee las estrellas para que puedan decidir si firman un contrato y cuándo.

En Italia, uno de los más famosos físicos europeos, el profesor Amaldi, quien dirigió los trabajos del acelerador de partículas CERN, de Ginebra, y destaca en el movimiento Pugwash en pro del desarme, realiza hoy experimentos para estudiar ¡cómo envían señales electromagnéticas al centro de la galaxia los animales en agonía!

Decenas de millones de amas de casa leen la sección diaria de horóscopos de sus revistas de modas, insertos entre los últimos chismes sobre los reyes, reinas y príncipes de Mónaco y Lichtenstein.

No se trata de un fenómeno exclusivamente europeo. Robert McNamara, ex secretario de Defensa de los Estados Unidos, ex director del Banco Mundial y uno de los dirigentes actuales del "movimiento pacifista" en ese país, tiene



Arriba: Ilustración del zodiaco. Abajo: Esfera armilar inglesa, de alrededor de 1730.

también una relación peculiar con los cuerpos celestes: se dice que pertenece a una secta cuyos fieles salen a los bosques en las noches de plenilunio y se desnudan para tomar baños de luna.

¿Creen ustedes que todo esto son tonterías inofensivas? ¿Qué pensaría cualquiera de ustedes si su médico consultara a las estrellas para decidir si les extirpa o no el apéndice? ¿Se sentirían seguros si se enteraran que los despliegues militares de la OTAN se planean según las fases de la Luna y de Venus?

Estoy seguro que muchos de ustedes han levantado ocasionalmente la vista de su diario matutino y exclamado: "¿Qué pasa? ¿Acaso el mundo está enloqueciendo?"

De hecho, en un sentido estricto, el mundo está enloqueciendo. Se vuelve loco gracias a las rancias familias oligarcas que desde siempre le han declarado la guerra a la razón para asegurar su dominio arbitrario sobre las masas ignorantes y brutalizadas. Por desgracia, van ganando. El programa oligárquico, su declaración de guerra, ha salido a la luz pública. Le llaman "Edad de Acuario". Significa, como lo declara Marilyn Ferguson en su libro *La conspiración de Acuario*,<sup>1</sup> el fin de la racionalidad en una gran epidemia de charlatanería. Si esta conspiración logra sus fines, bien puede significar el fin de la especie humana. Como humanistas interesados en el futuro de la raza humana, tenemos que derrotar la Conspiración Acuaría.

En la lucha contra la oligarquía y la locura, nuestra arma es la ciencia. Si hemos de tener naciones republicanas, si los pueblos de estas naciones han de determinar qué política deben seguir estas naciones, con arreglo a sus propios intereses, entonces hay que educar a esos pueblos para que sean capaces de discernir el bien del mal, qué es realidad y qué es ilusión, fantasía o engaño. Sin embargo, la realidad, lo que es correcto y lo que es erróneo, no la determinan las meras opiniones de los padres, maestros, amigos, curas o la última edición del *The New York Times*. Todas ellas pueden resultar fatalmente erróneas; pueden estar infectadas ya de la locura astrológica.

### La ciencia contra la Conspiración Acuaría

Lo "correcto" y lo "erróneo" son cuestión de método científico, de cómo puede cada persona buscar la verdad sin tener que aceptar ciegamente cualesquier creencias o prejuicios que sus amigos o su sociedad pretendan imponerle. Si hemos de salvar al mundo de la Conspiración Acuaría, tenemos que saber qué es la realidad, cómo llegar a la verdad. Pero sobre todo, tenemos que ser capaces de impartir el método científico a los que nos rodean, de modo que puedan descubrir por sí mismos la realidad.

El fundamento del método científico es la astronomía: la pregunta básica de cómo está organizado el universo. Alguien puede preguntarme con asombro: "¿Quieres decir que tengo que conocer los movimientos de los planetas para participar en las elecciones? ¿No estarás tú mismo cayendo en la astrología contra la cual nos acabas de poner en guardia? ¿Qué tienen que ver las estrellas con los problemas de la Tierra?"

Les diré un secreto: estemos concientes o no, cada pensamiento, cada opinión, cada juicio que nos formamos se apoya en ciertas ideas subyacentes acerca de cómo funcio-

na el universo, cómo se creó, cuáles son sus leyes fundamentales. Para mucha gente, estas ideas revisten la forma de *religión*; en términos más generales, forman parte de la *cultura* de toda sociedad. Habrá quienes digan: "¿Qué importa cómo funciona el universo; a mí no me afecta en lo más mínimo cómo giran los planetas." Esa gente no hace sino afirmar que el universo se creó para satisfacer sus deseos infantiles. Tal es su hipótesis, nada científica. Dichas personas sólo cambian de idea cuando algo cae del cielo y les da en la cabeza.

A lo largo de la historia, ha habido dos corrientes culturales principales, la una orientada hacia la ciencia, y la otra hacia la magia. Podemos hablar de dos formas básicas de cultura: la astronómica y la astrológica, conocidas también como cultura humanista y cultura oligárquica, respectivamente.

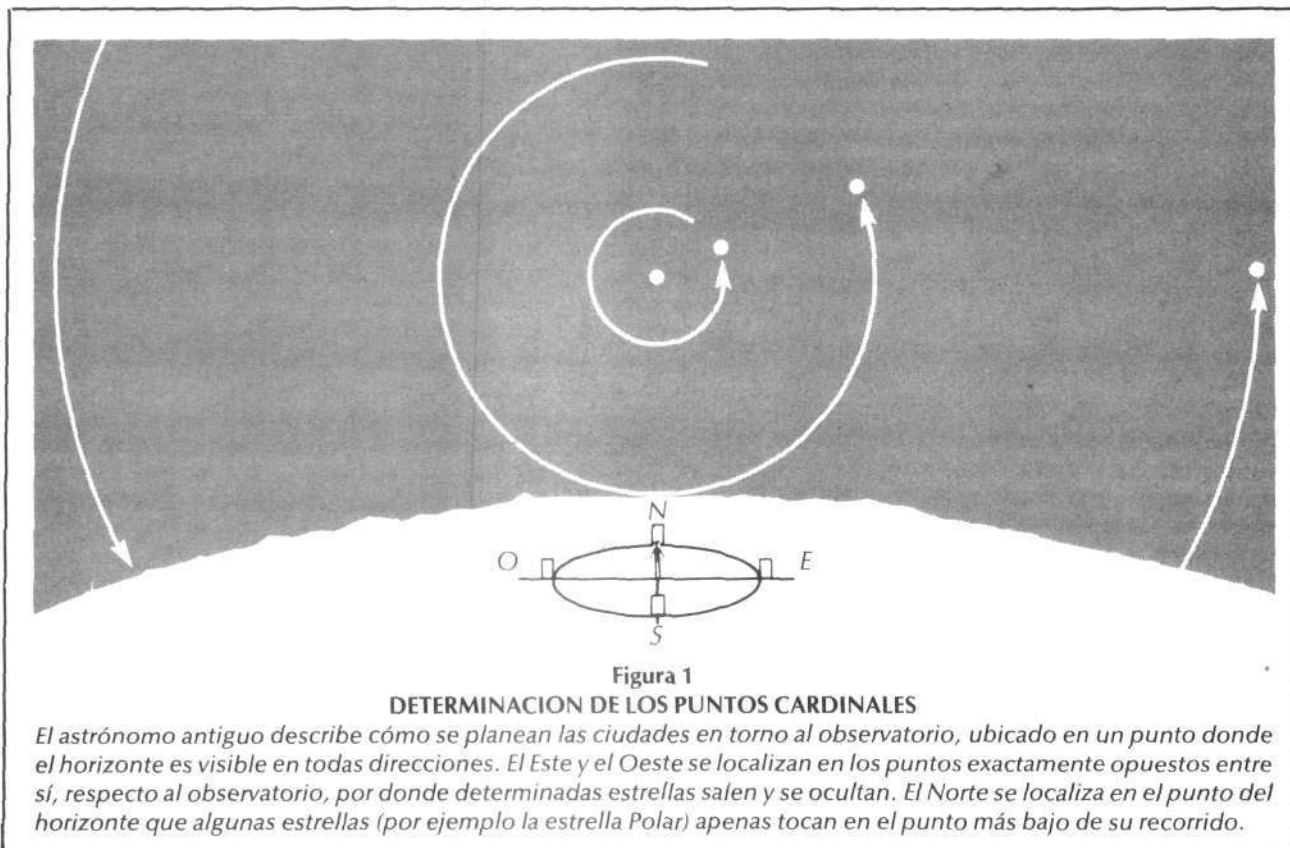
La lucha entre la cultura astronómica y la astrológica, la batalla por el método científico contra la superstición y la magia, se ha desenvuelto por más de 40.000 años. Echaré mano de las cuestiones más elementales de la astronomía —cómo está organizado nuestro sistema solar— para ilustrar y distinguir los métodos científico y oligárquico en el curso de los siglos.

El informe de primera mano que daré adelante, sobre lo que lograron los astrónomos prevédicos aproximadamente 40.000 años antes de Cristo, indica de qué modo abordaron la civilización antigua y los antiguos enemigos oligarcas de la cultura científica las cuestiones astronómicas básicas. Estas mismas ideas y método sirven de fundamento a los descubrimientos posteriores del astrónomo más grande de los tiempos modernos, Johannes Kepler. En cambio, Galileo, Descartes y Newton —lejos de ser los grandes protagonistas de la ciencia que nos presentan los cuentos de consumo popular—, se opusieron en realidad al método científico de Kepler y dieron paso a las versiones modernas de la superstición astrológica.

Los conspiradores de Acuario sólo han perpetuado la tradición de la insania pseudocientífica con su fábula de la "explosión primigenia" y los "quarks", copiada del antiguo culto egipcio a Isis y Osiris. Por fortuna, se ha empezado a trabajar en una nueva hipótesis acerca de las fases iniciales de desarrollo del sistema solar. Esta hipótesis, concebida por Lyndon H. LaRouche, miembro de la junta directiva de la Fusion Energy Foundation, representa la aplicación del método científico que hoy lleva la voz cantante en energía de fusión, astrofísica y física atómica, a una pregunta muy simple y fundamental: ¿De dónde vienen la Tierra y los demás planetas?

### La astronomía hace 40.000 años: informe de primera mano

El siguiente es el informe de uno de los astrónomos prevédicos más ilustres (cerca del año 40.000 aC.) sobre los grandes logros astronómicos de sus días. Admito que este informe no se encontró en excavaciones arqueológicas; se originó en las cercanías de mi máquina de escribir. Sin embargo, quizá no sea del todo irreal. (Recomendamos al lector interesado, acudir, entre otras fuentes, a las obras del gran erudito indio Tilak, donde encontrará material histórico sobre el grado de adelanto de la astronomía del período prevédico.)



No sabemos con exactitud quiénes fueron los primeros astrónomos; tampoco qué tanto y en qué forma avanzaron en su conocimiento de los cielos. Pero sí sabemos que construyeron calendarios astronómicos—medios para medir el tiempo y situar los acontecimientos en relación con los ciclos astronómicos— que delatan una mayor finura de método científico que el que se aplica aun en las ciencias técnicas de nuestros días.

Aparte de lo que podemos sacar en claro de documentos y tradiciones antiguos, nuestra propia comprensión del método científico nos abre la segunda vía indispensable para hacernos una imagen de la astronomía antigua. Es decir, ponernos en los zapatos de los astrónomos antiguos y preguntarnos qué hubiéramos hecho en su lugar, qué hubiéramos podido hacer sin instrumentos modernos, sin conocimientos previos, para construir desde cero, de la nada, una astronomía científica. Luego, podemos comparar nuestras ideas con lo que nos informan la arqueología y otras fuentes históricas, y formarnos así un juicio razonable de lo que debió ser la astronomía antigua.

Leeré ahora el informe de nuestro astrónomo.

\*\*\*\*\*

La mía es una nación de navegantes y constructores de ciudades. Hemos colonizado vastas regiones del mundo, desafiando los mares y océanos con nuestras naves y fundando nuevas ciudades por todas partes. Vivimos de pescar en las ricas aguas del mar y en las desembocaduras de los grandes ríos. Hemos invertido nuestra riqueza y tiempo libre en el aprovechamiento de las tierras altas, donde hemos abierto algunas explotaciones agrícolas. Quizá les

asombre que nosotros, 40.000 años antes del momento en que conocen este informe, pudiésemos surcar los océanos; en realidad es fácil, si se sabe astronomía tan bien como nosotros. No hacen falta instrumentos complicados; apenas un buen par de ojos.

Aun cuando poseemos una lengua escrita, tal vez les asombre saber que empleamos relaciones escritas mucho menos que su cultura o que la opresiva maquinaria burocrática de Babilonia, que, según alegan sus historiadores, es la predecesora de la civilización moderna. En lugar de eso, componemos y cantamos poesía hermosa, y por ese medio hacemos pasar nuestro conocimiento e historia de generación en generación, sin alteraciones, a lo largo de miles de años. Con este fin, nuestros ancestros le pusieron nombres a los grupos de estrellas e inventaron divertidos cuentecillos sobre ellos para ayudar a recordarlos. Así que conservamos relaciones astronómicas precisas desde hace miles de años, en forma de canciones astronómicas.

Permítanme explicar cómo planeamos las ciudades [figura 1]. Escogemos un lugar elevado, desde el que se domine todo el horizonte. Señalamos el lugar con una piedra grande: será el centro de la ciudad. Luego, observamos el movimiento de las estrellas desde este lugar. Eso es particularmente fácil en las regiones que se mantienen oscuras la mitad del año (las que ustedes llaman regiones polares); de otro modo, el Sol estorba la observación. En realidad, sabemos observar las estrellas incluso a plena luz del Sol. (¡Adivinen cómo!)

En todo caso, algunas estrellas aparecen por cierto punto en el horizonte y desaparecen por otro. Marcamos con piedras, situadas lo más lejos posible de nuestro centro, los



puntos del horizonte por donde salen y se ponen las estrellas más notables. Hay otras estrellas que nunca se ponen, sino que sólo giran en los cielos. Y hay algunas muy especiales, que apenas tocan el horizonte cuando más descienden. Este punto lo marcamos con una piedra especial; es el mismo para todas las estrellas de este grupo peculiar. Es lo que llamamos "Norte"; a la dirección opuesta la llamamos "Sur".

Otro grupo peculiar de estrellas salen y se ponen en puntos exactamente opuestos entre sí, respecto a nuestro punto de observación. También marcamos esos puntos con piedras especiales; al punto por donde se levantan le llamamos "Este" y a aquél por donde se ponen le llamamos "Oeste". Entonces construimos dos calzadas que pasan por el punto central, una de Este a Oeste y otra de Norte a Sur. Hacemos un cuadro en el centro y, en medio, un observatorio astronómico, en torno al cual edificamos el resto de la ciudad. Tal vez se pregunten por qué utilizamos las estrellas para trazar y echar los cimientos de nuestras ciudades. La tarea del observatorio es organizar los calendarios, pronosticar el tiempo y los cambios de las estaciones, las mareas y los movimientos de los peces y otras criaturas. Será, además, el lugar donde se eduquen los jóvenes y donde se conserven la historia y los archivos de la nación.

Todas las estrellas, con excepción de esas que ustedes llaman el Sol y los planetas, se mueven juntas, en círculos o partes de círculos, y siempre vuelven a sus posiciones originales en el mismo momento. A este ciclo estelar lo llamo "día". Pero necesitamos saber más; necesitamos saber dónde situar cada día en la historia del Universo. Necesitamos encontrar *ciclos mayores*, en los cuales cada día tenga el lugar que le corresponde. Para nosotros, esto es "navegar en el tiempo". Merced a los ciclos mayores, podemos formar una carta de la historia de la creación del Universo, a la cual llamamos calendario.

#### La elaboración de un calendario

Ahora bien, culturas diferentes elaboran sus calendarios según principios diferentes. Unos pueblos basan sus calendarios en los movimientos de la Luna, la cual se imaginan que es importantísima. (A tales pueblos los llamamos "lunáticos".) Otros usan a Venus. Algunos recurren simplemente al Sol. Y hay incluso quienes intentan unir ciclos diversos en un solo "gran año", problema por demás interesante.

En cuanto a mi cultura, nosotros seguimos perfeccionando nuestro calendario, tratando siempre de encontrar el máximo ciclo astronómico posible para que le sirva de base. Ello, porque creemos que los ciclos menores derivan siempre del mayor por división. Así que siempre medimos el tiempo mediante la división de ciclos.

Pero ¿qué principio debemos aplicar para determinar el modo de efectuar la división? ¿De qué división adecuada y legítima sale el día o el año? Decidimos partir del círculo, que representa un ciclo, junto con los polígonos más sencillos que se pueden construir en un círculo: el triángulo, el cuadrado, el pentágono y el exágono. Todos ellos dividen el círculo en segmentos que podemos llamar "períodos" [figura 2]. El cuadrado divide al círculo en cuatro segmentos, el pentágono en cinco, etc.

Podemos representar cada uno de estos segmentos como un círculo más pequeño y dividirlo de nuevo con otro polígono. Así, por ejemplo, si usamos un triángulo, dividiremos el círculo original en tres segmentos y, luego, con el cuadrado, dividiremos cada uno de esos tres arcos en cuatro segmentos [figura 2b]. Ello produce una división en doce segmentos, que muchos pueblos han usado para dividir el año, sobre todo porque un doceavo de año se aproxima al ciclo de la Luna.

Hay otras divisiones muy conocidas:

- Cuadrado y exágono: 24 partes, combinación empleada por algunos para dividir el día en horas.
- Triángulo, cuadrado y pentágono: 60 partes, usada por algunos para dividir la hora en minutos y el minuto en segundos.
- Triángulo, cuadrado, pentágono y exágono: 360 partes, usadas por lo general para dividir todo círculo en 360 partes con el propósito de medir ángulos.

Así, pues, mis predecesores empezaron por estudiar los ciclos del Sol. Observaron que, a diferencia de las demás

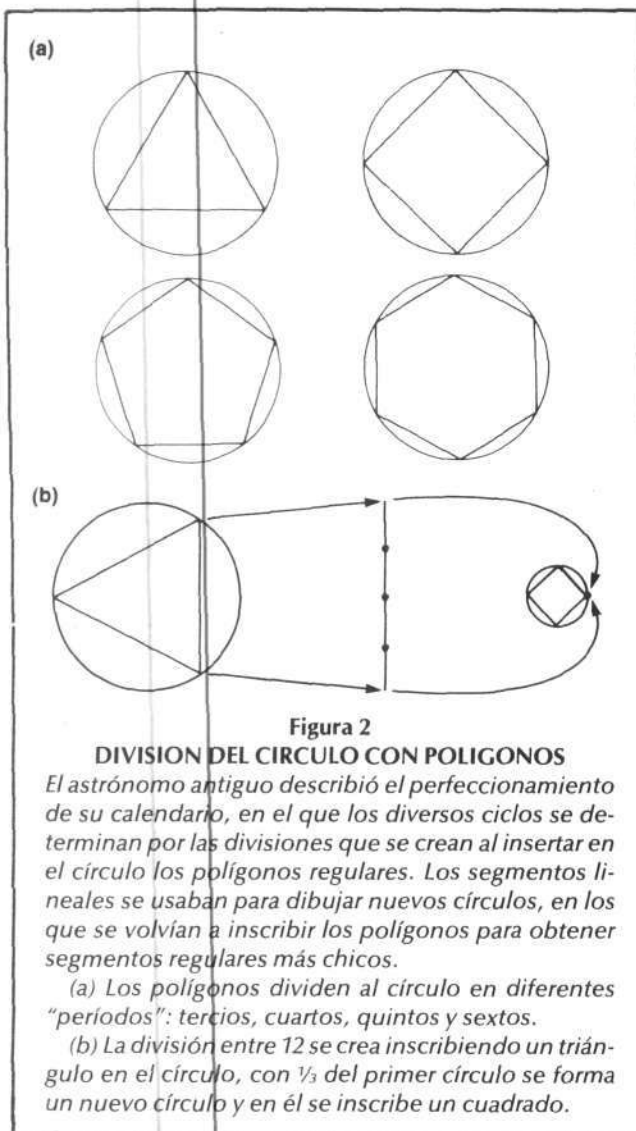


Figura 2

#### DIVISION DEL CIRCULO CON POLIGONOS

El astrónomo antiguo describió el perfeccionamiento de su calendario, en el que los diversos ciclos se determinan por las divisiones que se crean al insertar en el círculo los polígonos regulares. Los segmentos lineales se usaban para dibujar nuevos círculos, en los que se volvían a inscribir los polígonos para obtener segmentos regulares más chicos.

(a) Los polígonos dividen al círculo en diferentes "períodos": tercios, cuartos, quintos y sextos.

(b) La división entre 12 se crea inscribiendo un triángulo en el círculo, con  $\frac{1}{3}$  del primer círculo se forma un nuevo círculo y en él se inscribe un cuadrado.

estrellas, el Sol no sale y se mete todos los días por los mismos puntos del horizonte; el punto por el que sale se sitúa cada vez más al Norte, alcanza un cierto extremo y regresa, pasa por el Este y avanza hacia el Sur, hasta cierto límite. Este movimiento determina las estaciones: cuando el Sol sale más al norte es verano; cuando más al sur, invierno. Lo cual es fácil de entender, dado que la Tierra recibe la luz del Sol, y cuando éste está más al norte su recorrido en el cielo es el más largo. La verdad es que en las regiones más boreales de nuestro mundo, ¡el Sol permanece todo el verano por encima del horizonte y sólo vuelve a ocultarse en otoño!

Claro que no es bueno ver el Sol directamente. Hace mucho que alguien halló un modo de observar los movimientos del Sol sin tener que verlo: sencillamente, se clava

una estaca en el suelo y se observa la sombra. Pero los astrónomos de mi nación consideran que éste es un método incorrecto y engañoso, pues nos parece erróneo representar el movimiento en el universo sobre una superficie plana, salvo que no quede otra alternativa. Porque la superficie plana no es cerrada en sí misma y sólo se puede cerrar si le agregamos un confín del Universo, escogido en forma arbitraria, en tanto que todos los movimientos se cierran por sí mismos.

### El observatorio solar esférico

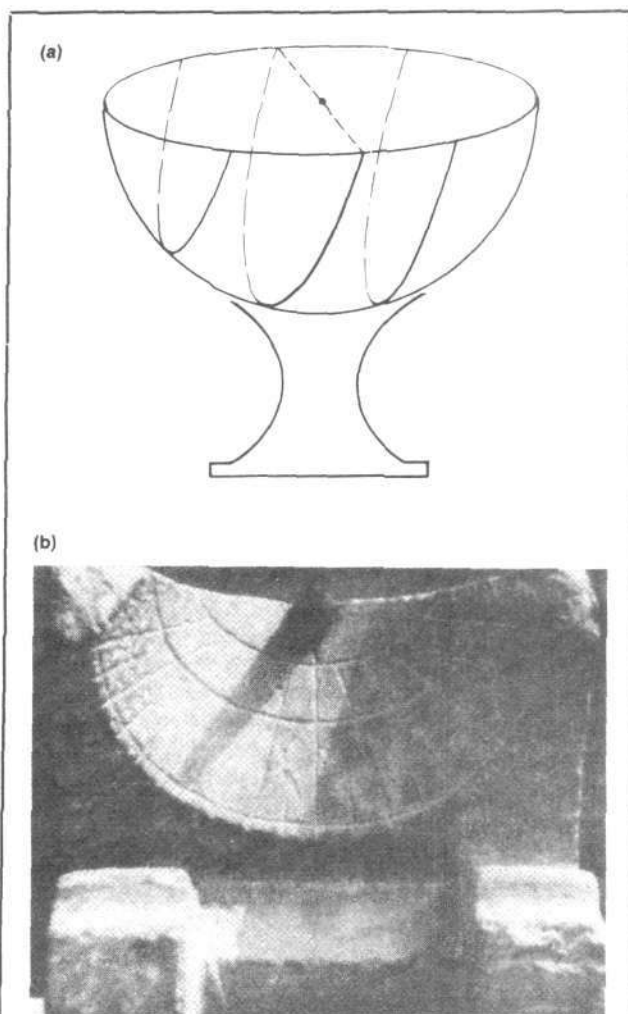
Así que a un tío muy listo se le ocurrió registrar la sombra del Sol en la superficie de una esfera, que es cerrada y completa y es su propio límite. De hecho, hizo la observación de que si nos situamos en lo alto de nuestro observatorio y apuntamos con el brazo en varias direcciones, la mano se mueve en una esfera cuyo centro está en el hombro. De modo que es bueno coger la esfera de mapa. A propósito, por si no se habían dado cuenta, sus propios ojos funcionan por proyección esférica. No más hay que fijarse en la retina del ojo, que es una superficie esférica.

En la ilustración [figura 3a] se ve el plano de mi observatorio solar esférico; la sombra la proyecta una bolita suspendida en el centro de la esfera. Por supuesto, para que funcione tenemos que quitarle el hemisferio de arriba; entonces, el ecuador corresponde al horizonte. Aquí está, por cierto, la fotografía de un instrumento similar construido mucho tiempo después por los griegos [figura 3b]. Ahora podemos trazar el recorrido de la sombra a lo largo del año.

Quizá ya conozcan los resultados de dichas observaciones: cada día, la imagen del Sol describe un arco sobre la esfera; pero este círculo cambia gradualmente, siempre paralelo a sí mismo. He marcado aquí los dos círculos extremos, correspondientes a las puestas del Sol más al Norte y más al Sur, conocidos como *solsticios*. Entre esos dos círculos hay un tercero, que ocurre dos veces al año, cuando el Sol sale exactamente en el Este y se pone exactamente en el Oeste. Es lo que ustedes llaman *equinoccios*.

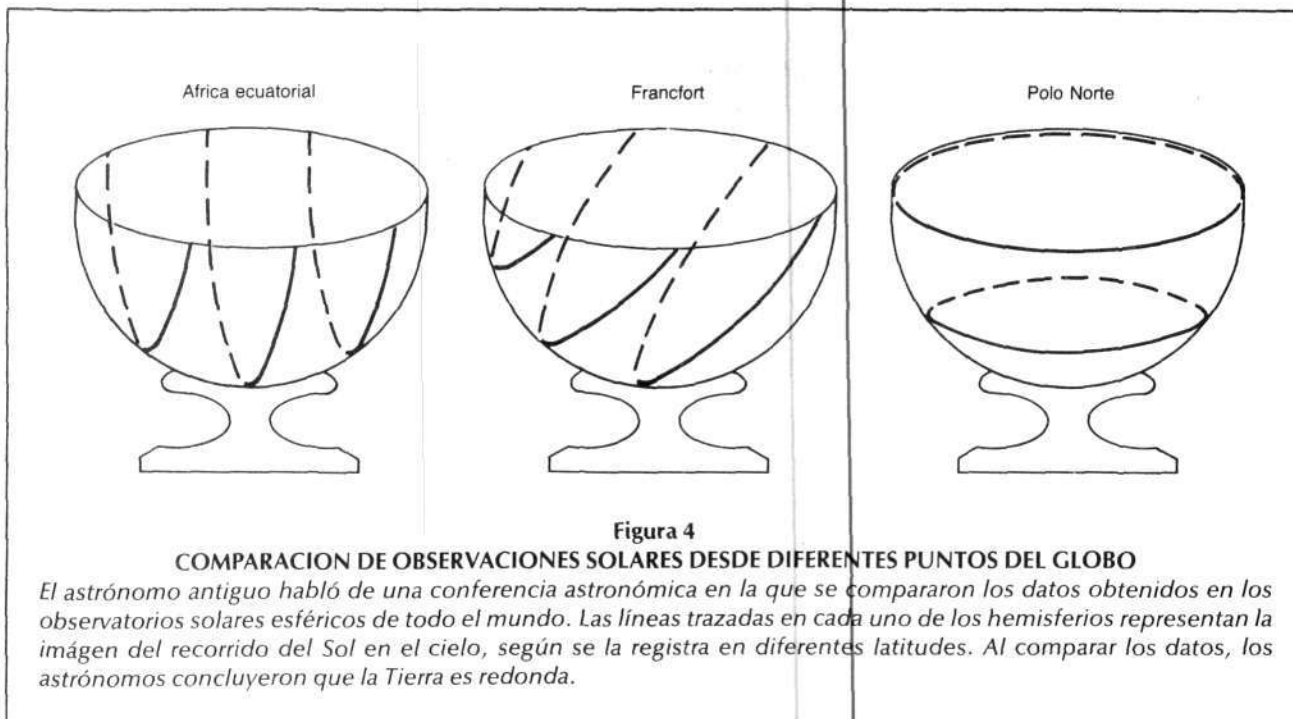
Nosotros argumentamos que si algunas estrellas permanecen por encima del horizonte y trazan círculos completos al moverse, y si el propio Sol en verano, en las regiones boreales, también describe círculos completos por encima del horizonte, ¿por qué no imaginar que el verdadero movimiento diario del Sol es un círculo completo, parte del cual transcurre por debajo del horizonte después que el Sol se pone? Así que un astrónomo muy sabio decidió agregar un hemisferio superior al inferior y completar los círculos del movimiento diario del Sol dibujando curvas en el hemisferio superior. Claro que para ver los círculos los dibujamos en la parte de afuera de la esfera. Entonces, estas curvas de arriba representan la proyección imaginaria del movimiento del Sol por debajo del horizonte durante la noche. Ya ven: con esta hipótesis elaboramos una teoría hermosa y sencilla.

Por supuesto, no faltó quien se disgustara por este mapa esférico. "¿Quién ha visto el Sol de noche?", objetaron quienes juzgaron la idea absurda y nada práctica. Pero yo digo que si el mundo fuera transparente, el Sol brillara a nuestros pies después del ocaso. A esto responden: "Si no puedes verlo, entonces no puedes hablar de ello." Senci-



### OBSERVATORIO SOLAR ESFERICO

La sombra de una pequeña esfera, suspendida en el centro de un observatorio solar esférico, describe el recorrido del Sol a lo largo de un año (a). El ecuador corresponde al horizonte. Los dos círculos extremos representan los solsticios. En (b) se muestra un instrumento similar que usaron los griegos.



*El astrónomo antiguo habló de una conferencia astronómica en la que se compararon los datos obtenidos en los observatorios solares esféricos de todo el mundo. Las líneas trazadas en cada uno de los hemisferios representan la imagen del recorrido del Sol en el cielo, según se la registra en diferentes latitudes. Al comparar los datos, los astrónomos concluyeron que la Tierra es redonda.*

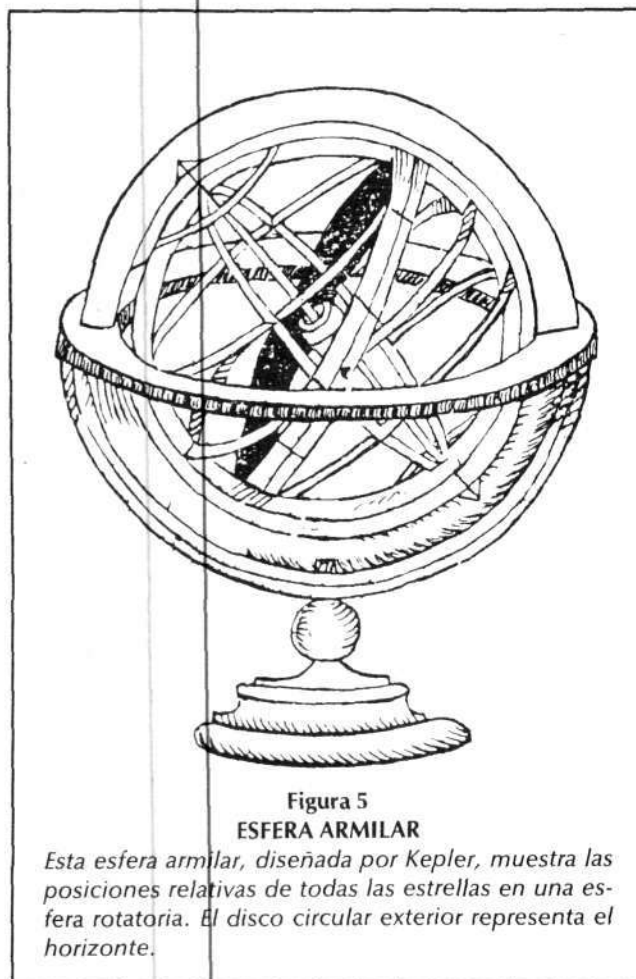
llamente, no entienden el modo subjuntivo de la lengua, el modo hipotético.

#### El método de la hipótesis

Como ven, empleamos el método geométrico de hipótesis. Nuestro mapa esférico es hipotético; no es un *modelo* del Universo, en el sentido que le dan a esa palabra los degenerados analistas de sistemas de su cultura. Es más bien una imagen conceptual en la que podemos ubicar los datos de los sentidos, nuestras observaciones, de modo que nos permitan trascender el aquí y el ahora de la certeza sensible, y observar el Universo, por decirlo así, desde fuera. Con nuestro método de hipótesis, ejercemos precisamente las facultades de la mente que nos distinguen de los animales, pues ningún animal puede salirse del aquí y el ahora para examinar procesos en su totalidad.

Mis predecesores levantaron observatorios como éste en muchas, muchas ciudades. Luego, cada cierto tiempo, las esferas se llevaban a un solo lugar, para celebrar una *conferencia astronómica* y compararlas. En el dibujo aparecen esferas procedentes de varias partes del mundo: Africa Central, Francfort, el Polo Norte [figura 4]. Con esto descubrieron una cosa muy interesante: en todas partes, la esfera gira en relación al horizonte, hasta que, en el Polo Norte mismo (donde realmente no hay dirección norte), el horizonte coincide con los planos de todos los círculos. Puesto que cambiar de posición sobre la Tierra equivale a hacer girar la esfera, concluyeron que la Tierra también debe guardar correspondencia con la rotación, es decir, ¡la Tierra debe ser redonda! De hecho, a lo largo de la historia, todos los hombres de juicio se han dado cuenta de inmediato que nuestro mundo es esférico.

La coincidencia de los mapas esféricos impresionó muchísimo a todos. De inmediato reconocimos que basta un mapa esférico para representar íntegramente los movi-



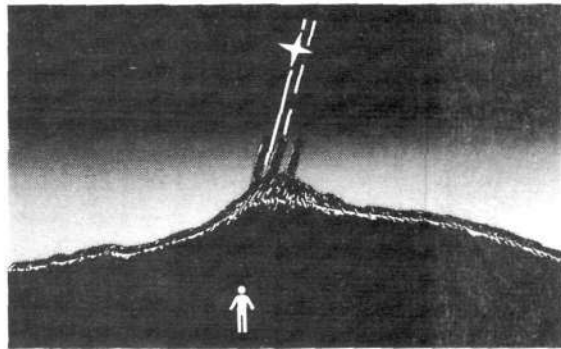
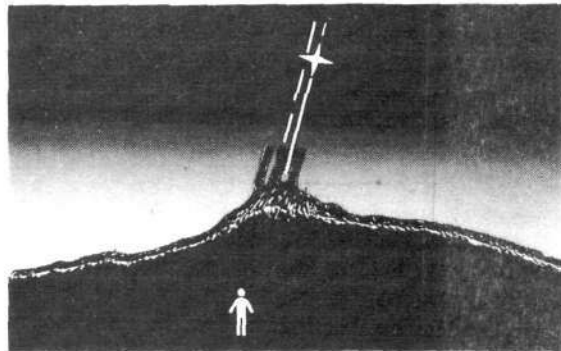
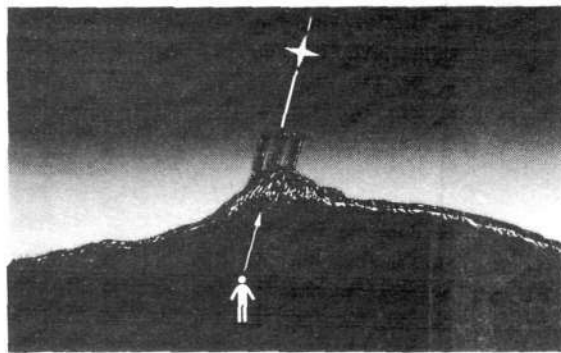


Figura 6

**METODO PARA OBSERVAR EL DESPLAZAMIENTO DEL EQUINOCCIO**

*El astrónomo antiguo explicó que, como elementos de referencia, colocó grandes lozas en la cima de una montaña distante y a lo largo de varios años pudo medir cambios muy pequeños en la salida y puesta de las estrellas. Esta fue la base para determinar el desplazamiento de los equinoccios a lo largo de la eclíptica.*

mientos diarios de las estrellas, desde cualquier posición en nuestro mundo. Aquí está nuestro mapa; lo llamamos esfera armilar [figura 5]. Hemos marcado las posiciones relativas de todas las estrellas en la esfera giratoria. El disco circular exterior representa el horizonte. Al mover la esfera en torno del eje, podemos ver una representación de cómo salen las estrellas por el Este y se ocultan por el Oeste. El Ecuador, el mayor de los círculos paralelos del globo, determina las posiciones de las estrellas que salen y se ocultan en el Este y Oeste exactos. A este lo llamamos "ecuador celeste". Para determinar el aspecto de la bóveda celeste

en cualquier lugar de la Tierra, sólo tenemos que cambiar la posición del eje de la esfera conforme al ángulo determinado por el observatorio solar local.

Con este excelente instrumento de proyección, pudimos pasar a la cuestión del movimiento del Sol. A alguien se le ocurrió la maravillosa idea de que para lograrlo, bastaba con observar las regiones de las estrellas en las que el Sol se localizaba en diferentes momentos; en otras palabras, no teníamos que preocuparnos del movimiento diario puesto que ya está representado por la rotación de la esfera. Ahora bien, ¿cómo se puede saber dónde se encuentra el Sol, cuando su luz obviamente eclipsa a la de las estrellas vecinas? ¡No les diré la respuesta! En realidad es muy fácil, una vez que han logrado armar un buen mapa esférico, como lo hicimos nosotros. Ahora podemos, por así decirlo, "quedarnos fuera" de los movimientos diarios, y ver los movimientos como si la esfera estelar estuviera fija.

¿Qué descubrimos respecto al Sol?

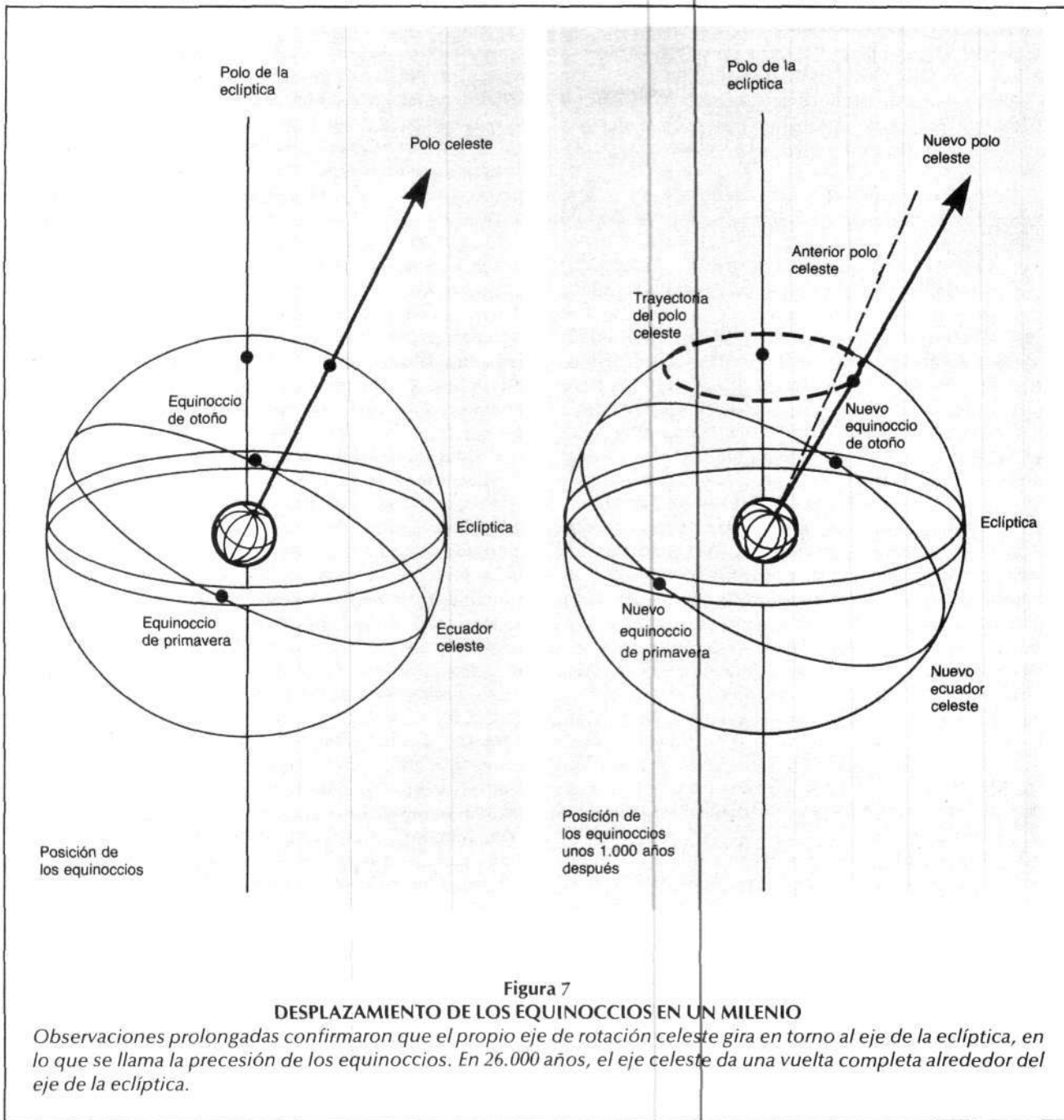
¡Otro hallazgo maravilloso! El Sol describe, muy lentamente y en el curso de todo un año, un gran círculo completo en la esfera estelar; el círculo que nuestros sucesores griegos denominaron *eclíptica*. Aquí lo pueden ver adherido a nuestro astrolabio esférico.

Ahora se aclara todo. Como el Sol se mueve lentamente a lo largo de la eclíptica, lo que resulta de las rotaciones diarias alrededor del eje polar es que el Sol se desplaza en círculos de radio cada día diferente, dando por resultado los círculos que observamos antes para el invierno, el verano, la primavera y el otoño. Ahora podemos ver por qué los días son más largos en el verano que en el invierno: porque la porción del círculo diario que asoma sobre el horizonte es más largo. Vemos también que cuando el Sol alcanza uno de los dos puntos de intersección con el ecuador celeste, en ese momento el Sol saldrá por el Este exacto y se pondrá por el Oeste exacto. Será un momento en que el día y la noche tengan exactamente la misma longitud; el llamado equinoccio. Hay dos puntos de intersección: el equinoccio de primavera y el equinoccio de otoño.

El descubrimiento de que el Sol se desplaza a lo largo de la eclíptica provocó una gran controversia científica, ya que ahora parecían existir en el Universo dos modalidades de acción completamente diferentes: la rotación de toda la esfera celeste en torno del eje del Polo Norte, y la rotación que nos revela el movimiento del Sol, la rotación en torno del eje perpendicular al plano de la eclíptica. Algunas personas sólo se encogieron de hombros y dijeron: "Por qué no?"

Pero los hombres más sensatos sostuvieron que sólo podía haber una modalidad unificada de acción en el Universo, y ofrecieron la hipótesis de que las rotaciones celeste y eclíptica tienen que estar de alguna forma vinculadas entre sí, subsumidas en un principio común. Dijeron: "Observemos los puntos del equinoccio, ya que éstas son las singularidades", pensando que la relación entre las dos rotaciones tenía que descubrirse en los puntos donde los círculos correspondientes (el ecuador celeste y la eclíptica) se intersecan.

Y, de hecho, la tradición antigua, transmitida de unos a otros por varios milenios en la poesía de nuestros antepasados, nos dice dos cosas. Primera, la trayectoria del Sol



entre las estrellas se conserva casi igual de un siglo al otro; la eclíptica cambia muy lentamente, si lo hace. Pero nuestros antepasados, que fueron siempre cuidadosos en la observación de las posiciones de los equinoccios, nos dicen que hace muchos siglos, las estrellas que ahora se encuentran en los equinoccios no estaban allí y que *otras estrellas* ocupaban estos puntos singulares.

Por lo tanto, decidimos realizar una serie de observaciones muy precisas, para lo cual ideamos una nueva técnica. Usamos losas, que colocamos en posición vertical, muy cerca unas de otras, en la cumbre de una montaña distante a manera de puntos de referencia para medir cambios mi-

núsculos en las trayectorias de las estrellas. De hecho, pudimos medir desplazamientos de menos de una centésima de grado.

Descubrimos que en el curso de unos cuantos años, las estrellas que antes estuvieron en el equinoccio de otoño ya no salían exactamente en el Este, sino que se habían desplazado ligeramente hacia el Norte [figura 6]. Al mismo tiempo, las estrellas pertenecientes a la región del equinoccio de primavera salían ahora al Sur del Este exacto. Elaboramos una hipótesis audaz: supusimos que todo el ecuador celeste está en movimiento, rotando en relación al círculo eclíptico, de tal modo que los puntos de intersección, los

equinoccios, se desplazan a lo largo de la eclíptica.

Observaciones prolongadas confirmaron plenamente esta hipótesis. Este es el movimiento que sus astrónomos llaman *precesión de los equinoccios*. Lo que pasa es que ¡el eje mismo de la rotación celeste gira en torno del eje de la eclíptica! En otras palabras, tenemos la "rotación de la rotación!" [figura 7].

A mucha gente esta idea le parece muy abstracta y oscura. Pero nosotros los astrónomos estamos encantados, porque resuelve a satisfacción la paradoja de las dos modalidades de acción en el Universo, ya que la "órbita" del ecuador celeste en torno del eje de la eclíptica demuestra que *la rotación de la eclíptica es primaria*. ¡Todo —el Universo entero— está organizado en torno al eje de rotación de la eclíptica! Al menos, ésa fue nuestra hipótesis. Encontramos más pruebas de ello: los recorridos de la Luna y los otros planetas quedan todos muy cerca de la eclíptica. Más aún, el círculo de la órbita de la Luna, al igual que el ecuador celeste, también se desliza gradualmente sobre la eclíptica.

De nuestra observación del Sol surgió una última y muy hermosa prueba. En ciertos años y meses, se pueden ver algunas manchas oscuras en la superficie del Sol, cuando se le observa exactamente al amanecer o al atardecer. Encontramos que en el curso de aproximadamente 12 días, esas manchas se desplazan de un lado del disco solar al otro, ¡a lo largo de una línea orientada exactamente en la dirección eclíptica! De modo que concluimos que el Sol mismo gira, y que el eje del Sol coincide con el eje de la eclíptica.

Entre paréntesis, nuestra medición del desplazamiento de los equinoccios indica que ¡un ciclo completo toma unos 26.000 años! Es decir, en 26.000 años el eje de la eclíptica completa una rotación en torno del eje celeste y las mismas estrellas vuelven a ocupar las mismas posiciones en ambos equinoccios.

En nuestras escuelas, acostumbramos hacer que nuestros niños realicen por sí mismos la medición del ciclo del equinoccio, como prueba contundente de que el Universo se halla sujeto a leyes y de que la mente humana posee la facultad de comprenderlas. También, la idea de que hay en el Universo un proceso que requiere 26.000 años para completarse le da a nuestros jóvenes una noción notable de la *historia*. En vez de vivir sólo en la prisión egoísta del "aquí y ahora", como sus jóvenes, los nuestros ven sus vidas como parte del gran drama del despliegue creador del Universo.

### Hipótesis de la espiral

Quiero terminar con el informe de los descubrimientos más notables y emocionantes que acabamos de hacer (es decir, hace 40.000 años). Dije que la rotación asociada con la eclíptica parecía ser la primaria. Debí decir "el eje de rotación", porque, de hecho, encontramos diferentes longitudes y velocidades en diversos ciclos de fenómenos distintos, aun cuando a todos se les puede relacionar con este eje. Así, tenemos el año, y la precesión de los equinoccios, los períodos de los planetas, el período de la Luna, e incluso los ciclos de ese extraño objeto al que ustedes llaman cometa de Halley, que también se mueve cerca de la eclíptica y parece regresar aproximadamente cada 76 años.

Decidimos buscar una nueva hipótesis, una nueva manera de representar estos ciclos. A uno de mis amigos se le ocurrió una idea cuando vio un remolino en el agua, donde todas las partes rotan alrededor de un centro, pero las partes más cercanas a éste se mueven con más lentitud y las más alejadas se mueven más rápido. Tras discutirlo, optamos por un modelo parecido: una concha de caracol cuyas vueltas son más cerradas junto al centro pero se van separando a una razón constante al alejarse del mismo.

Propuse que usáramos dicha concha en espiral para representar la duración de ciclos distintos, pues considero que el Universo está en desarrollo constante igual que un ser vivo, y, de todos los seres vivos, la concha del caracol es la más simple y más característica en su crecimiento. Así que adoptamos la concha del caracol como nuestra hipótesis superior y decidimos por el momento olvidarnos del modelo esférico, y simplemente representar en la concha la duración de diversos ciclos.

La distancia radial de un punto dado (su distancia desde el centro del caracol) representa la duración de los ciclos. Así pues, elegí un punto cualquiera en la espiral para representar un año [figura 8]. Puesto que el ciclo o año de Marte es un poquito menos que el doble del de la Tierra, es decir, un poquito menos de dos años, me muevo a lo largo de la espiral hasta que encuentro el punto cuya distancia es un poquito menos que el doble de la distancia del punto con el que marqué la duración del año terrestre. Para los planetas Mercurio y Venus, que tienen períodos más cortos, tengo que regresar por la espiral hacia el centro. En todo caso, al representar de este modo los ciclos de los planetas, resulta que, desde el punto que representa la Tierra, Marte requiere aproximadamente una rotación alrededor de la espiral, Jupiter requiere cinco y Saturno requiere siete. Para llegar al punto de Venus, me tengo que regresar una rotación. Para llegar a Mercurio necesito tres, y para llegar al período de la Luna (un mes), necesito cinco.

Como pueden ver, ¡la separación entre los puntos correspondientes a cualquier par de planetas consiste más o menos exactamente en un número entero de rotaciones! Parece haber un hueco entre Marte y Júpiter, donde a juzgar por la pauta, esperaríamos un planeta a tres rotaciones del punto de la Tierra; de hecho, entiendo que ustedes, la gente moderna, no sólo han encontrado uno sino todo un grupo de planetas que ocupa el lugar correspondiente y que los llaman asteroides o planetoides.

Les sorprendería saber que prácticamente todos los demás ciclos conocidos para nosotros se pueden representar muy bien en nuestra hipótesis espiral. Por ejemplo, la precesión de los equinoccios corresponde a casi exactamente 21 rotaciones (desde luego, necesitaría una concha gigantesca para una vuelta tan grande; puedo saberlo porque lo deduje de la ley de la espiral). El cometa de Halley se encuentra casi exactamente a 14 rotaciones, y el ciclo de los eclipses, del cual no he hablado pero que es de aproximadamente 18 1/3 años, corresponde a seis rotaciones exactamente. Si lo verifican, encontrarán lo mismo para algunos de los ciclos mejor conocidos para ustedes hoy, tales como los períodos de Urano, Neptuno, y para el de la rotación galáctica (casi exactamente 30 rotaciones). Les sorprenderá saber que ya conocíamos el ciclo galáctico en mi tiempo.

Ahora bien, no quiero hacerles creer que todo es perfecto en mi nación. De hecho, el método astronómico ya fue destruido en muchas partes del mundo por un grupo extraño de individuos que se hacen llamar "sacerdotes", "adivinos" y "magos". Andan por ahí diciendo que la esfera en la que representábamos el Universo *de veras existe* allá arriba, en el cielo! Más aún, se la pasan diciéndole a la gente que esas fábulas maravillosas y llenas de imaginación que usábamos para ayudarnos a recordar las posiciones y movimientos de las estrellas son ciertas; que las estrellas son dioses peligrosos cuyas batallas pueden hacer feliz a un hombre y destruir al otro.

No le hablan a nadie de nuestra maravillosa hipótesis del crecimiento en espiral, la cual muestra cómo hasta la más ínfima criatura viva es similar al Universo, y en cambio, dicen que los cielos están regidos por leyes completamente diferentes a las de la Tierra. Algunos de estos sacerdotes dicen que los cielos son fijos y eternos pero la Tierra es perversa y corrupta, y le dicen a la gente que se olvide de mejorar su vida y se prepare a morir, para que pueda ir al cielo cuanto antes. Otros dicen que tanto el cielo como la Tierra son caóticos y sin orden.

Lo que pretenden estos sacerdotes es adquirir poder e influencia asustando a la gente. Cada vez que ocurre un desastre, lo correlacionan con el movimiento de alguna estrella o planeta y dicen que el desastre lo causaron quienes dejaron de propiciar a los dios. Se trata de una correlación meramente fortuita, pero algunas personas caen en el engaño.

En muchas ciudades estos sacerdotes se apoderaron del observatorio y lo convirtieron en templo de sacrificios y rituales estafalarios. Tienen escondidos todos los instrumentos astronómicos y no le permiten a nadie más usarlos, así que se erigen en los expertos y autoridades exclusivas en estas materias. También han inventado idiomas y escrituras con símbolos secretos para confundir a todo el mundo. (Quizá sea algo parecido a su álgebra.)

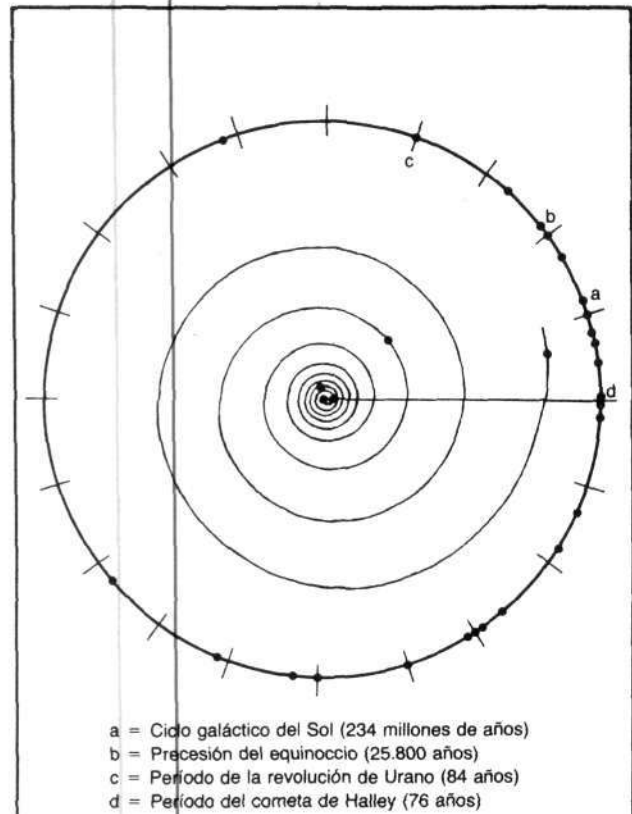
Una vez que han logrado reducir a todos a la ignorancia y al miedo, los obligan a adorar a la "Gran Madre". Dicen que si uno no hace sacrificios y no propicia a la Gran Madre y a todos los demás dioses todos los días, y si no hace lo que los sacerdotes dicen y no les da alimento y oro, entonces algo terrible pasará. También dicen que la Tierra es plana y que nadie debe aventurarse lejos de la costa en barcos. De todas formas, como la astronomía ha caído en el olvido, nadie sabe ya cómo navegar, de modo que en realidad sí es peligroso.

Ya ven lo que están tratando de hacernos.

*El doctor Jonathan Tennenbaum, matemático, es director de la Fusion Energy Foundation en Europa. Este artículo es adaptación de la exposición que hizo en 1984 ante una conferencia europea de la Junta Internacional de Comités Laborales.*

**Notas:**

1. Marilyn Ferguson, *The Aquarian Conspiracy: Personal and Social Transformation in the 1980s* (Los Angeles: J. P. Tarcher, 1980).
2. Lyndon H. LaRouche, Jr. *The Present Scientific Implications of Vedic Calendars from the Standpoint of Kepler and Circles of Gauss* (Nueva York, Fusion Energy Foundation, 1984).
3. Bal Gangadhar Tilak, *Orion y The Aric Home* (Poona, India, 1958).



**Figura 8**  
**PROYECCION DE LOS CICLOS ASTRONOMICOS EN LA ESPIRAL**

*Esta espiral autosemejante (logarítmica) se expande en armonía con la sección áurea:*

$$k = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{\sim 1.618})$$

*Cada ciclo astronómico corresponde a un punto en la espiral, cuya distancia radial (desde el centro) es proporcional a la duración del ciclo. Un punto elegido arbitrariamente representa el período de la Tierra (un año) y constituye la unidad de la distancia radial. El punto más cercano al punto central corresponde a un año de la Tierra, seguido por el de Marte, y una serie de marcas para los diferentes períodos de los asteroides, Júpiter y Saturno.*

*Si se quieren representar ciclos más largos —por ejemplo, el ciclo galáctico (234 millones de años)— la espiral tiene que expandirse a escala gigantesca. No obstante, estos ciclos pueden proyectarse en el círculo exterior, a fin de dar la dirección en la que quedarían los puntos correspondientes a los diferentes ciclos —vistos desde el punto central—, si se les inscribiera en la espiral.*

*Los ciclos se agrupan en la zona correspondiente al año de la Tierra y al ciclo galáctico. Esto significa que casi todos los ciclos se distinguen de estos dos en aproximadamente la sección áurea elevada a potencias expresadas en números enteros.*

# En memoria de Krafft Ehrlicke, construyamos la defensa de Occidente

por Marjorie Mazel Hecht

**"S**i queremos sacar adelante el Plan de Defensa Estratégica y sus derivaciones de una manera óptima, la manera de organizar el programa es como subproducto de la misión de colonizar primero la Luna y luego Marte", dijo el ex candidato presidencial estadounidense Lyndon H. LaRouche, a los asistentes a la Conferencia en Memoria de Krafft Ehrlicke celebrada en Reston, Virginia, los días 15 y 16 de junio.

La reunión, auspiciada conjuntamente por la Fusion Energy Foundation y el Instituto Schiller, examinó durante dos días la gravedad de la crisis estratégica actual, con la fe profunda del científico espacial Krafft Ehrlicke en que el hombre tiene la capacidad de alcanzar la edad de la razón. O, como lo dijo Helga Zepp-LaRouche, fundadora del Instituto Schiller, "el hombre es capaz de razón y de superar todas las crisis".

Asistieron unas 450 personas, entre quienes se contaban personalidades científicas y militares de cuatro continentes. Varios distinguidos profesionales que no pudieron asistir enviaron mensajes de salutación.

## Socios iguales

La conferencia discutió todo lo que hace falta, en lo científico y en lo político, para poner en pie, en cosa de tres años, un dispositivo de defensa estratégica con armas de rayos y cómo han de participar los aliados de los Estados Unidos, en pie de igualdad y no simplemente como "comparsas" de este país.

En su discurso, Helga Zepp-LaRouche resaltó justamente la necesidad de una nueva política exterior estadounidense que trate a los aliados como aliados y no como meros "instrumentos". La política económica y exterior de los Estados Unidos, dijo, viene convirtiendo a nuestros amigos en enemigos. Los Estados Unidos tienen que retomar los principios de la Revolución Americana, que hicieron de ese país una "verdadera república, donde todos los ciudadanos son creados iguales. . . donde no hay oligarquía, ni princesas". Puesto que el Plan de Defensa Estratégica tiene la cualidad de elevar nuestras miradas hacia el futuro de la humanidad, es un vehículo para cimentar la alianza occidental en el verdadero republicanismo.

Dos oradores europeos, Michael Leibig, de la *Executive Intelligence Review*, y Heinz Horeis, de la revista *Fusion* en idioma alemán, explicaron la indispensable contribución de Europa a la defensa de Occidente, la cual se concentraría en el aspecto táctico. Consistiría en lo fundamental en el

emplazamiento de defensas contra proyectiles crucero, proyectiles tácticos de alcance medio, aviones y blancos similares. "Antes de que termine esta década, tenemos que lograr que, para los soviéticos, atacar a Europa signifique un riesgo incalculable, para lo cual debemos aplicar la idea de un dispositivo de defensa múltiple, con elementos fijos, móviles e híbridos, en tierra y en el espacio", dijo Leibig. El orador mostró diapositivas de las armas soviéticas, con sus tiempos de vuelo a las principales ciudades europeas.

"Hablamos de tiempos de vuelo de escasos minutos", subrayó luego Horeis. Según él, podemos concebir tres líneas de defensa: láseres de alta potencia disparados desde el aire, láseres de mediano alcance disparados desde tierra, y la defensa móvil de cada plaza. "Eureka (la propuesta de defensa del presidente François Mitterrand) no es alternativa, a menos que Europa occidental ya se haya rendido a los soviéticos. Está condenada al fracaso porque no hay razón para suponer que los soviéticos la respetarán; ni podrá lograr su meta, ya que es investigación por la investigación misma".

## La contribución de Japón

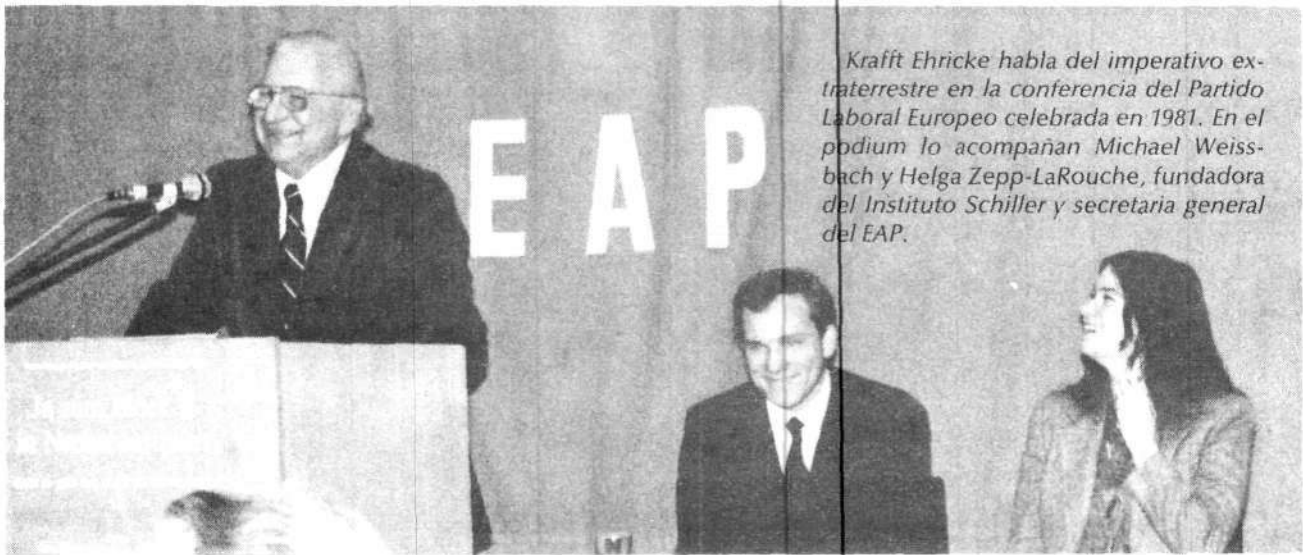
El científico espacial japonés Nabuki Kawashima habló de las posibilidades de participación japonesa en la defensa occidental. Japón es el primer y único país que ha sufrido la bomba atómica, dijo, y ahora la Constitución le prohíbe costear o producir armamentos. Sin embargo, desde el punto de vista tecnológico, Japón tiene la capacidad tanto de hacer armas nucleares como de erigir defensas con armas de rayos.

El Plan de Defensa Estratégica difiere de otros programas militares, dijo Kawashima. Puede llevarnos a eliminar las armas nucleares; es de defensa, no de ataque; puede defender a Japón, y por todo eso, es muy conveniente que Japón construya defensas con armas de rayos. Estas, dijo, nos dan un nuevo tipo de movimiento en pro de la paz, no con pancartas, sino con nuevas técnicas.

En Japón, después del discurso del presidente Reagan de marzo de 1983, no paso nada, informó Kawashima. "Pero a finales de 1983, me topé en el aeropuerto con el libro de la Fusion Energy Foundation titulado *Beam Defense*. En 1984, el libro salió en japonés; la edición está ya agotada y el plan es tema de discusión en Japón."

Hay muchas áreas de investigación en Japón que encajarían muy bien con el Plan de Defensa Estratégica, dijo. Por ejemplo, Japón tiene el segundo láser del mundo por su





*Krafft Ehrlicke habla del imperativo extraterrestre en la conferencia del Partido Laboral Europeo celebrada en 1981. En el podium lo acompañan Michael Weissbach y Helga Zepp-LaRouche, fundadora del Instituto Schiller y secretaria general del EAP.*

tamaño, el Gekko XII (que fue el mayor del mundo hasta que, hace poco, entró en operación el Nova en el laboratorio Livermore). Japón cuenta también con el acelerador más grande y con el tokamak experimental que ocupa el segundo lugar mundial en tamaño. El debate continúa en Japón, pero Kawashima espera pronto una decisión respecto al presupuesto.

#### **Progresos, pese a todo**

Paul Gallagher, director ejecutivo de la Fusion Energy Foundation, señaló que el presupuesto que el gobierno de Reagan solicitó (3.700 millones de dólares) para el Plan de Defensa Estratégica en el año fiscal de 1986, es lo que los soviéticos gastaron para dicha defensa en 1980, último año en el que la URSS divulgó información sobre sus gastos militares. Pero el Congreso estadounidense redujo el presupuesto solicitado a una tercera parte. Gallagher dijo que solamente en un año pasó más dinero proveniente de las drogas por el Banco de Boston que lo que se gasta en el Plan de Defensa Estratégica.

Con todo, dijo, el programa hace ya grandes progresos. Por ejemplo, ahora es posible producir en gran escala los grandes espejos livianos que habrá que poner en el espacio. Antes, los Estados Unidos sólo podían hacer en un año unos 2 metros cuadrados de espejo de la calidad requerida; tomó seis años hacer el espejo del telescopio espacial que se emplazará en 1986. También hay grandes avances en el láser de rayos equis, que no sólo hace posible la defensa con armas de rayos en la fase de despegue de los cohetes enemigos, sino que pone todo el espectro electromagnético al servicio de la industria y la ciencia.

Además, el láser de electrones libres, conocido como FEL, ha tenido adelantos inesperados. El FEL puede sintonizarse y en dos años se ha aumentado su potencia de unos cuantos vatios a 200.000 vatios. Tras dos años de ser mera ficción, es ahora una de las principales opciones para la defensa con láseres. El FEL actúa como un amplificador de potencia y se lo puede sintonizar libremente sin alterar la cantidad de energía consumida para producir el láser.

Uwe Parpart Henke, director de investigación de la Fusion Energy Foundation, expuso las implicaciones de estos

adelantos. Dijo que los enemigos del Plan de Defensa Estratégica no le temen tanto a los aspectos militares del programa, como a su capacidad de transformar la economía. "El Plan de Defensa Estratégica es un programa militar, pero si se lo ve sólo como tal, no tendrá éxito. Se lo tiene que considerar como un programa muy amplio de reconstrucción del mundo. Las mejoras en la productividad obtenidas al aplicar las técnicas del Plan de Defensa Estratégica no se ajustarán a los porcentajes anuales normales de 2, 3, 5 o incluso 10 por ciento, sino a porcentajes de decenas de miles, 15.000 por ciento, mediante la aplicación en la industria de láseres de alta energía".

"El fruto principal del programa espacial fue la tecnología de las computadoras", dijo Parpart, "pero eso no ha traído la profunda transformación de la economía que traería la tecnología de los láseres". Es justamente a esa capacidad de transformar la economía a lo que más le temen los soviéticos, así como los promotores del crecimiento cero".

#### **Nuevos campos de la ciencia**

La conferencia dedicó una sesión a examinar los nuevos campos científicos que abre la investigación del Plan de Defensa Estratégica. Jonathan Tennenbaum, director de la FEF en Europa, destacó un discurso reciente del doctor Edward Teller —el padre de la bomba de hidrógeno de los Estados Unidos— en el que éste subrayó que el Plan de Defensa Estratégica se sustenta en "nuevos principios físicos". Tennenbaum examinó algunos de estos nuevos principios en la espectroscopía no lineal y en la física óptica.

El astrónomo mexicano Luis Carrasco analizó los aspectos más avanzados de la astrofísica, e hizo hincapié en la necesidad de una "nueva física" para entender los fenómenos del universo. El doctor Friedwardt Winterberg, experto en fusión y profesor de la Universidad del Desierto de Nevada, habló sobre las áreas novedosas que ha abierto el Plan de Defensa Estratégica y en las que han de hacerse adelantos futuros, tales como la prolongación de la vida.

Los materiales de la conferencia se han reunido en un libro titulado *Colonize the space! Open the age of reason*, publicado por The New Benjamin Franklin Publishing House.

# Por qué debemos conquistar Marte

por Lyndon H. LaRouche

*El autor pronunció el siguiente discurso en la Conferencia en Memoria de Krafft Ehrlicke celebrada los días 15 y 16 de junio en Reston, Virginia, con el patrocinio de la Fusion Energy Foundation y el Instituto Schiller.*

Así como hemos nacido, hemos todos de morir. En el breve lapso de la vida, lo que hace humana una vida, lo que la eleva por sobre la condición de las simples bestias, es lo que el individuo aporta para beneficio duradero de las generaciones futuras. Nuestro bienamado y cabal amigo Krafft Ehrlicke le ha legado a las generaciones futuras un bello y valiosísimo presente.

Para información de quienes no lo sepan, que aquí quede asentado, para que se repita por doquier: la vida adulta de Krafft Ehrlicke estuvo dedicada a lo que se convirtió en parte importante de la obra del puñado de dedicados pioneros asociados con el doctor Hermann Oberth. Esos hombres y mujeres, reunidos en medio de las horribles condiciones de deterioro material y moral que siguieron a la derrota alemana en la Primera Guerra Mundial, se dedicaron a levantar la condición moral de la humanidad entera, levantando los ojos de la humanidad, de las mezquinas pendenencias en el lodo de esta tierra, a la exploración y la colonización del espacio.

Con ese fin, estos pioneros de la ciencia echaron mano de una de las más preciosas contribuciones que había hecho ya la cultura alemana a la humanidad: el legado científico de Nicolás de Cusa, Johannes Kepler, Gottfried Leibniz y Karl Gauss. Apoyados en ese legado científico, estos pioneros le han permitido a la humanidad explorar el espacio y, ya muy pronto, colonizarlo. Lo que han conseguido no hubiera sido posible sin aprovechar el legado de Leibniz y Gauss. Han conducido a la humanidad entera por el único camino por el que podremos llegar a las estrellas.

Nuestro querido Krafft Ehrlicke sirvió a ese fin con notoria distinción, a tal grado que su nombre se ha de recordar de manera especial entre quienes erijan las primeras colonias en la Luna y en Marte. El contribuyó de manera práctica e importante a aclararle a la humanidad que el destino que se propuso para ella su Creador es el de una humanidad en el universo. Allá, en las estrellas, está el portal para que la humanidad entre en la Era de la Razón, en la que por fin nuestra especie abandone el último vestigio cultural de la bestia.

A los pioneros reunidos en torno a Hermann Oberth, como a todas las grandes corrientes de progreso científico en la historia moderna, les tocó enterarse de la espantosa realidad de que ningún gobierno hasta la fecha ha logrado movilizarse en apoyo del progreso científico y tecnológico general sino como corolario de alguna empresa militar. Tal ha sido la historia de los Estados Unidos y Europa occidental en el siglo 20; tal ha sido en particular la historia de Alemania.

El grupo encabezado por el gran Friedrich Schiller representó el máximo grado de progreso en la comprensión del vínculo directo entre el progreso científico y el principio de la belleza pura. Mas aun así, todos sus esfuerzos se vieron frustrados, hasta que la batalla de Jena humilló a tal grado al Estado prusiano que éste, muy a su pesar, tuvo que recurrir al grupo de Schiller para preparar las guerras de liberación de las que surgió todo el posterior progreso institucional alemán. En medio de la reacción feudalista que dominó a Europa tras el Congreso de Viena de 1815, los intentos de los Humboldt de hacer de Alemania un centro mundial de progreso científico hubieran caído aplastados, de no ser por la intervención de los militares prusianos que costearon los esfuerzos de Alexander von Humboldt y la Revista de Crelle.

Después de que casi se había excluido de las instituciones del gobierno estadounidense los programas científicos y económicos iniciados por sus próceres, fue la guerra de 1861 a 1865 la que transformó a los Estados Unidos en una gran potencia agroindustrial. Cuando Gran Bretaña movilizó a los Estados Unidos para la Primera Guerra Mundial, se desataron diez años de progreso industrial, a partir de 1907. La movilización de la Segunda Guerra Mundial fue la que desató la recuperación agrícola, industrial y científica de los Estados Unidos de la Gran Depresión. Luego de esa guerra y hasta 1966, el progreso agrícola, industrial y científico de los Estados Unidos dependió de la movilización del programa aeroespacial.

Así que, como era de esperarse, la ironía de la historia moderna de la ciencia es que el mundo sólo reconoce la noble pasión del grupo de Oberth por sus logros militares. La opinión vulgar los conoce, no como conquistadores del espacio, sino por sus logros militares en Peenemünde. Se los conoce como el grupo de científicos e ingenieros que le dieron al mundo los cohetes militares, los principios del

avión supersónico, las cargas explosivas dirigidas y muchos otros artefactos tales. Si la Unión Soviética no hubiera emborrachado a unos 6.000 veteranos de Peenemünde para llevárselos a sus talleres, Moscú nunca hubiese adquirido la ciencia alemana de la que dependió para tener proyectiles militares modernos y bombas termonucleares. Sin la "Operación Paperclip", también los Estados Unidos se hubiesen visto en grandes dificultades para lograrlo.

Por consiguiente no es mera coincidencia que una unidad de la inteligencia soviética, fundada por el fallecido Mijail Suslov, haya logrado infiltrar medios corruptos del gobierno estadounidense para difundir calumniosas mentiras soviéticas contra los veteranos de Peenemünde en los Estados Unidos. El gobierno soviético sabe muy bien, por su propia deuda científica con Peenemünde, que los Estados Unidos estarán indefensos ante la prodigiosa movilización militar que la URSS realiza con vistas a 1988 a menos que los Estados Unidos recurran una vez más a la capacidad aeroespacial que se levantó en torno a nuestros veteranos de Peenemünde. Así que la inteligencia soviética, por vía del Procurador de Moscú y la VVN de Alemania oriental, ha transmitido documentos falsos a la Oficina de Investigaciones Especiales, por vía de conocidos agentes soviéticos, para desmoralizar y convertir en chivos expiatorios a personas que o son veteranos de Peenemünde o colaboran directamente con ellos.

Tales acciones, perpetradas por ciertos funcionarios y otros ciudadanos de los Estados Unidos, es pura y simple traición; puro y simple auxilio y apoyo a un gobierno soviético que se ha declarado en movilización para una inminen-

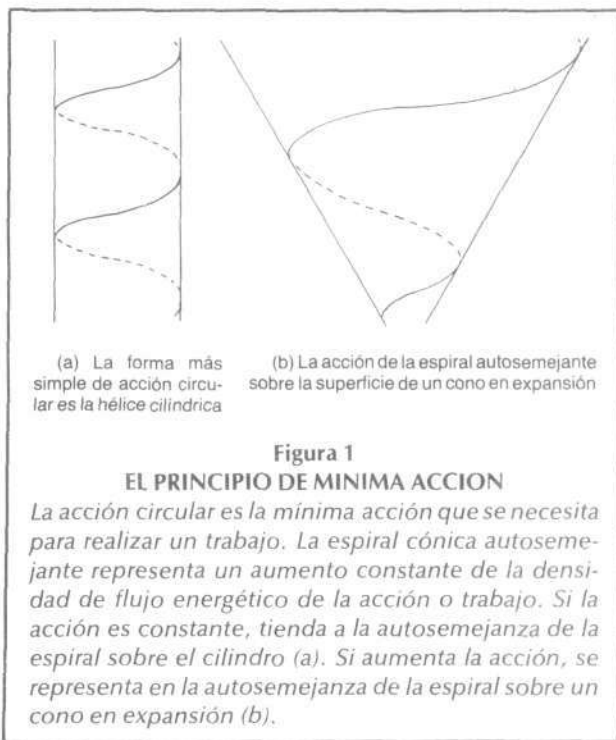
te "Guerra Santa" contra los Estados Unidos y sus aliados. Según doctrina militar soviética documentada, la Unión Soviética se encuentra ya en estado de guerra con los Estados Unidos, y en tales circunstancias cualquier persona que auxilie o apoye a los soviéticos a victimar a los veteranos de Peenemünde en los Estados Unidos es culpable de traición según la define la Constitución estadounidense, por colaborar con enemigos de los Estados Unidos en tiempo de guerra.

Amigos, otra vez estamos en condiciones de guerra. Salvo por la ola creciente de sabotaje y asesinatos que dirige la inteligencia soviética en Europa y los Estados Unidos, la guerra todavía no es a balazos. Pero la doctrina soviética específica que el estado de guerra comienza con una movilización de preguerra que alcanza las dimensiones de una economía de guerra. No sólo se movilizan precisamente de tal manera las fuerzas soviéticas, sino que ese nuevo Stalin con calzado Gucci, Gorbachov, y otros altos funcionarios soviéticos, han reiterado que ésa es la práctica y la intención actual de su gobierno. Ciertamente hay en Washington muchos soñadores ilusos que niegan los hechos más sencillos que conoce cualquier líder europeo en este y otros asuntos relacionados. Pero con eludirlos, esos hechos no dejan de serlo. Estamos otra vez al borde de la guerra general, y los hombres y mujeres cuerdos obrarán en consecuencia.

Así, pues, una vez más, estamos ante la dura realidad que los veteranos de Peenemünde ya experimentaron dos veces: los que prefiriéramos colonizar la Luna y Marte estamos condenados a dedicar nuestras capacidades a perfec-



*Esta pequeña de dos años estudia el modelo de una nave propulsada por energía nuclear que algún día debe descender en Marte. Se exhibe en la estación de investigación de cohetes nucleares de la NASA ubicada en Jackass Flats en Nevada, Estados Unidos.*



cionar los instrumentos de la guerra.

Krafft Ehrlicke entendió muy bien esta amarga verdad. Por "muy bien" quiero decir que Krafft, tal como lo conocimos mi esposa y yo, porque tuvimos el gran privilegio de conocerlo y de colaborar con sus esfuerzos, era a la vez patriota y ciudadano del mundo, justamente en el sentido en que definió Schiller esa cualidad del alma bella. Debemos odiar la guerra, tal como la odiaba el general Douglas MacArthur, pero no pagaremos por la paz el precio de la degradación de la civilización entera; no pagaremos por la paz el precio de transformar a nuestros hijos y nietos en esclavos o bestias degradadas.

Estas observaciones preliminares son esenciales para fijar el tema del informe que hoy les rendiré y para situarlo en el ánimo común que aquí nos reúne a reflexionar sobre la memoria de nuestro caro amigo.

Hace ya casi tres años y medio que anuncié los rasgos de una nueva doctrina estratégica para los Estados Unidos y sus aliados, doctrina que el presidente Ronald Reagan anunciaría luego en su famosa alocución televisada del 23 de marzo de 1983. Lo que yo esboqué, y por lo que hemos abogado en casi todo el mundo desde entonces mis colaboradores y yo, fue una defensa combinada, táctica y estratégica, basada en la inmensa movilidad y capacidad de fuego de las pulsaciones electrohidrodinámicas coherentemente dirigidas. Propuse entonces que esto se lograra mediante un "programa relámpago" como los que vimos hace poco con el programa Apolo de 1958-1966 y otros programas aeroespaciales afines.

Aunque las respectivas industrias de Francia, Alemania e Italia, entre otras naciones, trabajan ya en esta clase de investigaciones científicas y técnicas, el nuevo programa de defensa todavía no es un "programa relámpago". Tan

pronto Washington abra los ojos a la realidad de la situación estratégica actual, el Plan de Defensa Estratégica se tornará un "programa relámpago". En semejantes circunstancias, tenemos la urgencia de sacar ciertas lecciones de la experiencia de Peenemünde.

Aunque algunos de nuestros científicos y expertos militares saben muchas de las valiosas lecciones de los programas Manhattan y Apolo, la esencia de los principios indispensables al éxito de un "programa relámpago" no es algo que se entienda de modo competente. Para ejecutar el Plan de Defensa Estratégica y programas afines mediante un "programa relámpago" no sólo hay que erradicar del Departamento de Defensa el obstáculo que representa el "análisis de sistemas". Los mejores especialistas de entre los militares necesitan comprender del mejor modo posible los principios esenciales que hacen venturoso un "programa relámpago".

Hoy se reúne aquí, o está representada, la suma de conocimiento y experiencia más indicada para ayudar a dar las respuestas que tanto hacen falta a estas cuestiones. La ligazón entre el propósito primario del grupo de Oberth—llegar a la Luna— y el trabajo militar de los veteranos de Peenemünde es quizá el mejor ejemplo de la experiencia reciente. Por ello, quiero resumir un borrador de propuesta en el que se indican cuáles son, según mi leal saber y entender, los principios esenciales del "programa relámpago" requerido.

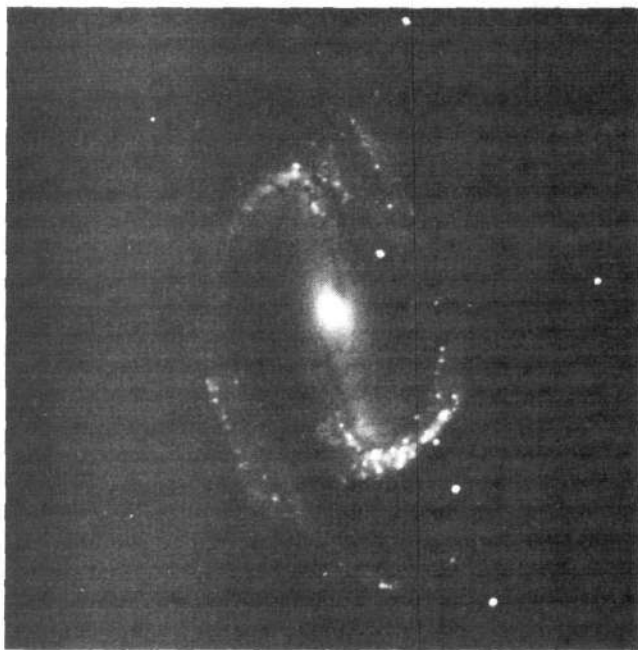
Quiero recalcar que es un borrador, para subrayar que está sujeto a modificación, con auxilio de la experiencia aquí representada hoy. Quisiera, pues, estimular tal proceso de discusión. No obstante, aunque la propuesta es condicional en cuanto a sus detalles específicos, tiene la ventaja y la autoridad de basarse sobre todo en principios conocidos de la corriente de la ciencia económica fundada por Leibniz, y en las ideas metodológicas de Carnot y Monge, en Francia, y Gauss y sus colaboradores en Alemania.

Repasaré, pues, el fondo histórico esencial, para luego resumir el borrador de propuesta.

#### La historia de los "programas relámpago"

Por "programa relámpago" quiero decir la estrecha integración de las investigaciones científicas más avanzadas y fundamentales con la producción y aplicación de las nuevas técnicas en general, de tal forma que no hay separación organizativa entre la investigación científica fundamental y la producción en general.

La historia de los "programas relámpago" comienza con la colaboración en la materia entre Cosme de Medici y Georgios Gemistos Pleton, en el ascenso del Renacimiento Dorado. La primera ejecución de un verdadero "programa relámpago" fue el que dirigieron desde Milán, Italia, en colaboración, Luca Pacioli y Leonardo da Vinci. El siguiente "programa relámpago" de verdad fue el que lanzó el ministro francés Jean-Baptiste Colbert tras la derrota de los Habsburgo a manos del cardenal Mazarino en 1653. El patrocinio que dio Colbert a Huyghens y Leibniz en París fue lo que impulsó el resurgimiento del progreso científico en Europa, y directamente de ahí se planeó y puso en marcha la revolución industrial. El siguiente verdadero "programa relámpago" fue el que se intentó en Francia a partir de 1793,

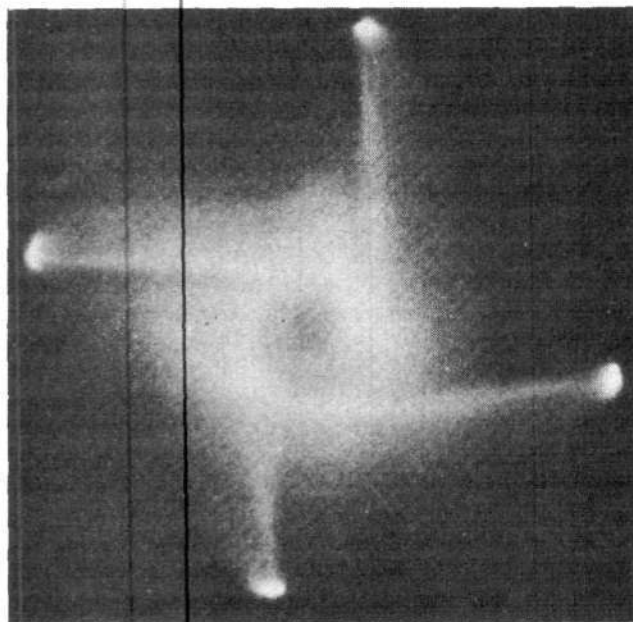


bajo la dirección de Lazare Carnot y la Ecole Polytechnique. El advenimiento de la supremacía mundial alemana en el campo de la ciencia, con Gauss como figura central, fue resultado del intento dirigido por Alexander von Humboldt, con la colaboración de Carnot, ya exiliado, de transferir el trabajo de la Ecole Polytechnique de Francia, donde era reprimido, a lugar seguro en Alemania. El secreto de la industrialización de la Alemania del siglo 19, impulsada por el progreso científico, fueron las reformas económicas introducidas por Friedrich List, que coincidieron con la obra de los colaboradores de Humboldt en Berlín y Gotinga, ambas universidades respaldadas por los herederos militares de Scharnhorst.

La superioridad del trabajo de los veteranos de Peenemünde en la ejecución de un "programa relámpago" pareciera explicarse por el hecho de que la tradición de Gotinga—incluido su vástago en Italia, la escuela Betti-Beltrami—es peculiarmente superior a la tradición hidrodinámica cartesiana de Francia y los países angloparlantes. Es de observarse que en los veintes y comienzos de los treinta Italia se destacó en el mundo por sus diseños de fuselajes aeronáuticos, y era ya pionera de los principios científicos del diseño de aviones supersónicos. El profesor Busemann ha puesto de relieve la deuda que tenía el grupo de Oberth para con sus colaboradores italianos de los veintes y principios de los treinta. Pudiera suponerse, pues, que Peenemünde tenía apenas una competencia especializada, adecuada para el rápido progreso en aeronáutica y cohería.

Pero esta idea se tiene que echar a un lado cuando examinamos el hecho de que el ensayo de Bernhard Riemann de 1859, "Sobre la propagación en el aire de ondas planas de magnitud finita", no sólo trata de la transición a velocidades supersónicas, y de cargas moduladas, sino que es importantísimo en la compresión isentrópica de plasmas termonucleares, y fue también el punto de partida para los estudios de Schrödinger de la estructura hidrodinámica del electrón.

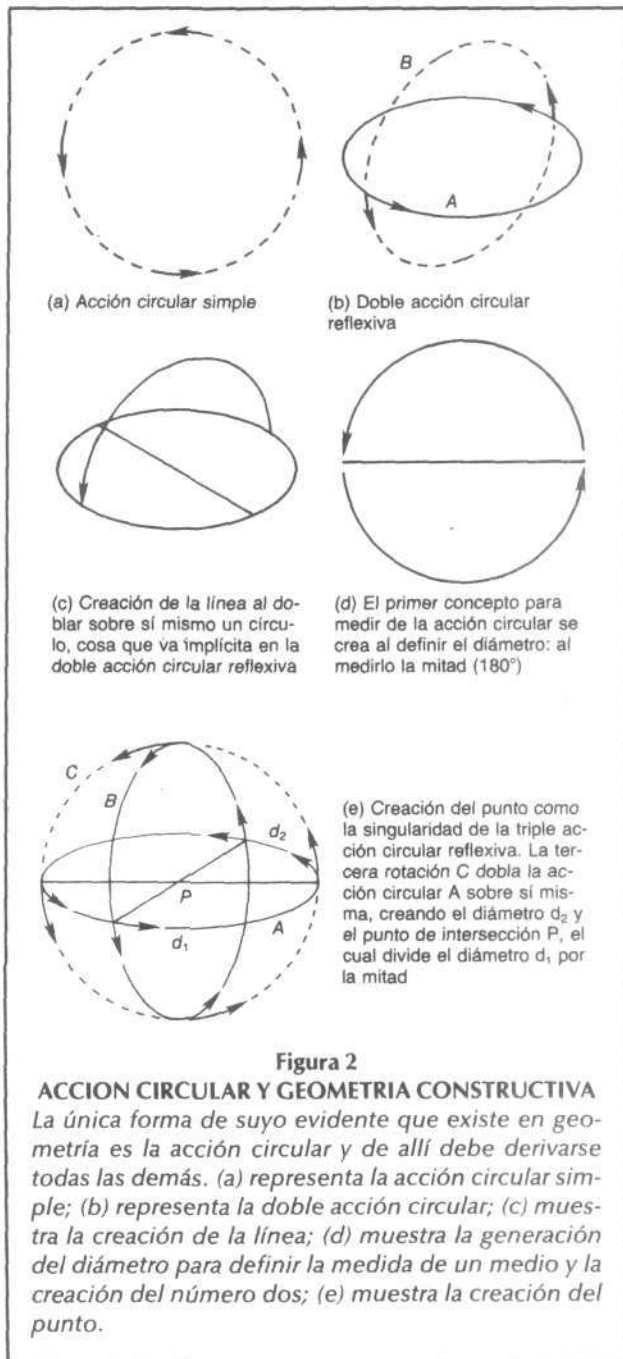
Todos los fenómenos físicos, desde la escala astrofísica hasta la microfísica, muestran características armónicas acordes con la sección áurea. A la derecha se muestra la fotografía de una "galaxia" creada al hacer chocar haces de electrones en el laboratorio del científico Winston Bostick en 1957. A la izquierda se ve la galaxia espiral número 5 NGC 1300 en la constelación de Eridano, tal y como se ve en el telescopio del observatorio de Hale.



El legado de Nicolás de Cusa, Kepler, Leibniz, Monge y Gauss es el continuo enriquecimiento del principio de que el espacio-tiempo físico es de carácter esencialmente hidrodinámico, y que la matemática del espacio-tiempo físico se debe derivar del desarrollo riguroso de lo que se conoce como geometría sintética o constructiva. En el surgimiento de la ciencia alemana a partir de las críticas de Schiller a Emmanuel Kant en materia de estética, fue decisivo el intento de Herbart, un discípulo antikantiano de Schiller, de basar la educación en la fusión de los clásicos con la enseñanza geométrica; también lo fueron la exposición de Gauss de las relaciones entre la media aritmética y la geométrica, y el que el plan de Riemann de perfeccionar la física gaussiana se haya basado por completo en corregir los errores de Herbart.

La física explícitamente antikantiana de Gauss se basa en el enriquecimiento del principio de método científico descubierto por Nicolás de Cusa y conocido hoy como el principio isoperimétrico: que en el espacio-tiempo físico sólo la acción circular, no el movimiento de masas puntuales en línea recta, existe como algo evidente de suyo.

Por consiguiente el espacio-tiempo físico de Riemann, que es la física apropiada para la ciencia económica, considera que las características invariables de las leyes de nuestro universo son congruentes con las funciones hiperféricas armónicamente ordenadas, en las que la forma de mínima acción física es la acción espiral cónica autosemejante. El método general de experimentación que se desprende de la multiplicidad gaussiana requiere una construcción geométrico-sintética de las relaciones indicadas



de espacio-fase, así como la extensión hidrodinámica de esa construcción, conforme a los principios de la autosemejanza.

Si se toma en cuenta lo anterior, la ciencia económica nos muestra cómo debe funcionar un "programa relámpago" bien definido, y por qué la tradición gaussiana, mediada en gran medida por la obra de Prandtl, es el mejor punto de partida para tales programas.

La posibilidad de correlacionar directamente el progreso científico fundamental con aumentos sucesivos de las capacidades productivas del trabajo la abrió Leibniz cuando fundó la ciencia económica, y aquí subrayamos la defini-

ción que le dio Leibniz al término "tecnología" al estudiar los principios de las máquinas movidas por calor. En lugar de aceptar el esquema cartesiano, en que lo axiomático es el movimiento de masas puntuales en línea recta, la ciencia económica congruente con el principio de acción mínima se basa en el hecho de que la acción en el espacio-tiempo físico es acción intrínsecamente circular, como lo demuestra Leibniz en su famosa refutación de los errores de Descartes en cuanto a las nociones de momento y trabajo.

En el estudio elemental de los principios de los procesos movidos por calor, la idea de "tecnología" surge de la consideración del caso ideal más sencillo. En el caso hipotético de que se empleen dos máquinas para producir cosas de la misma calidad y con el mismo consumo de carbón o su equivalente, consideremos el caso en que un operario produzca más con una de estas máquinas que con la otra. Ese caso ideal nos obliga a prestar atención a la idea de la organización interna del proceso productivo, en tanto causa del aumento de las capacidades productivas del trabajo. La idea de jerarquizar las diferentes formas de organización interna de los procesos según hagan aumentar o disminuir las capacidades productivas del trabajo, es la idea más sencilla y general de "tecnología".

Dado que ya he expuesto ese concepto en varias publicaciones, no hace falta repetir aquí los detalles. Sólo resumiré los rasgos de la ciencia económica que tienen que ver directamente con la proposición a la que dedico lo medular de este informe.

La correlación entre el progreso tecnológico y el aumento de las capacidades productivas del trabajo se mide mediante funciones de las interrelaciones entre los siguientes cuatro elementos básicos:

1. El flujo de energía útil per cápita y por kilómetro cuadrado.
2. La densidad de flujo energético de la fuerza suministrada.
3. La intensidad de uso de capital en la producción.
4. La organización interna del proceso productivo como tal.

Estos son los cuatro factores interdependientes que se emplean para medir con precisión el grado relativo de desarrollo tecnológico de economías comparadas entre sí. Siempre y cuando la productividad se mida en unidades de aumento de la densidad relativa potencial de población, las estadísticas existentes de agencias nacionales y supranacionales dan medidas de una calidad demostrablemente precisa. Esas medidas tienen la utilidad específica y más o menos indispensable de permitirnos calcular los presupuestos de inversión necesarios para aumentar en una magnitud premeditada las capacidades productivas del trabajo de cualquier economía.

La medida de la relación causal entre los avances cuantificados de la tecnología y los consecuentes aumentos de las capacidades productivas del trabajo requiere la selección de un método y procedimientos matemáticos específicos. El método tiene que basarse en la aplicación rigurosa del principio de la geometría sintética, y el espacio-tiempo físico de la acción económica tiene que reproducir geométricamente el espacio-tiempo físico elaborado en la obra

de Gauss, Dirichlet, Weierstrass, Riemann y Cantor.

Para unificar matemáticamente los cuatro aspectos interdependientes de la tecnología, debemos definir lo que es "energía" desde el punto de vista de la acción circular autosemejante en una multiplicidad gaussiana. Hay que pensar en la energía tanto según la medida en radianes de la acción perimétrica como según las áreas y volúmenes subtensos por la acción espiral autosemejante, cónica o cilíndrica. Sólo en tales circunstancias pueden integrarse los cuatro aspectos interdependientes. Así, por ejemplo, pensamos en medir la energía cual acción mediante la longitud de onda normal de un fotón electromagnético coherente; la longitud de onda normal de un láser perfecto de luz amarilla, digamos.

Hay un punto más en lo tocante a la ciencia económica que se tiene que recalcar ahora mismo si es que hemos de revelar la naturaleza de un "programa relámpago" bien concebido. Para aclararle este punto a quienes no sean profesionales, ilustraré un problema que requiere que la ciencia económica eche mano de la física matemática de Riemann.

Si medimos la productividad relativa de la economía estadounidense a lo largo de varios intervalos del período de posguerra, vemos la siguiente situación en cuanto a la relación entre tecnología y productividad. Tomamos estas medidas según los cambios de la densidad potencial de población, y medimos la productividad según la producción física per cápita.

La economía de los Estados Unidos se recuperó de la depresión con la movilización militar de 1939, y a partir de

ese respingo anduvo más o menos a tropezones hasta la profunda recesión de 1957 a 1958. La economía estadounidense se recuperó más bien vigorosamente con el efecto combinado del programa aeroespacial y la política crediticia, fiscal y de inversión de Kennedy, hasta mediados de los sesentas. Con la inactivación parcial de la investigación, durante la "Gran Sociedad", en 1971 se estancó la economía, y desde entonces se viene desplomando con celeridad.

Veamos más atentamente lo que ha ocurrido desde que el presidente Carter y Paul Volcker, director de la Reserva Federal, introdujeron lo que Volcker denominó "desintegración controlada" de la economía, a partir de octubre de 1979.

Ya en febrero de 1980 las medidas de Volcker precipitaron la economía en un descenso vertiginoso que se extendió hasta mediados de ese año. A ello siguió un ritmo de descenso menor, que algunos llamaron "recuperación parcial". A principios de 1981 la economía cayó de nuevo en picada, hasta octubre de 1982. A partir del primer trimestre de 1983, el ritmo de desplome se frenó considerablemente y se aceleró otra vez a principios de 1984. Y desde marzo del año en curso el ritmo de desplome es todavía más rápido, manifestándose ya en la caída del precio del dólar y en oleadas de bancarrotas por todo el sistema bancario, así como en la agricultura y la industria. Es esta la caída más pronunciada de la economía desde el período 1931-1933.

La mayoría de ustedes alguna vez ha subido a la "montaña rusa", o por lo menos ha observado cómo funciona. Uno sube por tracción al punto más alto de la estructura, y luego

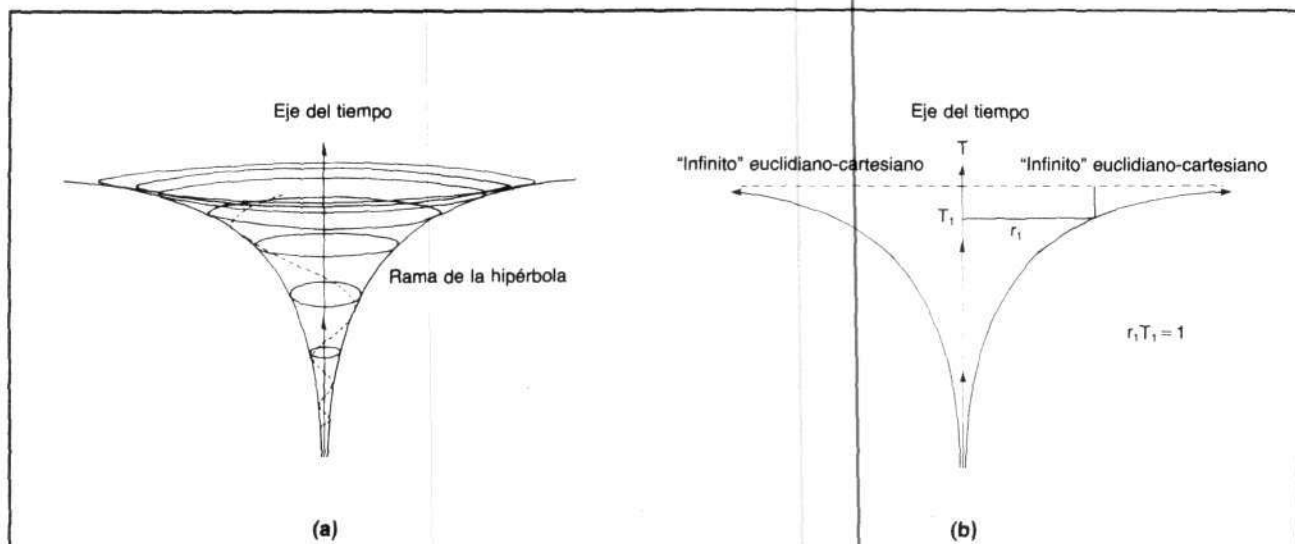
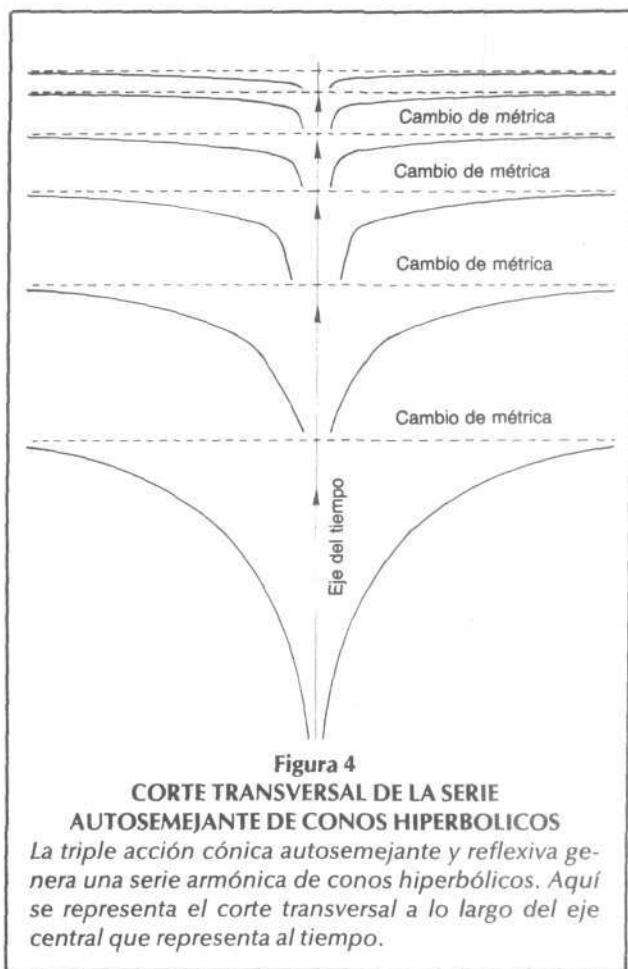


Figura 3  
MODELO DE UNA HIPÉRBOLA

La figura (a) muestra las ramas de una hipérbola. La superficie de revolución de una de las ramas representa el ensanchamiento de un cuerno merced al principio de mínima acción. Esta superficie se caracteriza porque el radio  $r$  desde el eje central a cualquier punto de la superficie es igual al recíproco de la distancia a lo largo del eje  $T$  desde donde se origina el radio  $r$  y el punto donde "se abre" el cuerno. Así en el punto  $1$ , es el recíproco de  $T_1$ , ó  $r_1 \times T_1 = 1$ .



comienza un descenso acelerado. Sube y baja, pero cada vez que sube, llega a una elevación inferior a la anterior. Finalmente, llega al fondo.

Así es, por lo general, como se vienen abajo las economías. A partir de septiembre-octubre de 1979, la economía estadounidense se ha ido cuesta abajo por la montaña rusa. Los breves intervalos que algunos han llamado "recuperaciones económicas" no fueron recuperaciones. Es decir, la tasa de producción de bienes físicos per cápita nunca llegó a su nivel máximo anterior.

En la historia de las economías modernas, los avances y retrocesos de la productividad siempre ocurren en saltos. Las caídas generales del nivel de productividad siempre se asemejan a un descenso en montaña rusa, mientras que las subidas tienen una configuración inversa. ¿Por qué ocurre tal cosa? La respuesta es elemental. O por lo menos es elemental en una ciencia económica basada en multiplicidades gaussianas.

Para abreviar en lo posible la explicación, déjenme mostrarles algunos de los diagramas de un artículo mío en que refuté la idea de "inteligencia artificial".

¿Cómo describimos un proceso económico en que el aumento de la productividad resulta del progreso tecnológico constante, en condiciones de creciente densidad de energía y de capital? En un ejemplo ideal aproximado, la función requerida se genera como compuesto de la acción

espiral cónica autosemejante con otra acción espiral cónica autosemejante. El resultado, como pueden ver, es una hiperboloide. De aquí parece surgir un enredado problema. Parece que los extremos de la hipérbola se proyectan al infinito cartesiano. Esta es una discontinuidad matemática. No obstante, sabemos que las economías no se detienen debido a que aumente venturosamente la productividad.

En primer lugar, tenemos que eliminar el absurdo cartesiano. Esto lo hacemos proyectando la imagen en una esfera riemanniana. Ya no más vacuos infinitos cartesianos. Esto lo trato en detalle en el artículo que indiqué, y con más detalle en una crítica a la incompetencia del artículo del profesor Wassily Leontief publicado en *Scientific American* de junio de 1985. Puesto que esos artículos están a disposición de quienes quieran familiarizarse con los detalles, apenas hace falta ahora resumir el punto más esencial.

En cada discontinuidad se añade por lo menos una nueva singularidad al espacio-fase económico. Termodinámicamente, esto corresponde a un aumento de la energía del sistema del proceso económico, cuando la energía del sistema se mide como densidad potencial de población per cápita. La acción se mide como área perimétrica de acción recorrida por nuestra figura, y el trabajo realizado se mide como volumen de la esfera subtensa por esa área de desplazamiento. Así, el aumento de la energía per cápita del sistema quiere decir que en el punto de discontinuidad aparente la acción continúa sobre la superficie de una esfera concéntrica mayor. Lo que pueden ver ahora en la figura son proyecciones de la acción sobre esferas más grandes proyectadas sobre la esfera original.

En un caso ideal hipotético, las esferas concéntricas están armónico autosemejante, tal como fuera de esbozar un tercer grado de acción espiral cónica autosemejante a nuestro modelo matemático. El modelo pedagógico que he esbozado corresponde con más o menos exactitud a lo que ha ocurrido históricamente, tanto en períodos de progreso tecnológico general como en períodos de involución económica como el descenso de la economía estadounidense a lo que suele llamarse "sociedad postindustrial", a partir de 1966. El estilo de "montaña rusa" con que desciende la economía quiere decir que a medida que cada período de desplome más agudo de la economía destruye elementos de las granjas, industrias e infraestructura de la economía física, la economía retrocede a una esfera inferior de nuestro modelo pedagógico. Parece estabilizarse brevemente en ese estadio inferior, y luego se deploma a otro todavía más bajo. Cuando crece la productividad en un ambiente de intensidad de uso de capital, se observa precisamente el mismo esquema, pero invertido.

Nuestro modelo ilustra lo que debiéramos proponernos cuando observamos que los procesos económicos no se pueden analizar con los métodos de los sistemas de desigualdades lineales, porque los procesos económicos son intrínsecamente y por doquier alineales. Los avances económicos ocurren de la misma forma, más o menos, en que Riemann describe la generación de ondas de choque transónicas en su ensayo "Sobre la propagación en el aire de ondas planas de magnitud finita". Denominemos las singularidades de los procesos económicos "ondas tecnológicas". La irradiación del efecto de técnicas avanzadas, re-



ción introducidas, se difunde por la economía en ondas, modifica la división del trabajo y las productividades de distintos sectores de la economía, y añade nuevos tipos de materiales e instrumentos al repertorio de la producción.

En la involución ocurre lo contrario, como sucede hoy, en que los Estados Unidos han perdido muchos de los sectores industriales que fueron esenciales para enviar a la Luna la cápsula Apolo. También vemos que el flujo bruto de energía y la densidad de flujo energético de la producción, per cápita, se han venido abajo para la población estadounidense en su conjunto. Funcionamos a un nivel estructural y a una energía del sistema per cápita inferiores a los de 1970, cuando comenzó la actual tendencia general y generalmente acelerante, hacia abajo.

Ahora tenemos que invertir ese descenso. Repasaré brevemente los rasgos decisivos de la recuperación que hace falta, impulsada por la tecnología, para luego pasar a mis propuestas sumarias para un "programa relámpago".

### La nueva revolución industrial

Es una notable experiencia ver hoy la película de Fritz Lang, de 1929, "La mujer en la Luna". Los elementos que aportó a la concepción de esa película el doctor Oberth muestran lo poco que hemos progresado desde las ideas que sobre el vuelo espacial esbozó la ciencia alemana hace más de 55 años. En especial en las condiciones de relativo estancamiento científico de los últimos 20 años, sabemos muy bien que los actuales confines de la ciencia definirán las revoluciones tecnológicas de los próximos 20 a 30 años.

Cuando se trata de proyectar ya sea la ejecución del Plan de Defensa Estratégica, o las revoluciones tecnológicas de la economía en general, la tecnología que hará falta se divide en dos renglones, que por conveniencia podemos

denominar técnicas primarias y técnicas auxiliares. Las técnicas primarias que tenemos a nuestra disposición para el Plan de Defensa Estratégica y el progreso tecnológico en general son tres:

1. El dominio de plasmas termonucleares como fuente de grandes cantidades de acción electromagnética organizada, de gran densidad de flujo energético.

2. La organización coherente de pulsaciones de energía dirigida.

3. Eso que para abreviar denominamos biofísica óptica: las características electrohidrodinámicas de los procesos vivientes.

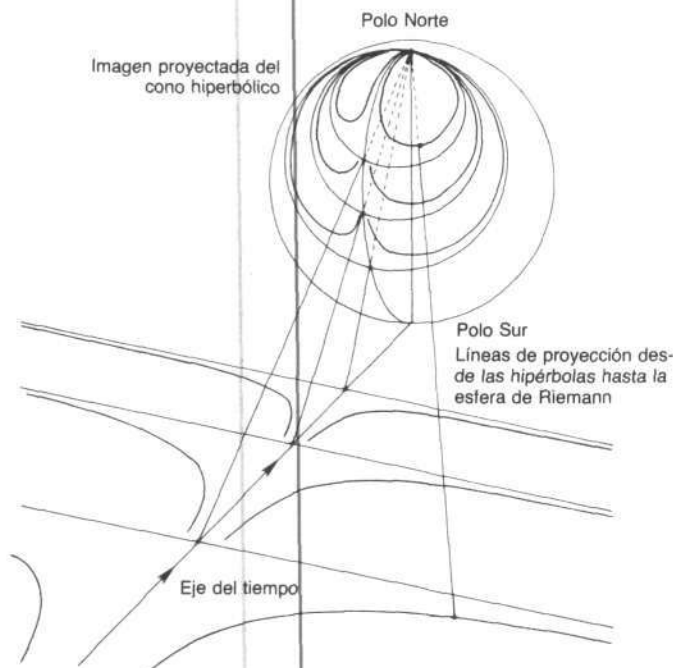
Entre las técnicas auxiliares se cuentan mejoras de las computadoras, como el procesamiento de veras paralelo y verdaderos híbridos analógico-digitales, ideados para procesar con eficiencia la clase de funciones alineales que involucra una multiplicidad electrohidrodinámica Gauss-Riemann. En cuanto al Plan de Defensa Estratégica y tareas militares afines, las técnicas de la primera categoría son la fuente de la movilidad y la capacidad de fuego de las nuevas armas, mientras que las técnicas auxiliares se necesitan para localizar los blancos y apuntar las armas, así como para ponerlas en sus posiciones de fuego.

Para entender las consecuencias generales de las nuevas técnicas tanto en la economía como en la ciencia militar, el punto de mira más eficiente se logrará dándole a los encargados de los "programas relámpago" la misión de establecer y mantener colonias tanto en la Luna como en Marte. En otras palabras, si queremos sacar adelante el Plan de Defensa Estratégica y sus derivaciones de una manera óptima, la manera de organizar el programa es como subproducto de la misión de colonizar primero la Luna y luego Marte. Cada una de las técnicas que requerimos con fines

Figura 5

### PROYECCION ESTEREOGRAFICA DE LA SERIE DE CONOS HIPERBOLICOS SOBRE UNA ESFERA DE RIEMANN

La forma más simple de representar el infinito que parece crearse cuando la hipérbola se hace asintótica en el momento de producirse la singularidad es cuando se proyecta el proceso sobre una esfera de Riemann. Tales "infinitos" no existen en nuestro universo, sino que son los falsos artificios del espacio euclidiano-cartesiano. La tasa negatoentrópica se da por la densidad de singularidades dentro de un intervalo angular dado de la esfera. Nótese que el hiperboloide proyectado se acerca más al círculo a medida que aumenta la pendiente.





*El astronauta Edwin E. Aldrin, Jr, desciende del módulo lunar cuando el hombre piso por primera vez la superficie de la Luna como producto del programa relámpago Apolo.*

militares surgirá como subproducto de la misión principal. Los soviéticos ya entienden y aplican este punto, que hasta ahora la política de los Estados Unidos no ha logrado asimilar.

La fusión nos da los medios técnicos que hacen falta para propulsar vuelos interplanetarios y superar los problemas que ofrece el vuelo espacial en trayectorias balísticas sin propulsión. La fusión es indispensable también para suministrar fuerza a las colonias. Puesto que no podemos llevar vastas cantidades de alimentos o artículos manufacturados de la Tierra a Marte, necesitamos herramientas específicamente aptas para producir materiales y artículos manufacturados a partir de las materias primas de ese planeta. Esto requiere no sólo grandes cantidades de energía per cápita, sino también una densidad de flujo energético por lo menos cuatro veces superior a la que prevalece en la producción estadounidense. Requerimos una clase universal de herramientas, capaces de emplear energía de gran densidad de flujo; requerimos las características de autoenfoco de los láseres y los haces de partículas, por ejemplo, que nos permitirán conquistar todos los problemas de materiales. Para alimentar las colonias y las expediciones interplanetarias tripuladas de largo alcance, requerimos no sólo de la actual biotecnología sino de las más amplias posibilidades que encierra la biofísica óptica.

De lo cual se sigue que si podemos crear y mantener ciudades viables en ambientes artificiales en Marte, los desiertos del Sahara y el Gobi podrán conquistarse fácilmente, echando mano de estas mismas técnicas aquí en la Tierra.

En la condición de la humanidad que se considera la más primitiva, la llamada sociedad de caza y recolección, la población humana máxima posible fue de unos 10 millones de individuos. Hoy nos aproximamos a 5.000 millones, aumento que en su mayor parte se debe al Renacimiento Dorado y a la revolución científica-industrial moderna iniciada por Colbert, Huyghens y Leibniz. Para las bestias in-

feriores, los recursos naturales tienen límites, pero no para el progreso tecnológico del Hombre. Hemos ascendido en densidad demográfica potencial pasando por la revolución pesquera y marítima, la subsecuente revolución agrícola, y así sucesivamente. Hoy, al aumentar por un factor de alrededor de 4 la densidad de flujo energético de los modos de producción, como nos lo permiten estas nuevas técnicas, revolucionamos el significado de las expresiones "materias primas" y "recursos naturales". Con la suficiente abundancia per cápita de energía barata y coherentemente organizada, a una densidad de flujo suficientemente grande, los recursos naturales disponibles para la humanidad en cualquier parte de este universo son ilimitados. Si dominamos, además, la biofísica óptica, el horizonte de la humanidad deviene implícita e inmediatamente ilímite.

La medida de la eficacia de las armas, en particular, y de las fuerzas militares en general, es la capacidad de fuego y la movilidad. En la producción, la capacidad de fuego y la movilidad se llaman productividad. Ambas cualidades equivalentes reflejan las técnicas que encierra la construcción de esos instrumentos científicos que denominamos bienes de capital. Es imposible introducir, mediante los bienes de capital, nuevas técnicas que aumenten las capacidades productivas del trabajo, sin crear implícitamente los medios para producir armas de movilidad y capacidad de fuego también mayores. Es imposible introducir los bienes de capital necesarios para producir armas de mayor movilidad y capacidad de fuego sin crear asimismo la capacidad productiva de aumentar en grado comparable la productividad.

Esta es la clave de los "programas relámpago" efectivos. Al acelerar el uso de las nuevas técnicas para las armas defensivas, creamos las nuevas técnicas de producción para acelerar la productividad de la economía en general. Este último aspecto del proceso levanta cualitativamente el proceso económico, de tal forma que los efectos de un gran "programa relámpago" dirigido de ese modo no le cuestan a la nación ni un centavo. Los aumentos de la productividad generan aumentos de la producción per cápita que exceden con mucho los gastos militares que dieron lugar a esos aumentos de la productividad.

Estos aumentos de la productividad proceden en saltos alineales, como lo he indicado. Así, pues, no le costaría a los Estados Unidos un solo centavo construir una colonia en la Luna a partir cierta fecha de la década entrante, o esforzarse por construir una colonia en Marte unos treinta años después. El aumento de la productividad que ello traería al conjunto de la economía retribuirían con creces lo invertido en la investigación y ejecución de esos proyectos de colonización, tal vez en proporción de 10 a 1. Los "analistas de sistemas" tal vez quieran alegar que sus computadoras les dicen que esto es imposible; pero mientras se aferren al engaño de que el "análisis de costo y beneficio" puede basarse en sistemas de desigualdades lineales, desconocerán el hecho de que los procesos económicos cuyo motor es el progreso tecnológico son alineales.

#### **Los 'programas relámpago' de motor científico**

Con base en las consideraciones anteriores y otras afines, propongo como cierto lo siguiente, al menos aproximadamente:

1. Que todos los "programas relámpago" de motor científico deben orientarse de modo específico al cumplimiento de una tarea que vaya más allá de las soluciones necesarias a cada clase de problemas que se presenten en el transcurso de la empresa.

2. Que la orientación de cada programa de motor científico debe abarcar el espectro completo de las áreas más avanzadas de la ciencia, y que el trabajo debe organizarse con apoyo en un concepto correctamente definido de la composición geométrica del espacio-tiempo físico.

3. Que no pueden erigirse barreras entre la investigación fundamental, el perfeccionamiento de prototipos y la producción y el empleo generalizados de las nuevas técnicas.

4. Que el método de perfeccionamiento técnico debe seguir la tradición del científico que inventa materiales e instrumentos en colaboración con maquinistas y fabricantes. Todos los talleres de producción que se incluyan en el conjunto de la producción de materiales e instrumentos deben asignar secciones de sus instalaciones a la colaboración con equipos de científicos, del mismo modo que los científicos tradicionalmente trabajan con maquinistas en la construcción de instrumentos científicos. En breve, extender la escala de la práctica normal de la buena labor científica a la esfera de la propia producción en general.

5. Que no se pongan cortapisas en ningún área de investigación fundamental. Toda investigación que tenga que ver con cualquier clase de problema comprendido dentro de la misión central asignada, está implícitamente autorizada.

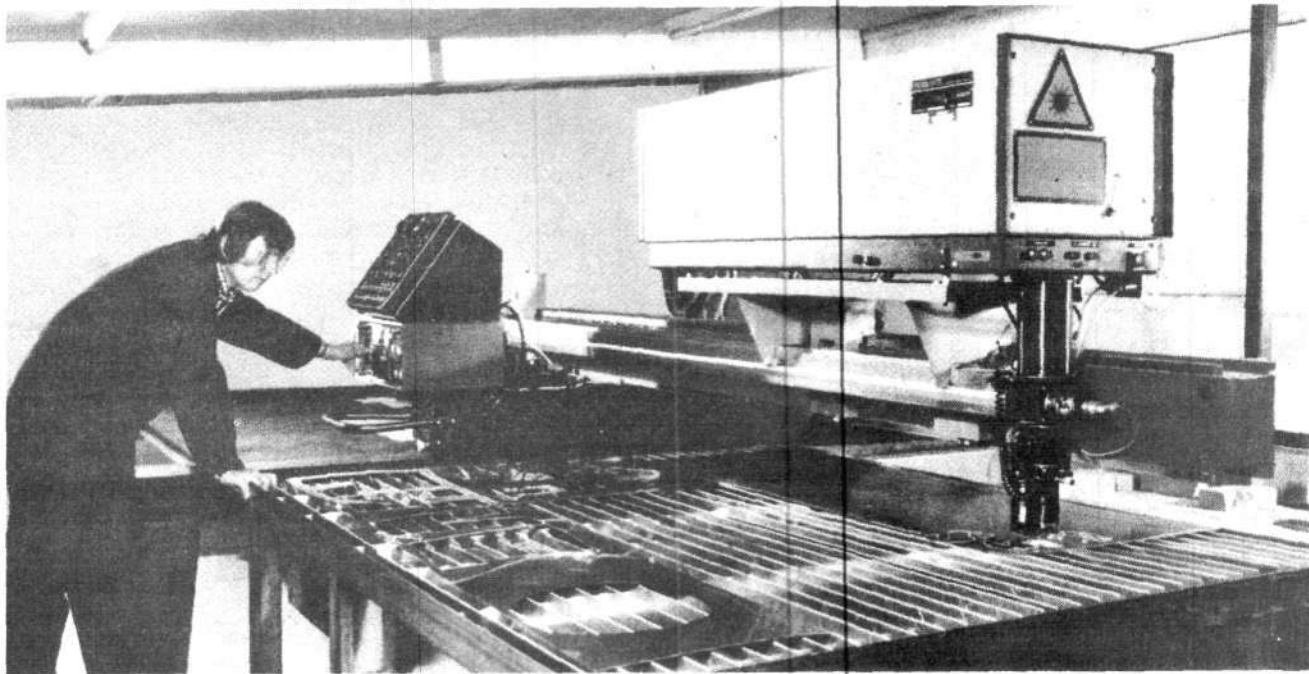
Sería un error que la asignación de tareas en el Plan de Defensa Estratégica se redujera a una lista de necesidades militares. El programa debe orientarse a la tarea de colonizar la Luna y Marte. Cada elemento de defensa que se confeccione debe conseguirse acelerando las derivaciones

de la tarea principal asignada.

El punto es que la variedad de capacidades científicas necesarias para producir los artículos militares y de capital requeridos deben tener una base común coherente. Esta base ha de definirla una tarea que explícitamente abarque todas las técnicas del caso, y que utilice hasta el límite las potencialidades previsibles de todas y cada una de estas técnicas.

Procedamos a colonizar la Luna y Marte, tal como Krafft Ehricke se consagró a hacerlo. De paso, tenemos un problema militar que resolver, para lo cual están óptimamente calificadas las técnicas de la colonización espacial. Siendo al mismo tiempo patriotas y ciudadanos del mundo, cumpliremos esa tarea transitoria, pero la cumpliremos mejor si nunca apartamos la vista de nuestra tarea central. Una vez asegurada la civilización, aumentada enormemente la productividad del trabajo en todo el planeta por la revolución tecnológica que fluirá de nuestra labor en el Plan de Defensa Estratégica, habremos establecido una economía más poderosa, la necesaria para iniciar la colonización, efectivamente, primero de la Luna, y luego, de Marte. Todo esto lo haremos mejor si vemos la tarea práctica de colonizar a Marte como una forma necesaria de traerle a toda la humanidad una visión del Hombre en tanto Hombre en el Universo, coadyuvando así a la apertura de la tan aguardada Edad de la Razón.

Esa búsqueda de una condición moral superior de la humanidad en la conquista del espacio, es el gran legado científico y moral del grupo de Oberth y de sus esfuerzos en ese "programa relámpago". No hay por qué hacer a un lado ese legado en vista de nuestras necesidades militares; tanto mejor nos desempeñaremos en esas tareas militares si nunca apartamos la vista de la luz de las estrellas. Juremos por la memoria de nuestro bienamado Krafft Ehricke que nunca haremos otra cosa.



Entre mayor sea la productividad de la herramienta, representa una mayor capacidad de fuego y movilidad. Aquí se muestra una cortadora Falcon con equipo de láseres para cortar metales, plásticos, madera y otros materiales.



*En los últimos 20 años, la India ha llevado adelante un programa espacial propio que, en tanto lanza aparatos al espacio, estimula la economía con sus derivados tecnológicos. La idea impulsora del programa es que cada vez más ciudadanos de todas las naciones en desarrollo deben entender cómo proceden la ciencia y la técnica que emana de ella.*

*La rueda de momento construida en la Organización de Investigaciones Espaciales de la India (ISRO) para el satélite APPLE.*

ISRO

## El programa espacial de India: industria en auge

por Ramtanu Maitra

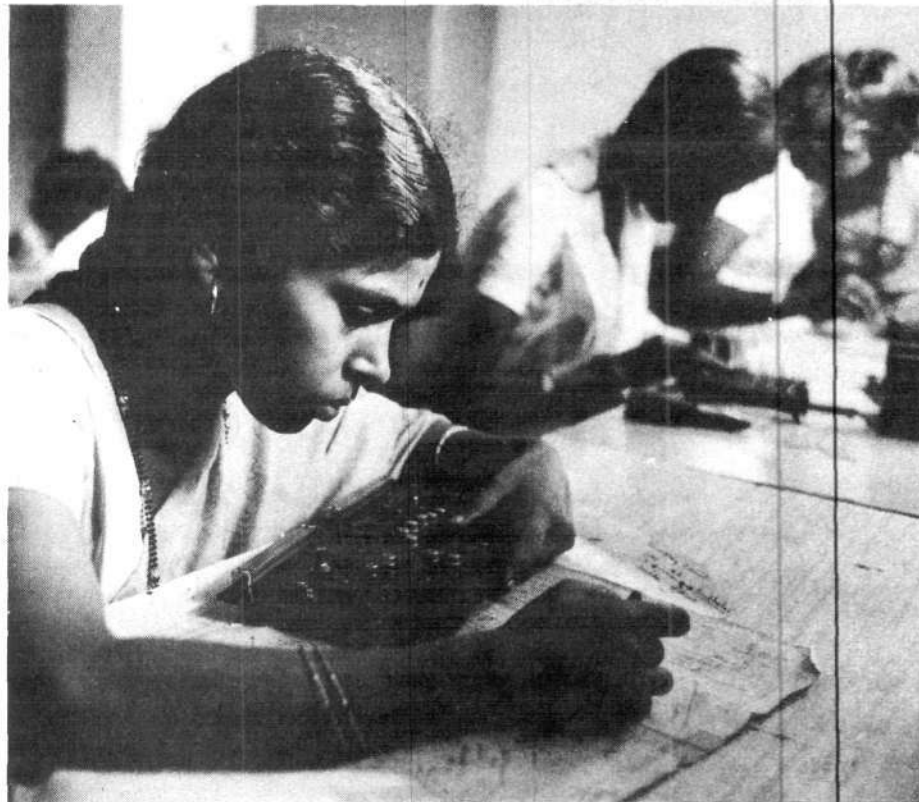
Desde 1968, el doctor Vikram Sarabhai, arquitecto del programa espacial indio, predijo los beneficios que traería a la industria la tecnología espacial. En el discurso con que inauguró la base de despegue de cohetes en Thumba, Sarabhai expuso que emplear satélites de comunicación exigiría invertir apenas un tercio que los equipos de comunicación tradicionales, y le permitiría a India colocarse de un salto en posición de negociar en términos de igualdad con países más desarrollados. Con ese y otros ejemplos, Sarabhai pintó los enormes frutos económicos que rendiría la inversión en el espacio:

Podiera ilustrarlo a partir de la experiencia que venimos ganando en la construcción de cohetes. Esta tarea exige nuevas disciplinas; entender materiales y técnicas; tolerancias y pruebas de materiales muy rigurosas, en condiciones extremas; perfeccionar los equipos de teledirección y computación. De hecho, tengo a menudo la sensación de que la disciplina y la cultura del nuevo mundo que surge cuando se prosi-

guen actividades de este tipo se hayan entre las cosas de más importancia desde el punto de vista de una nación en desarrollo.

Casi veinte años después, la industria india empieza a cosechar en grande los beneficios. La Organización de Investigación Espacial India (ISRO) le ha transferido una gran variedad de técnicas a la industria; hasta el momento, se le han concedido más de 67 procesos y productos a 33 diferentes industrias, entre ellos técnicas de elaboración de productos químicos, polímeros, materiales especiales, instrumentos de precisión, equipo de telecomunicaciones y televisión, circuitos electrónicos, equipo electroópticos, programas de computadora y maquinaria especializada. Está por iniciarse la explotación industrial de otros 30 procesos y productos.

Más aún, en los últimos dos o tres años, las necesidades del programa espacial obligaron a abrir dos plantas químicas completas, amén de nuevas divisiones en varias empresas industriales privadas y públicas, dedicadas en exclusiva



Ramtanu Maitra

a abastecer el programa espacial. Se calcula que toman parte en el programa unas 50 ó 60 industrias de todo el país.

Del modesto presupuesto anual de 20 millones de dólares con que comenzó en 1962, el programa espacial de India ha saltado a los 300 millones anuales que le asigna el Séptimo Plan a partir de 1986. Aunque no es una porción muy grande del presupuesto nacional anual de 60.000 millones de dólares, el que se haya multiplicado quince veces permite darse una idea del efecto creciente del programa en la economía del país. Se espera que casi la mitad del presupuesto espacial vaya directamente a la industria de ingeniería india que provee bienes y servicios

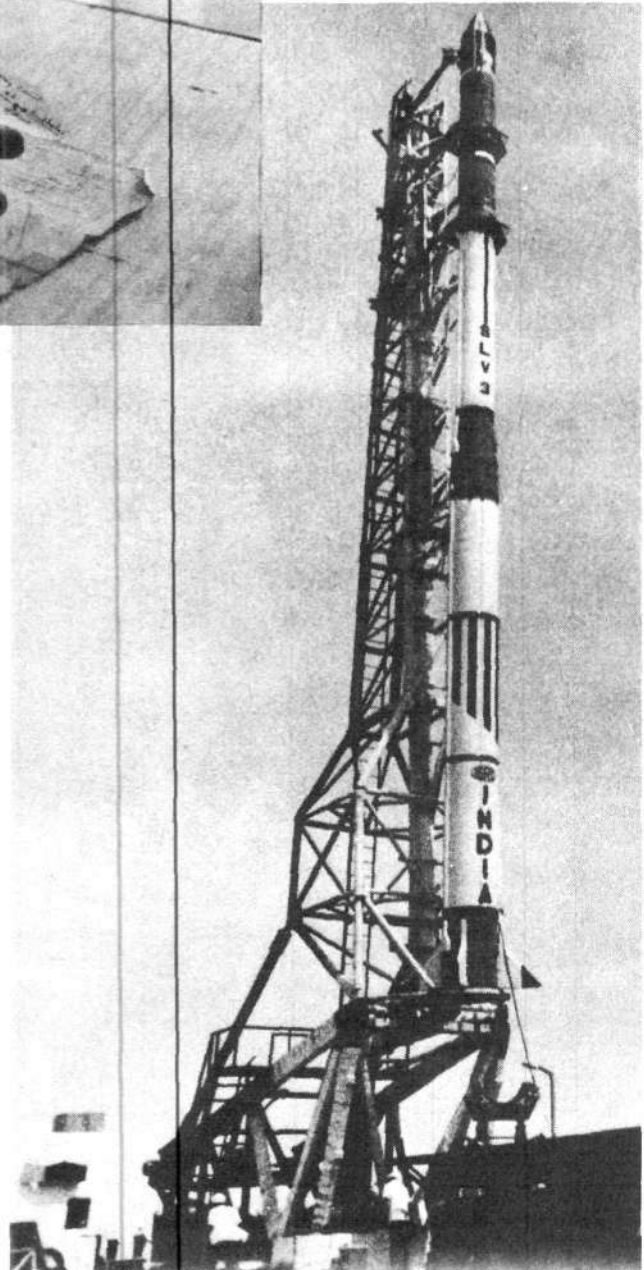
En realidad, el efecto es geométrico. No sólo recibe la industria el estímulo de las necesidades directas del programa espacial, sino que las aplicaciones de éste a las comunicaciones y a la teledetección fructifican en las telecomunicaciones, la educación, la agricultura, la meteorología y la prospección de recursos.

#### El efecto fundamental

En todos los países, la tecnología avanzada —y, en particular, la espacial— ha servido de catalizador del crecimiento de las industrias existentes y ha creado con ello la capacidad de generar nuevas técnicas.

Para Europa, en particular Francia y Alemania, organizar y echar a andar su programa espacial en las últimas dos décadas se ha traducido en un notable fortalecimiento de su base industrial y su capacidad para competir en los mercados internacionales. Los estudios indican que cada dólar invertido en tecnología espacial, a las industrias que han participado activamente les ha redituado casi cuatro. Los estudios realizados en los Estados Unidos indican que cada

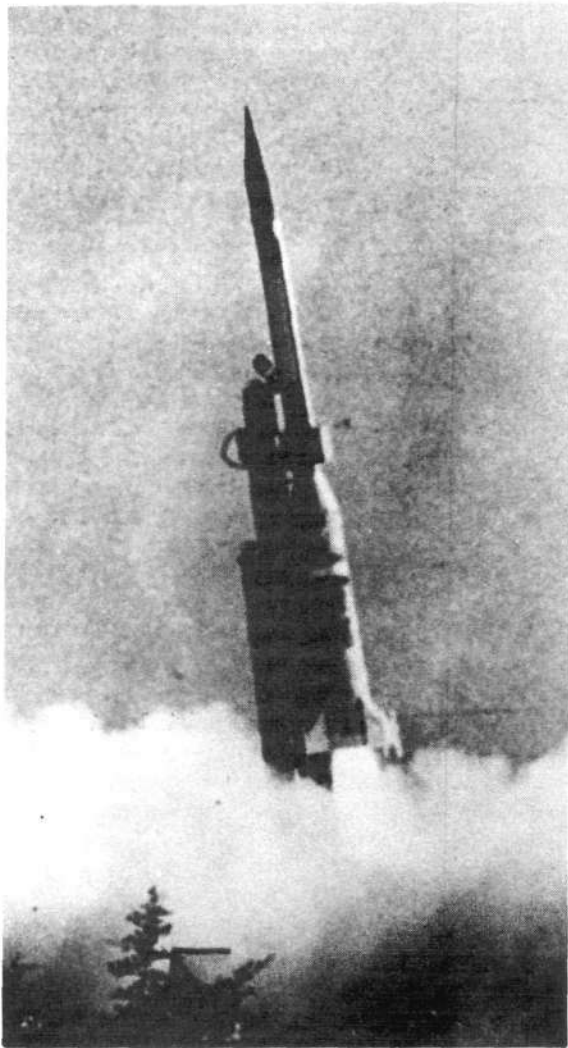
Con su programa espacial, India ha forjado en los últimos 20 años no sólo la industria para construir satélites y cohetes, sino también los científicos que toda nación necesita. Abajo, se ve el primer cohete diseñado y construido en el país, el SLV-3. Arriba, una joven construye un dispositivo electrónico en el Centro Atómico Bhabha, en Trombay.



United Nations

*Algunos de los problemas fundamentales que preocupan a los científicos hoy día no son muy diferentes de los que despertaron la curiosidad del hombre de antaño. Quisiéramos entender la creación del Universo, del Sistema Solar, de las estrellas y los planetas, el origen de la vida y los aparentes misterios que encierra la forma en que el Sol afecta el curso de la existencia humana en la Tierra. La investigación espacial está relacionada con todo esto.*

—Doctor Vikram Sarabhai, arquitecto del programa espacial de la India



*El lanzamiento del cohete RH-560 desde Sriharikota. Este cohete es parte del programa de cohetes sonda Rohini.*

dólar invertido en el programa Apolo de la NASA le redituó 14 a la economía estadounidense.

No es posible comparar de manera directa los programas espaciales de los Estados Unidos, Europa o aun la Unión Soviética con el de India. Pero tal vez no sea exagerado decir que los efectos de éste en la economía india puedan ser más profundos. En los Estados Unidos, Europa y la Unión Soviética, para los años de posguerra ya se había construido una base tecnológica e industrial, merced a los programas de defensa. Los programas espaciales se levantaron sobre ese cimiento y lo ampliaron. En contraste, el programa indio se inició con una infraestructura económica por demás débil. No había una base industrial moderna que acrecentar y perfeccionar; había que levantarla desde cero.

Desde el comienzo, el principio básico del programa indio fue confiar en las propias fuerzas. No se trataba de reinventar la rueda —explican los científicos indios—, sino de que los profesionistas del país dominaran todas las técnicas esenciales que entraña viajar al espacio. Las consideraciones, como la decisión de invertir en el espacio, fueron eminentemente prácticas. El doctor Sarabhai, que junto con el doctor Homi Bhabha fue el alma del programa espacial, era quien exponía con mayor claridad esta filosofía.

#### Proceso trifásico

Los planificadores espaciales de India comenzaron el trabajo en cuatro frentes básicos a la vez: aplicaciones, satélites, vehículos de lanzamiento y apoyo a la misión, para empezar a erigir la capacidad del país en todos los terrenos. Fue un proceso orquestado cuidadosamente, planeado con tres décadas de antelación.

Los primeros diez años fueron de aprendizaje. En 1963, se estableció en Ahmedabad la estación experimental terrestre de comunicaciones por satélite, para trabajar en técnicas de apoyo terrestre y aplicaciones. La base de lanzamiento de cohetes Thumba vino a reforzar el trabajo con cohetes sonda. Ambos programas entrañaron ayuda internacional: dada la rigurosa limitación de recursos, a cada paso era imperativo aprovechar al máximo las oportunidades de cooperación internacional, sin dejar de levantar la capacidad propia.

Cuando se aceleró el ritmo de las actividades, el Departamento de Energía Atómica creó la Organización de Investigación Espacial India (ISRO), que se encargaría de todos los asuntos relacionados con el espacio, y en 1972, el gobierno formó un Departamento del Espacio, bajo la supervisión de la Comisión del Espacio y que incluía a la ISRO. En los setentas se definió una serie de metas y proyectos a plazo fijo; a ésta se la conoce como la fase programática del programa espacial.

Lo decisivo era emprender un grupo de proyectos que dieran la experiencia práctica necesaria con el riesgo mínimo de inversión. Ejemplos de ello son las emisiones experimentales de televisión educativa por satélite que se hicieron en 1975 y 1976, con auxilio del satélite geosíncrono ATS-6 de los Estados Unidos, y los trabajos de telecomunicaciones por satélite de 1977-79, en los que se usó el satélite franco-alemán Symphonie. Todo el equipo terrestre empleado en estos experimentos lo construyeron y manejaron científicos indios. Los experimentos fueron esenciales para

dar paso a la red nacional india de comunicaciones por satélite (INSAT).

Se dieron pasos similares para dominar la construcción de satélites, y se fijaron plazos precisos para proyectar, construir y probar satélites destinados a experimentos científicos, empezando con el Aryabhata, en 1975. Y se siguió adelante con el trabajo para dominar la tecnología de los vehículos de lanzamiento, cuyos primeros pasos habían comenzado en 1962. Este campo era el más exigente, más por la complejidad técnica de la tarea que por su elevado costo. Por estar en todas partes tan estrechamente vinculada a las aplicaciones militares, la tecnología es menos asequible, lo que obliga a proceder por cuenta propia a partir del conocimiento científico básico en la materia.

La fase programática es la que hizo de la ISRO el equipo dinámico que conocemos hoy, dirigido por científicos e ingenieros, en cuyo personal siempre ha habido dos científicos o técnicos por cada administrador. Para fines de la década, la ISRO había acumulado amplia capacidad en las cuatro áreas básicas, y tenía ya, además, una idea clara de lo que quieren y necesitan los usuarios.

La década actual es, para los funcionarios de ISRO, la de ejecución. Es cuando la red nacional de comunicación por satélite empezará a funcionar a plena capacidad, y cuando se emplazará el dispositivo indio de detección remota. Tras el buen éxito del lanzamiento del SLV-3, se perfeccionan en la actualidad otros tres vehículos, más avanzados. Para

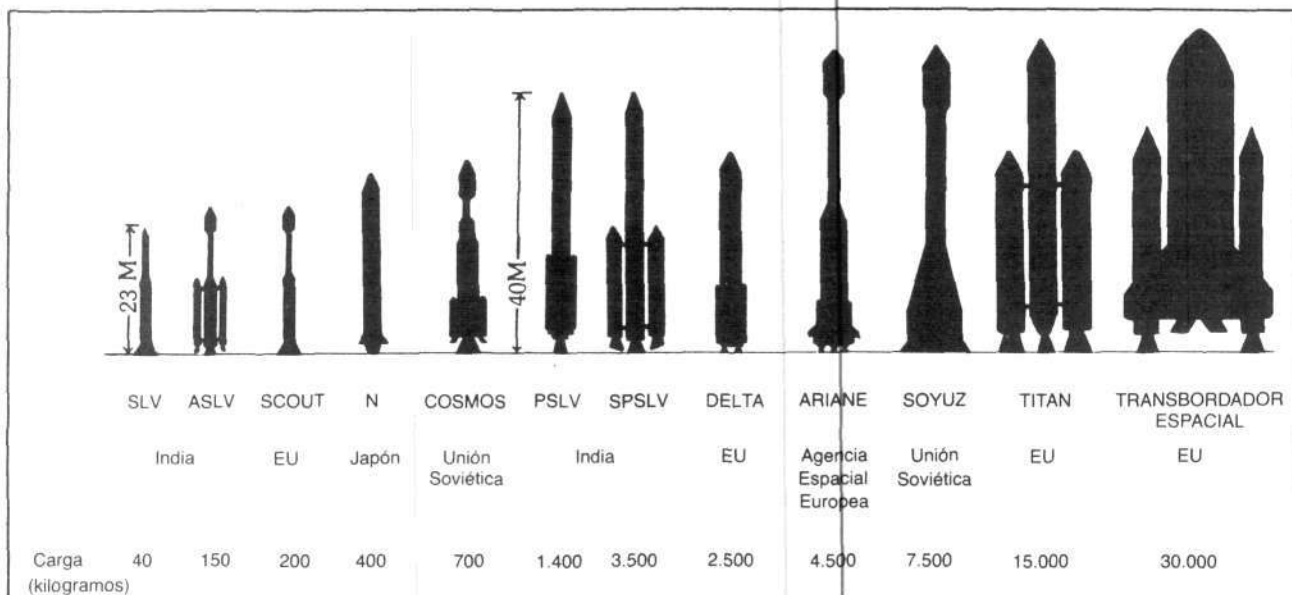
principios de la década de 1990, cuando esos vehículos se terminen y queden listos también los nuevos satélites que se proyectan y fabrican en el país, el programa espacial de India quedará cimentado por completo en recursos propios. Con gran tino, se acaba de crear todo un Ministerio del Espacio para dirigir el programa.

#### Aprovechamiento máximo de la industria india

Hasta 1978, año en que el Departamento del Espacio decidió que todos sus programas recurrieran al máximo a la industria nacional, la ISRO hacía todo por sí misma. Gradualmente, la industria adquirió la capacidad de reproducir los prototipos que hiciera la ISRO, con la supervisión de ésta, que ahora planea ir reduciendo a meros planos de ingeniería sus indicaciones para la construcción de piezas o aparatos, a fin de que la industria participe cada vez en el perfeccionamiento de los equipos que fabrica.

Los científicos están siempre en busca de empresarios que tengan la capacidad de producir materiales y equipo de la calidad necesaria para aplicarlos a la exploración y el aprovechamiento del espacio extraterrestre, lo cual exige alto grado de precisión y deja muy poco margen de tolerancia.

Un ejemplo aleccionador es el del acero especial extraliviano que se empleará para envolver el motor de los futuros vehículos de lanzamiento. Se trata de una aleación de acero sumamente económica en ciertas aplicaciones, pero es también difícil de fabricar. India no tenía experiencia algu-



#### COMPARACION DE LOS COHETES QUE HAN LANZADO LA INDIA Y OTROS PAISES

*El progreso de la cohetería india comenzó muy modestamente en los sesentas, con la construcción de varios cohetes sonda para explorar la parte más alta de la atmósfera y la ionósfera, así como para realizar algunos experimentos astronómicos. En 1980, la cohetería india alcanzó la mayoría de edad con el lanzamiento del cohete SLV-3, que puso en órbita un satélite de 40 kilogramos. Una vez que se tuvo el dominio de la técnica básica que hace falta para construir este tipo de vehículos, los científicos indios empezaron a desarrollar un cohete mas grande y resistente, el ASLV, que se lanzará a finales de 1985.*

*La meta siguiente del programa espacial de la India es el cohete PSLV, de 44 metros de longitud y 16 veces más pesado que los cohetes anteriores. Se espera que el cohete PSLV sea la piedra angular del programa espacial de la India, que le permitirá ofrecer a otras naciones la oportunidad de poner en órbita sus satélites.*

na con esta aleación. Fue necesario un arduo trabajo para averiguar su composición y determinar sus condiciones de forja, soldadura y tratamiento con calor, así como la composición de las barras de soldar. Hubo después que encontrar quien laminara el acero, hiciera los anillos de 3-4 metros de diámetro y fabricara las cajas del motor.



PIB India

La televisión educativa por satélite logra llegar a 2.400 poblados en seis estados de la India.



PIB India

Trabajadores indios en el centro de investigaciones espaciales ubicado en la base de lanzamiento de Thumba.

La ISRO movilizó a sus propios científicos y buscó la colaboración del Instituto de Investigaciones de Soldadura y la Bharat Heavy Electricals Ltd, en Trichy. Hoy, India sabe y puede fabricar ese tipo de acero especial, que podrá llegar a emplearse no sólo para hacer cajas de motor para cohetes, sino también en la defensa y, quizá, en la industria nuclear.

En la mayoría de los casos, la ISRO ha creado los recursos técnicos de que no se disponía en el país. Hay excepciones, como el convenio de transferencia tecnológica con Francia para producir transductores. Francia convino en aportar los conocimientos técnicos a condición de que el producto se exportase a Francia. El Departamento del Espacio abasteció a Francia de transductores durante diez años. Ahora, según las condiciones del convenio, el método se hará de conocimiento general de la industria, e India podrá exportar transductores al mercado mundial.

La transferencia de tecnología de la ISRO a la industria es un proceso constante. Entre los productos inventados en la ISRO y que ahora se producen en varias industrias, cabe mencionar: transductores de presión y propulsión (que hasta hace poco fueron el elemento más importante que hacía falta para desarrollar en India la industria de equipos de mando); el polvo extinguidor de la ISRO, eficaz contra incendios de metal y aceite; una gama de adhesivos y selladores que pueden unir eficazmente una variedad de materiales, como caucho, metal, plástico, tela, etc, para hacer cubiertas muy resistentes a la intemperie; una unidad de codificación y transmisión múltiple; trece diferentes piezas de equipo de estudio de televisión, entre ellas correctores de tiempo automáticos; amplificadores de alta potencia; equipo de microondas para comunicaciones; un aparato de acopio, almacenamiento y transmisión de datos para las plataformas de observación meteorológica montadas en satélites; y terminales para la red de radio del INSAT.

En fecha reciente, la ISRO proporcionó a una compañía industrial de Hardwar su método para producir de forma continua secciones estructurales de plástico reforzado con fibra, de grosor uniforme. Las secciones de plástico reforzado con fibra tienen la ventaja de ser muy resistentes por unidad de peso, aislar la electricidad y la temperatura, resistir la corrosión y poder almacenar energía, por lo cual tendrán una gran variedad de aplicaciones industriales.

El programa espacial también hace aportaciones de gran valor a la industria electrónica. Se comenzó a producir toda una gama de instrumentos de precisión, principalmente para equipos de mando, que se perfeccionaron para usarlos en el programa espacial. En este campo, el papel de la ISRO no ha sido tanto diseñar nuevos aparatos, sino adaptar los nuevos productos que la propia industria viene perfeccionando y fomentar que se mejore la calidad para satisfacer los rigurosos requisitos de las aplicaciones espaciales.

En 1983, en un discurso a la Cámara de Comercio e Industria de Punjab-Haryana-Delhi, el entonces presidente de la Comisión Espacial, doctor Satish Dhawan, describió lo que esto había significado para la industria india y lo que significa para el futuro.

Las industrias que optan por utilizar la tecnología espacial invariablemente se topan con que la exigencia de máxima confiabilidad o los complejos detalles de



fabricación y funcionamiento obligan a innovar. Por ejemplo, las tareas de fabricación exigen márgenes de error ínfimos que requieren de instrumentos y técnicas de medición especiales. De modo semejante, la necesidad de gran resistencia y poco peso impone el uso de materiales especiales como lo son los aceros especiales, el titanio o el berilio o aleaciones de éstos. Trabajar con dichos materiales precisa de cambios en el modo de cortar metal, en los métodos de tratamiento con calor y de forja, etc. La solución venturosa de tales problemas da vida a nuevos procedimientos industriales, con aplicaciones más amplias. En esta área nos encontramos todavía en las fases iniciales en India, pero el proceso está en marcha, y si la industria tiene visión y aprovecha la oportunidad, son posibles muchas cosas emocionantes en los años venideros.

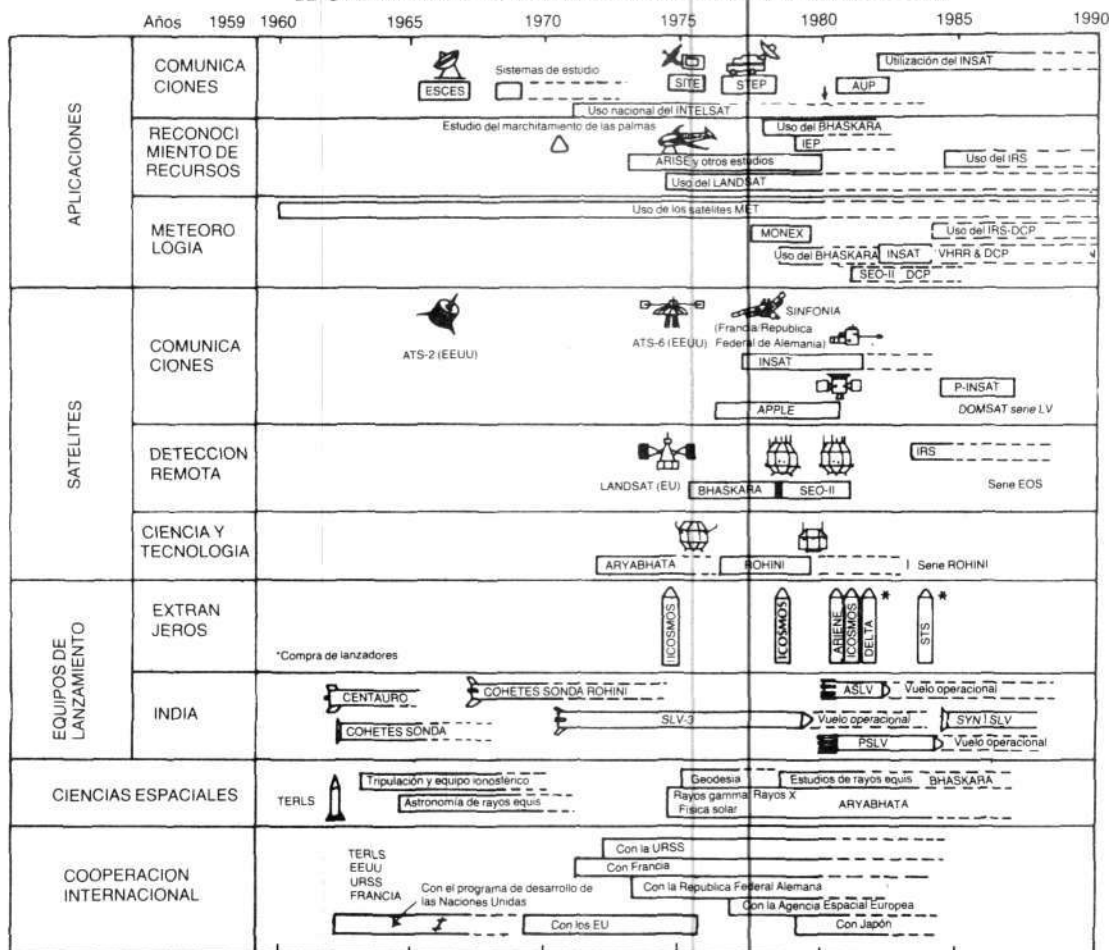
Para darse una idea de las posibilidades a que se refería Dhawan sólo hay que echarle una mirada al programa indio de detección remota. En 1983 se hizo una evaluación preliminar según la cual la demanda inicial de equipo optoelectrónico —radiómetros, por ejemplo— y equipo de interpretación —digamos, pantallas que agregan colores para distinguir frecuencias— ascenderá a 10 millones de dólares

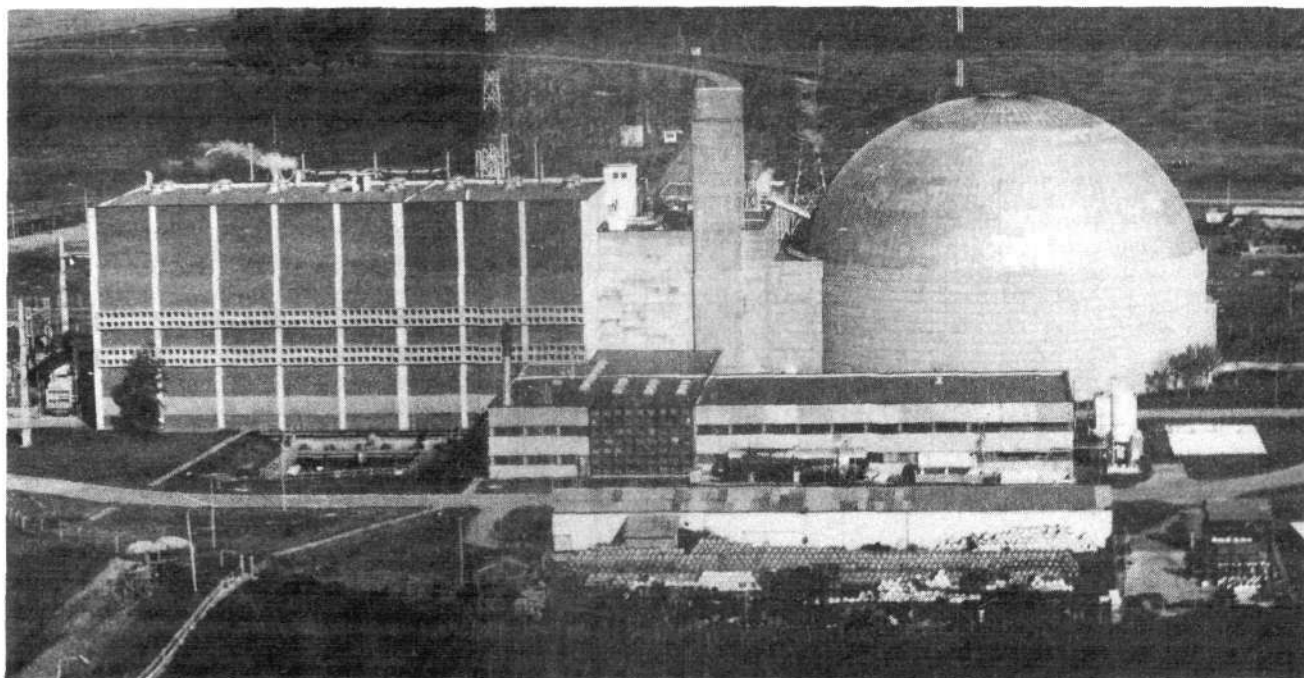
para 1988. Gran parte de este equipo se perfeccionó en el país; la ISRO da actualmente la información necesaria a los fabricantes capaces. Hay, además, unos cien posibles clientes que quieren contar con equipo electrónico para recibir, registrar, ordenar y difundir información del dispositivo de detección remota. También crecerá la demanda de esta información en la forma de impresiones y fotografías de alta calidad.

Los cálculos son posiblemente conservadores si se toma en cuenta la cantidad de información que generará a diario el dispositivo de detección remota. Cada vez que pase sobre India —siete u ocho veces al día— el satélite de ese dispositivo transmitirá información equivalente a 4.000 volúmenes de 300 páginas cada uno, lo cual representa una gran biblioteca de 10.000 volúmenes por día! Dentro de diez años, cuando se usen detectores de microondas que pueden recoger información en la noche como en el día y cualquiera que sea el estado del tiempo, ¡el flujo de información aumentará en un orden de magnitud!

*Ramtanu Maitra, ingeniero nuclear, es el director general de la revista Fusión Asia. Este artículo es una versión resumida del que apareció en el número de enero de 1985 de esa publicación.*

### EL CRECIMIENTO DE LA ACTIVIDAD ESPACIAL DE LA INDIA





Central nucleoelectrónica argentina de Embalse

CNEA

# Argentina puede producir reactores nucleares en serie

Por órdenes del Fondo Monetario Internacional, el programa nuclear de Argentina es blanco de una tremenda ofensiva hacendaria y política. Pero una compañía argentina ha concebido un nuevo reactor nuclear que ofrece enormes posibilidades a todo el mundo subdesarrollado y demuestra, una vez más, que los enemigos del programa nuclear argentino son torpes criminales.

La compañía INVAP, de Bariloche, terminará en un año el primer prototipo del nuevo reactor: una máquina modular que trabaja con uranio enriquecido (producido en Argentina) y agua a presión, y produce sólo 15 megavatios eléctricos. El reactor puede servir de grupo electrógeno en zonas aisladas o en regiones mal abastecidas, o se puede combinar con otros reactores del mismo tipo para crear una central nucleoelectrónica de hasta 150 megavatios eléctricos.

INVAP dio a conocer el plan, denominado "proyecto Carem", en un folleto técnico publicado en septiembre de 1984. Desde entonces se ha avanzado considerablemente en la realización del módulo prototipo, y se empezó ya a diseñar un segundo módulo, de 30 megavatios.

La importancia de la iniciativa argentina está en las tres implicaciones más obvias del empleo de módulos pequeños. En primer lugar, abre la posibilidad de producir reactores en serie en muchas partes del mundo. En segundo lugar, los módulos se pueden integrar de inmediato a redes eléctricas relativamente poco complejas, garantizando el suministro de energía en caso de ataque terrorista o militar. Y en tercer lugar, si se unen suficientes fuentes de crédito, el proyecto Carem pudiera realizarse enteramente con recursos industriales iberoamericanos, cuyo eje sería la asociación de empre-

sas y entidades oficiales argentinas y brasileñas.

### Posible producción en serie

El criterio primario del proyecto Carem es que la construcción de pequeños módulos puede asegurar su producción en serie, única forma posible de lograr una reducción sustancial de costos. El método de construcción modular reduce también el costo de la infraestructura necesaria para las nuevas instalaciones eléctricas. Es probable, además, que se reduzcan en mucho los lapsos de suspensión del servicio, debido a lo sencillo del mantenimiento de unidades tan pequeñas.

Al tiempo que han dejado de erigir centrales nucleares, debido al régimen monetario de Paul Volcker, director de la Reserva Federal, los Estados Unidos han suspendido por completo las exportaciones de tecnología nuclear al Tercer Mundo. Además, las "condiciones" crediticias del FMI han

provocado que países como México, que tenían grandes programas nucleares, los suspendan de repente ante la imposibilidad de costearlos.

El programa nuclear de la propia Argentina, que al iniciarse la guerra de las Malvinas había llegado casi al punto de las exportaciones y la transferencia de tecnología a otros países iberoamericanos, quedó casi completamente congelado con las medidas de austeridad interna demandadas por el FMI y adoptadas por el gobierno de Alfonsín. No obstante, la capacidad industrial de Argentina, Brasil, Colombia,

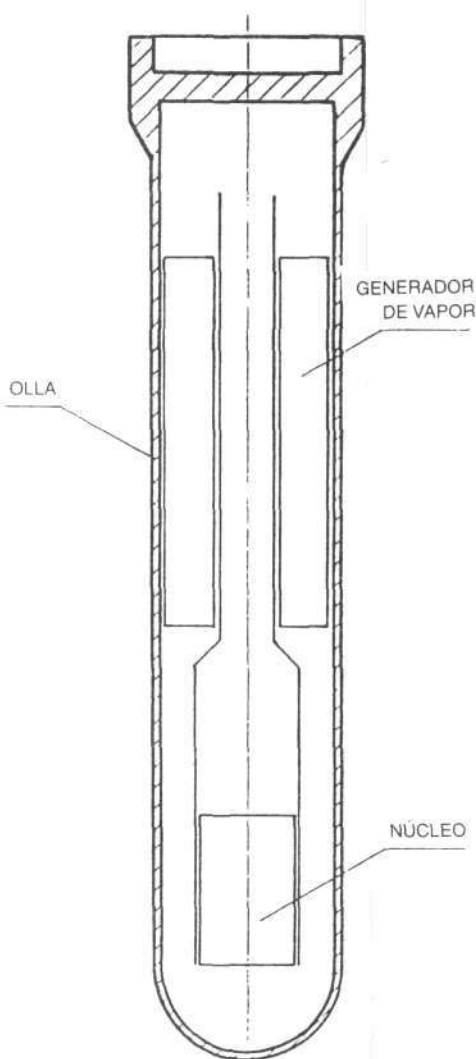
México y otras repúblicas iberoamericanas constituye el más denso mercado para la energía nuclear de todo el sector subdesarrollado.

El reactor de 15 megavatios que perfecciona INVAP representa la vía más sencilla para aumentar la capacidad instalada en muchos sitios al mismo tiempo, con un mínimo de costo y tiempo de instalación. La potencia de estos módulos les permitiría abastecer de energía a poblaciones de hasta 10.000 habitantes, a un costo per cápita comparable al de los países industrializados. En regiones más atrasadas,

cada módulo pudiese servir inicialmente a varios pueblos, y se irían añadiendo módulos a medida que se industrializa la zona. Si se utilizan en la construcción elementos uniformes de concreto pretensado, cada central puede completarse en cosa de un año, en lugar del mínimo de cuatro años que en promedio se tarda hoy día la instalación de un reactor grande, aun en circunstancias óptimas.

Por su tamaño, estos módulos se prestan para producirlos en fábricas costeras y montarlos en barcas para transportarlos por los ríos y a lo largo

## El funcionamiento del módulo Carem



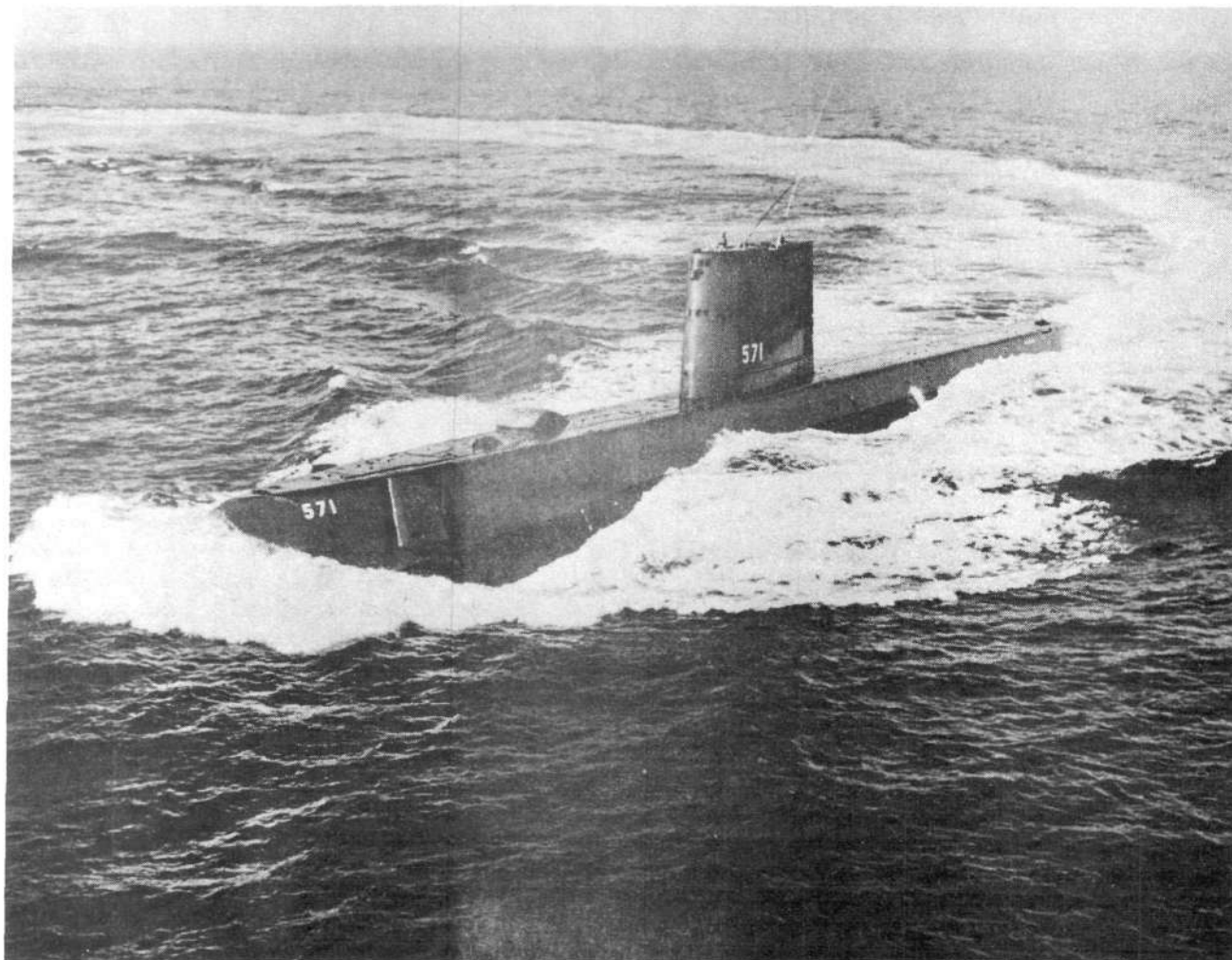
La figura es un esquema del recipiente de presión en el que se ubican el núcleo, la rama caliente, la cámara de vapor, el generador de vapor y la rama fría.

El agua se calienta en el núcleo, asciende por la rama caliente, hace un giro de 180 grados, desciende a través del generador de vapor, donde se enfría, y vuelve al núcleo por la rama fría. La diferencia de densidades entre el agua de la rama caliente y la fría, proporciona una fuerza impulsora que asegura que se establezca un caudal por convección natural. La diferencia de niveles entre el generador de vapor y el núcleo, permite ajustar el diseño para proveer el caudal necesario.

El generador de vapores de paso único, con tubos en arreglo helicoidal, enroscados en torno de la chimenea que separa la rama caliente de la rama fría. En la parte superior del recipiente de presión, en la zona de la cámara de vapor, están los intercambiadores de calor de parada, que evacúan el calor por convección natural. Un sistema intermedio de agua-vapor transporta el calor de los intercambiadores; se produce vapor que se condensa en el condensador, y la circulación del fluido ocurre por convección natural.

El condensador de parada, a su vez, es alimentado por agua desde dos tanques elevados. En el lado de la carcasa, el agua se evapora y es liberada a la atmósfera. A los tanques de agua les cabe suficiente como para asegurar la refrigeración del núcleo durante una semana. En caso de pérdida de refrigerante, un sistema de inyección de agua, también pasivo, se encarga de mantener al núcleo central cubierto de agua. En este caso, el núcleo se refrigera por evaporación directa de agua. El vapor generado pasa a través de la rotura al confinamiento, donde se condensa. Eventualmente, el confinamiento alcanza su temperatura y presión de diseño. En ese momento, la potencia disipada a través de las paredes del confinamiento iguala a la potencia que se está generando en el núcleo, con lo que el sistema no sigue aumentando su presión.

Por su parte, el sistema de inyección tiene agua suficiente para mantener al núcleo cubierto de agua durante una semana después de haberse producido el accidente.



US Navy

*Cuando los Estados Unidos contruyeron los submarinos Nautilus, demostraron qué tan rápido se pueden construir reactores atómicos pequeños.*

de las costas de Iberoamérica hasta los sitios donde urge la energía. Algunos de los primeros reactores de la armada estadounidense, contruídos en los cincuentas, eran nucleoelectricas flotantes, más o menos de este tamaño. Una de esas centrales flotantes generó fuerza eléctrica para la zona del canal de Panamá por espacio de 15 años.

Quiénes conocen las capacidades nucleares iberoamericanas calculan que la producción en serie de módulos nucleares de 15 ó 30 megavatios eléctricos la pueden realizar por sí solas las industrias nucleares de Brasil y Argentina. Para ello, advierten, habría primero que activar el vasto mercado para tales unidades mediante nuevos créditos para la inversión en infraestructura y para el comercio entre las naciones americanas. Las unidades ge-

neradoras pudieren instalarse inmediatamente en regiones remotas, en zonas de poca infraestructura de transmisión eléctrica y en zonas industriales portuarias. En poco tiempo se generalizaría su uso en grupos modulares de varios tamaños, de hasta cerca de 150 megavatios eléctricos.

Los únicos intentos de producir reactores nucleares en serie han involucrado grandísimas instalaciones diseñadas para producir hasta cuatro reactores grandes, de 1.000 megavatios, al año. La Offshore Power Systems, un centro de producción de reactores flotantes levantado por la Westinghouse en Jacksonville, Florida, quedó ociosa apenas abrió sus puertas, debido a que de repente se esfumaron los pedidos. El complejo Atomash, de la Unión Soviética, ha

sufrido graves problemas de control de calidad cuando ha intentado acelerar el ritmo de producción en serie de los enormes reactores que allá se producen.

Así, pues, la norma actual para el resto del mundo es la industria nuclear francesa, la cual no produce reactores propiamente en serie, pero sí con un alto grado de uniformidad. No obstante, todavía se van cerca de seis años en promedio para construir cada uno de esos enormes reactores.

#### **El ejemplo del Nautilus**

La experiencia de la armada estadounidense en la construcción de reactores atómicos para impulsar submarinos Nautilus demuestra que con los reactores pequeños pueden obtenerse ritmos de producción mucho

mayores. En la década de los sesentas, el programa de construcción naval logró completar hasta cuatro reactores en cuatro años en un solo astillero, con una fuerza de trabajo de menos de mil trabajadores y 70 inspectores, cifras reducidísimas en comparación con las normas actuales de construcción de reactores nucleares.

Es más, debido a que los reactores navales son mucho más pequeños que los que después se construyeron para la generación de energía, requieren menos presión interna y tienen más separados el reactor, la vasija de presión y las paredes de contención, por lo que por lo común han funcionado impecablemente, con menores lapsos de suspensión y con salas de mando relativamente sencillas. Todos estos factores sin duda contribuirán también al éxito del proyecto Carem propuesto por la industria nuclear argen-

tina. Aunque se supone universalmente que la economía de escala disminuye el costo del kilovatio de energía nuclear conforme aumenta el tamaño del reactor, las cosas no han resultado así en el caso de reactores de más de 500 megavatios, ni siquiera en las naciones industriales más avanzadas, dicen los más avezados ingenieros nucleares. Los períodos de descanso que necesitan los reactores de alta presión (aun sin los reglamentos de operación extremistas que se impusieron en los Estados Unidos en los setentas) son apenas uno de los factores que inclinan la balanza a favor del método de producción en serie de pequeños reactores "modulares".

Ya desde 1965, en una conferencia celebrada en Mayagüez, Puerto Rico, como parte del programa Atomos para la Paz, en la que estuvo representada la mayoría de las naciones del hemis-

ferio occidental, los delegados mexicanos, argentinos y brasileños propusieron que se concentraran esfuerzos para diseñar y construir módulos nucleares pequeños, usando como modelo los reactores experimentales Triga que en ese entonces construía y ofrecía exportar la Westinghouse.

El año pasado, en una conferencia de expertos nucleares celebrada en Buenos Aires, los participantes argentinos hicieron ver que la economía de escala de los grandes reactores obviamente no había satisfecho las esperanzas que se habían puesto en ella y que se había esperado demasiado para satisfacer la obvia demanda de un reactor pequeño para el Tercer Mundo que pudiese fabricarse en serie. El proyecto Carem pudiese resultar la respuesta a esa necesidad.

—Paul Gallagher

## ¿Qué caracteriza al módulo Carem?

El módulo Carem de generación nucleoelectrónica reúne estas características:

**a. Emplea agua liviana y uranio enriquecido.** En una planta de pequeño tamaño, el agua pesada implica diseño y operación demasiado complejos, sobre todo por el tratamiento del agua pesada, la producción de tritio y el recambio de combustible en operación. Por ello se optó por un reactor de agua liviana y uranio enriquecido. El enriquecimiento se ha fijado en alrededor del 5 por ciento (cota máxima); el valor definitivo depende de la estrategia que se adopte para el combustible, dependiente a su vez de los emplazamientos probables.

**b. Es integrado.** Esto es, que el generador de vapor se ha incluido dentro del recipiente de presión. De este modo se tiene un sistema primario formado por un solo recipiente, a diferencia de los actuales reactores de agua a presión, cuyo sistema primario se compone de un recipiente de presión, de dos a cuatro generadores de vapor, un presurizador, de dos a cuatro bombas y todas las cañerías de interconexión correspondientes.

**c. Es autopresurizado.** El reactor del módulo Carem genera su propia presión de funcionamiento. La presión de operación es la presión de vapor que corresponde a la temperatura más alta, que es la temperatura de salida del núcleo. La presión se regula a través de leves ajustes de la potencia neutrónica, y una cámara de vapor —en la parte superior del recipiente de presión— permite acomodar las variaciones volumétricas.

**d. Se refrigera por convección natural.** Un sistema integrado tiene muy baja pérdida de carga, lo cual permite prescindir de las bombas del circuito primario con todas las ventajas que esto tiene: sencillez de operación y mantenimiento, mayor seguridad y ahorro.

El caudal de refrigeración del núcleo se asegura por convección natural del refrigerante. La diferencia de temperaturas —y por consiguiente, de densidades— entre la rama fría y la caliente, junto con la diferencia de niveles entre el generador de vapor (fuente fría) y el núcleo (fuente caliente) proveen una fuente impulsora que hace que se establezca en el circuito un caudal por convección natural. Fijando adecuadamente estas magnitudes en el diseño, se garantiza un caudal suficiente para la refrigeración segura del núcleo.

**e. Sistemas pasivos de refrigeración de parada y de emergencia.** Los sistemas de refrigeración de parada y de emergencia son fundamentales para garantizar la seguridad de los reactores de agua a presión. En las centrales nucleares de este tipo, el diseño de los sistemas mencionados ha crecido en complejidad y costo, debido, sobre todo, al criterio usado. Dicho criterio consiste en reformar, mejorar o actualizar los diseños ya existentes a fin de que puedan cumplir las nuevas exigencias de los requerimientos de seguridad. En la industria nuclear mundial es opinión generalizada que se deben buscar nuevos caminos para garantizar el funcionamiento seguro de estos reactores.



# Por qué el cometa "de Halley" debe llamarse de Flamsteed

por Philip Valenti

El cometa "de Halley" hace 75 años. El cometa se fotografió en 1910 en Sudáfrica.

A finales de este año, todo el mundo estará atento a un espectacular fenómeno celeste, conocido en los últimos 200 años como el cometa de Halley. El cometa podrá verse a simple vista desde la Tierra de diciembre de 1985 a enero de 1986 y, luego, a lo largo de marzo y abril.

El cometa fue bautizado en honor de Edmund Halley, joven protegido de Isaac Newton, quien sucediera a éste en la presidencia de la Real Sociedad británica. Halley ayudó desde el principio a establecer la reputación científica de Newton al costear personalmente la publicación de su sistema de leyes físicas, *Principia Mathematica*, en 1686.

Casi todos los libros de historia dicen que Halley "fue el primero en darse cuenta que los cometas orbitan el sol y que regresan una y otra vez". Aprovechemos la oportunidad de la

aparición del cometa —que se nos presenta sólo cada 76 años— para informar que la pretensión de Halley de haber hecho ese descubrimiento fue sólo uno de los fraudes que perpetraron él y su padrino Newton. El crédito pertenece a otro inglés, John Flamsteed.

Esta es la historia de la primera explicación correcta de un cometa.

## Aristóteles y Kepler

Los cometas, como las estrellas, se han estudiado desde tiempos remotos. En realidad, toda la ciencia, toda la civilización, comienza con la comprensión de los cuerpos celestes y sus movimientos en el firmamento.

En el siglo 5 aC, Aristóteles afirmó que los planetas y las estrellas rodean la Tierra empotrados en esferas concéntricas perfectas, inalterables, de cristal transparente. El cristal, según Aristóteles, evita que las estrellas cai-

gan al suelo, a la vez que constriñe a la humanidad para siempre a su diminuta pecera terrestre. Para evitar que el raro fenómeno de los cometas perturbara su sistema, Aristóteles aseveró que éstos son meras "exhalaciones" en la atmósfera de la Tierra.

Los cometas se vengaron de Aristóteles cuando, en 1577, Tycho Brahe demostró que son verdaderos cuerpos celestes. Como lo señalara Johannes Kepler en su *Compendio de astronomía copernicana*, "Tycho Brahe refutó la solidez de las esferas. . . . Pues si las esferas fueran sólidas, no se viera a los cometas cruzar de una esfera a otra, pues se los hubiera impedido la solidez; pero atraviesan de una esfera a otra, como Brahe lo demuestra".

Kepler hizo prevalecer la fuerza del método de hipótesis de Platón poniendo al descubierto los verdaderos principios de la composición del uni-

verso en sus libros *Misterio del Universo* y *Armonías del mundo*. La hipótesis de Kepler de que cada planeta sigue una órbita elíptica y el Sol ocupa un foco de la elipse, se sustentaba plenamente en los concienzudos catálogos de estrellas y estudios de Marte que hizo Brahe. Pero la precisión de las observaciones no había llegado al grado de dominar el movimiento de los cometas. Las mejores mediciones aún parecían indicar que los cometas tenían trayectorias casi rectas al pasar junto al Sol.

En 1675, el rey Carlos II de Inglaterra, decidido a conquistar la supremacía naval, fundó el Observatorio Real en Greenwich, cerca de Londres. Nombró "observador astronómico" al reverendo John Flamsteed (1646-1719), astrónomo autodidacta, a quien le asignó un salario simbólico de 100 libras esterlinas al año. En el curso de 15 años, tras diseñar y costear todos sus instrumentos, Flamsteed hizo más de 20.000 observaciones con el sextante, con una precisión muchas veces mayor que la de Brahe.

#### La hipótesis de Flamsteed

Puesto que por más observaciones que se tengan, su mera suma no equivale a una idea, hacía falta una hipótesis atrevida y razonada para entender de veras el movimiento de los cometas. De eso también se encargó John

Flamsteed en noviembre de 1680, cuando predijo osadamente que el cometa que a la sazón se observaba dirigirse al Sol reaparecería pronto; y volando en dirección contraria!

El 15 de diciembre, Flamsteed informó que él ciertamente había "atisbado una cauda muy pequeña debajo [de la constelación] del Aquila" alejándose del Sol, precisamente como lo había predicho. Procedió a dibujar diagramas del movimiento del cometa, en uno de los cuales trazó claramente un recorrido parabólico elongado o elíptico en torno al Sol. Aplicó la misma hipótesis a sus observaciones anteriores del cometa de 1677, el cual había aparecido en la misma parte del cielo que los cometas de 1653 y 1665, y preguntó ¿qué conformidad hay entre los movimientos de éste y aquéllos, y si se tratará quizá del mismo que regresó acá después de dos revoluciones".

Aquí tenemos ya los dos conceptos que hacían falta—que los cometas orbitan el Sol y que regresan una y otra vez— junto con tomos de mediciones que confirman plenamente la hipótesis. ¿Qué tienen que ver entonces Isaac Newton y su discípulo Halley con el logro de este descubrimiento, mismo que se les atribuye hoy día? ¡Menos que nada! Por entonces, Newton sostenía obstinadamente que Flamsteed estaba totalmente equivocado y que los cometas viajan por necesidad en línea recta.

Newton escribió el 28 de febrero de 1681: "Sospecho asimismo que los cometas de noviembre y diciembre, que el señor Flamsteed considera uno y el mismo cometa, eran dos diferentes", y procedió a desechar la idea de Flamsteed con docenas de objeciones, como que "el de noviembre tenía una cabeza más brillante que el otro. . ."

Aunque Flamsteed explicó pacien-

temente y documentó con gran cuidado su descubrimiento, Newton estaba terco en que la trayectoria del cometa tenía que haber sido una línea recta: "De haber seguido una línea curva, otros cometas hubieran hecho lo mismo, y hasta ahora nada parecido se les ha visto hacer, sino más bien lo contrario. A los cometas de 1665, 1677 y otros que se iban hacia el Sol, o por lo menos algunos de ellos, si le hubieran dado la vuelta al Sol y no hubieran seguido adelante, alejándose de él por detrás, se les hubiera visto venir de regreso. . ."

Newton atacó el descubrimiento de Flamsteed en los términos más violentos y absurdos por espacio de otros cinco años, hasta que, en una carta que le dirigió el 19 de septiembre de 1685, reconoció que tras "volver a reflexionar sobre el [cometa] de 1680, parece muy probable que los de noviembre y diciembre fueron el mismo cometa". Luego le pedía a Flamsteed su catálogo de observaciones. Newton reconocía su error apenas en vísperas de la publicación de sus *Principia Mathematica* en 1686, texto en que reprodujo los concienzudos cálculos de Flamsteed con apenas unas notas de reconocimiento.

De Halley, Flamsteed escribió en 1691: "Tiene ya más de lo mío en sus manos de lo que podrá poseer o resti-

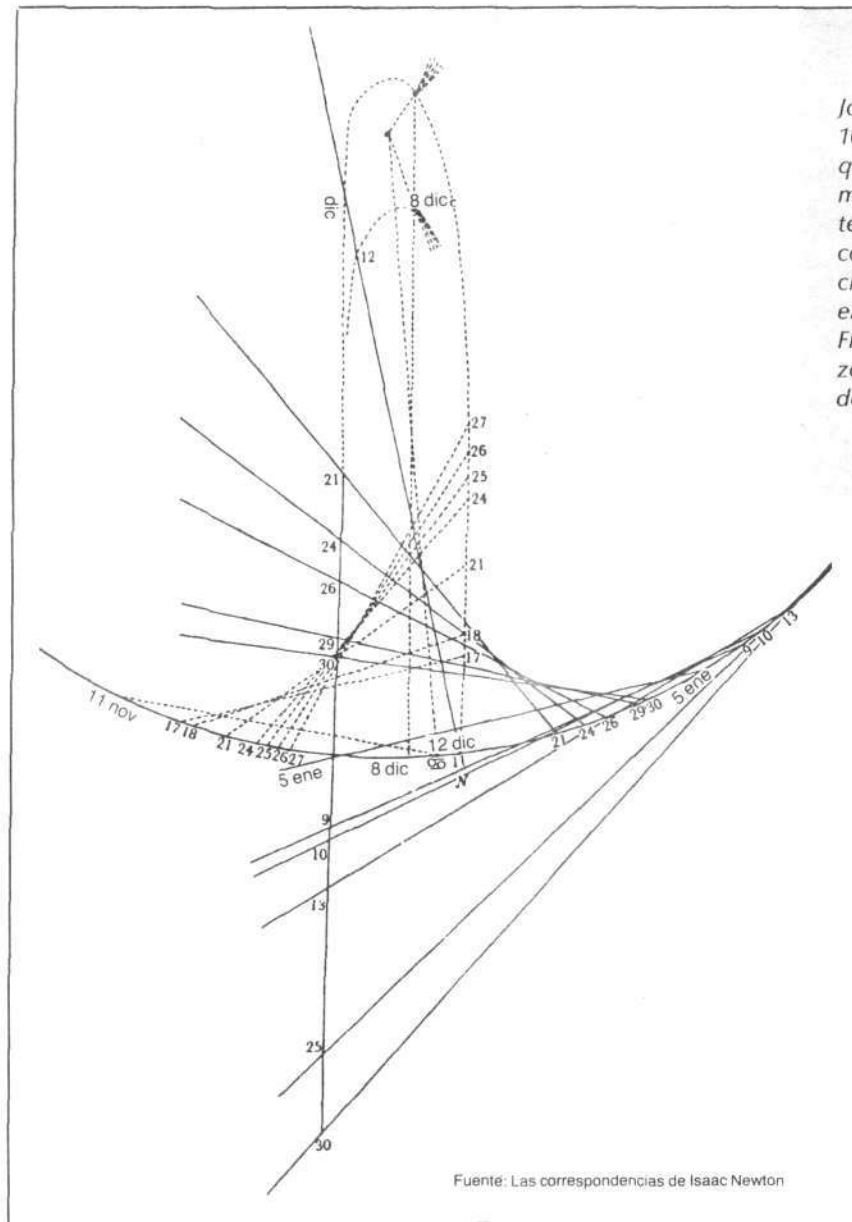


John Flamsteed  
1646-1719



Edmund Halley  
1656-1742

*En 1680, John Flamsteed dijo que los cometas viajan en órbitas elípticas alrededor del Sol. Isaac Newton y Edmund Halley atacaron el trabajo de Flamsteed durante varios años, pero luego se apropiaron del mismo y lo hicieron "su" teoría. Utilizando las observaciones y la teoría de Flamsteed, Halley predijo que el cometa brillante de 1682 regresaría en 1758.*



Fuente: Las correspondencias de Isaac Newton

John Flamsteed predijo en noviembre de 1680 que el cometa que entonces se veía que se acercaba al Sol, aparecería nuevamente pero en dirección opuesta. Flamsteed dibujó este esquema de la órbita del cometa con todo y los datos de las posiciones y las fechas en que se veía. Se encontró el diagrama en una carta que Flamsteed le envió a Newton el 7 de marzo de 1681. El cometa está frente al Sol o detrás de él.

ción resultaba correcta: "Por lo cual", escribió, "si regresa de acuerdo con nuestra predicción alrededor del año 1758, la posteridad imparcial no se negará a reconocer que lo descubrió un inglés".

En 1710, Newton había reunido suficiente influencia política para tomar por la fuerza las observaciones de Flamsteed, al amparo de los poderes que le confirió una cédula real que emitió la reina Ana el 12 de diciembre de ese año. Flamsteed narró su enfrentamiento personal con Newton el 26 de octubre de 1711: "Tuve otra disputa con el presidente de la Real Sociedad, quien había tramado una intriga para hacer suyos mis instrumentos; . . . Me quejé luego de que Raymer [Halley] imprimiese mi catálogo sin mi conocimiento, y de que se me hubiesen robado los frutos de mis esfuerzos. Sin más, estalló y me soltó toda clase de insultos, vanidoso, etc., que se le ocurrieron. Todo lo que le respondí es que vigilara sus impulsos, deseándole que los gobierne y domine su mal genio".

#### Venganza política

En 1712, Newton y Halley se salieron con la suya y publicaron las observaciones robadas a Flamsteed; también se dieron tiempo para atacar al inventor del cálculo, Gottfried Leibniz. El 12 de abril, una comisión especial de la Real Sociedad —encabezada por Halley— condenó oficialmente a Leibniz por, según los comisarios, haber plagiado el cálculo de Newton, y declaró oficialmente a Newton como el verdadero "primer inventor". La decisión de esa comisión la escribió el verdadero plagio, el mismo Isaac New-

tuir; y . . . no tengo estima por un hombre que ha perdido su reputación profesional y de hombre honesto e inteligente, con sus torpes triquiñuelas, su ingratitud y su cháchara insulsa". En su diario, Flamsteed explica por qué se negaba a entregar más de su información a la Real Sociedad, como le exigía Newton: "Ya me había topado con su mal genio, y siempre me pareció mendaz, ambicioso y excesivamente sediento de alabanza, a más de no tolerar que se lo contradiga. . . . Juzgué que si accedía a sus deseos, me pondría absolutamente en sus manos, o estaría a su merced, de quien podría malograr todo aquello que cayese en sus ma-

nos, o hacerme pasar dificultades y vejámenes innecesarios en relación con mi trabajo".

Newton se convirtió en presidente vitalicio de la Real Sociedad en 1703. Los diez años siguientes, Newton y Halley lucharon implacablemente por apropiarse de la obra de Flamsteed.

En 1705, Halley, valiéndose de los datos e hipótesis de Flamsteed, anunció que por sí mismo había observado la semejanza en las órbitas de los cometas brillantes de 1531, 1607 y 1682, y que por sí mismo había concluido que se trataba del mismo objeto, de vuelta cada 76 años. Halley esperaba sacar provecho político si su predic-



ton. En un nuevo intento de encubrir sus fuentes, éste borró del todo los nombres de Leibniz y Flamsteed de la segunda edición de su *Principia Mathematica* (1713).

La *vendetta* de Newton contra Leibniz se debió en gran parte a una inquietud política inmediata, ya que Leibniz se había colocado en Hannover, Alemania, como futuro primer ministro de Sofía, la próxima reina de Inglaterra, según parecía en esos momentos. Entre los aliados políticos de Leibniz en Inglaterra se encontraban "whigs honestos" como Daniel Defoe y "tories honestos" como Jonathan Swift, todos agrupados en torno al dirigente republicano Robert Harley. William Penn, fundador de Pensilvania y arquitecto de la ciudad de Filadelfia, era también de la facción de Harley, y acudió a él para proteger a Pensilvania de influencias hostiles en Gran Bretaña. El secretario particular de Penn, James Logan, se encontraba por esta causa en Londres en 1710 para un asunto importante, y tuvo la oportunidad de observar a Newton y compañía en su apogeo.

En 1713, Logan escribió desde los Estados Unidos: "Por todo lo que se publica, nos damos cuenta cuánta discordia y acoso reina en Gran Bretaña; pero yo tuve ocasión hace poco de presenciar un ejemplo particular que sobrepasa lo que pudiera imaginar el corazón de un hombre (el mío al menos); se trata de la nueva edición de los *Principios* de Newton que me llegó de Inglaterra hace unas semanas. El autor, en la primera edición (que también tengo), en el tercer libro, "El sistema del mundo", citaba en general las observaciones de Flamsteed cada vez que tenía la oportunidad de usar alguna, pero desde entonces, el pobre Flamsteed pasa por whig violento y por lo tanto como adversario de Halley, etc., por lo cual fue no poco perseguido hace tres o cuatro años por el presidente de la Sociedad, y para mejor (me supongo) expresar su repulsa a sus principios, han dejado ahora su nombre fuera casi en todas partes".

De modo que los amigos de Newton persiguieron a Flamsteed por sus convicciones políticas. A la muerte de Newton, en 1727, la Real Sociedad había impuesto por tales medios su dominio dictatorial sobre casi todo el

pensamiento en el floreciente imperio británico. Halley, a quien habían nombrado astrónomo real a la muerte de Flamsteed en 1719 y había también sucedido a Newton como presidente de la Real Sociedad, se erigió en árbitro personal de la ciencia. Pero Logan, cuya vigorosa defensa de Leibniz constituyó una primera declaración de independencia americana frente al *Establishment* británico, se negó a doblegarse.

En 1727, cuando su discípulo Benjamin Franklin formó el Junto, "club establecido para el mejoramiento mutuo", Logan comenzó el trabajo experimental que le diera renombre a Filadelfia como centro científico independiente. En tanto Franklin y sus amigos hacían progresos con la ayuda de la biblioteca clásica de 3000 volúmenes de Logan, éste mismo, en comunicación con Lineo y otros grandes científicos europeos, demostraba que, para que las plantas de maíz den fruto, se necesita el polen transportado por el viento.

Esta inesperada "amenaza" intelectual de las colonias británicas tomó por sorpresa al *Establishment* de Gran Bretaña, tal como sucedería con cada iniciativa de las colonias hasta la batalla de Yorktown, en 1781. El arrogante Edmund Halley, casi como los ministros de Jorge III cincuenta años más tarde, trató al principio de suprimir la obra de Logan por medio de tácticas brutales. Los escritos de Logan que Halley no pudo suprimir salieron en las *Transactions* de la Real Sociedad mutilados y alterados para desacreditar las ideas de Logan. Como esas tácticas no lograron intimidar a los americanos y las colonias no cesaron de producir avances científicos, Halley recurrió finalmente al método clásico de Newton: el plagio.

En 1732, Logan escribió a la Real Sociedad para informar de otro descubrimiento americano. Franklin tenía un joven amigo, el vidriero Thomas Godfrey, miembro fundador del Junto, que había aprendido matemáticas por su cuenta en la biblioteca de Logan. Godfrey inventó "un instrumento para medir la distancia de las estrellas con *speculum* [espejos] reflectores, que considera puede ser de utilidad en el mar". En su carta, Logan incluyó una descripción detallada del cuadrante de God-

frey, con diagramas en los que ilustraba la superioridad de éste sobre el sextante, y sugería que se diese a Godfrey respaldo financiero para continuar su trabajo.

Poco después, apareció un artículo en las *Transactions* de la Real Sociedad, firmado por uno de sus miembros, John Hadley, quien alegaba haber inventado un cuadrante idéntico al diagramado en la carta de Logan! Cuando Logan protestó, Edmund Halley, ahora presidente, acusó a los americanos de tratar de plagiar la idea de Hadley! En esta escaramuza temprana de la Guerra de Independencia, Logan y Franklin reunieron en Pensilvania declaraciones juradas sobre la prioridad de invención de Godfrey. Halley no sólo se negó a reconocer su falta, sino que dictaminó descaradamente que Godfrey y Hadley eran "coinventores", otorgándole a cada uno un premio de 200 libras esterlinas. En un último insulto a los americanos, Halley acusó a Godfrey de ser un borracho. Hasta este día, el invento americano se conoce como "cuadrante de Hadley".

En un escrito publicado en una revista americana, Logan hizo un llamado a la justicia frente a los métodos de los seguidores de Newton:

"Todos los estados civilizados han considerado un honor tener hombres de gran ingenio nacidos o criado en su seno. . . ya que nada redundará más en honra de un estado que el que se diga que en él se inventó o perfeccionó alguna ciencia de utilidad general para la humanidad.

"Sin embargo, sucede con frecuencia que los verdaderos autores de muchos inventos útiles, ya sea por accidente o fraude, pierden el debido crédito; y, de generación en generación, pasan con el nombre de otro. Así pasó en tiempos pasados con Colón y muchos otros; y así también pasó con un natural de Filadelfia. . .

"Se somete por consiguiente al mundo si. . . ¿no debieran, en justicia, llamar en el futuro a este instrumento cuadrante de Godfrey y no de Hadley?"

En nombre de la justicia, yo hago también un llamado: rebauticemos el cometa de Halley con el nombre de Flamsteed, para rendir honor a quien hizo el trabajo verdadero.

# ¿Qué podemos aprender de los cometas?

Cinco sondas espaciales vuelan en estos momentos para encontrarse con el cometa "Halley" a principios del año entrante. Los cinco aparatos van cargados de instrumentos cuyas observaciones nos ayudarán a resolver varias preguntas sobre los cometas mismos y sobre la historia de nuestro sistema solar.

Una de ellos, la sonda europea Giotto, llegará tan cerca del astro que puede resultar despedazado por la lluvia continua de partículas que el viento solar desprende del cometa. Dichas partículas volarán a 65 kilómetros por segundo en relación al Giotto. Los expertos europeos confían en que la sonda envíe suficiente información a la Tierra—inclusive fotos a colores del núcleo del cometa— antes de que, quizá, muera lapidado.

## ¿De dónde vienen los cometas?

Sabemos que casi todos los cometas, salvo los de periodo muy corto, vienen de los confines del sistema solar, pero lo que no sabemos a ciencia cierta es cómo se forman (o formaron) y qué papel desempeñan en el funcionamiento de la gran máquina del Sol y los planetas. Una manera de empezar a respondernos estas preguntas es averiguar de qué y cómo están hechos.

Por lo general se acepta que los cometas están formados de "hielo sucio"; más precisamente, hielo, cantidades relativamente pequeñas de gases congelados—como metano y dióxido de carbono— y una buena cantidad de polvo atrapado en la masa helada. Pero los datos de los espectrógrafos no son concluyentes. Cuando aclaremos esto y conozcamos en detalle la estructura de estos astros, sabremos mucho más sobre el funcionamiento de todo nuestro sistema solar.

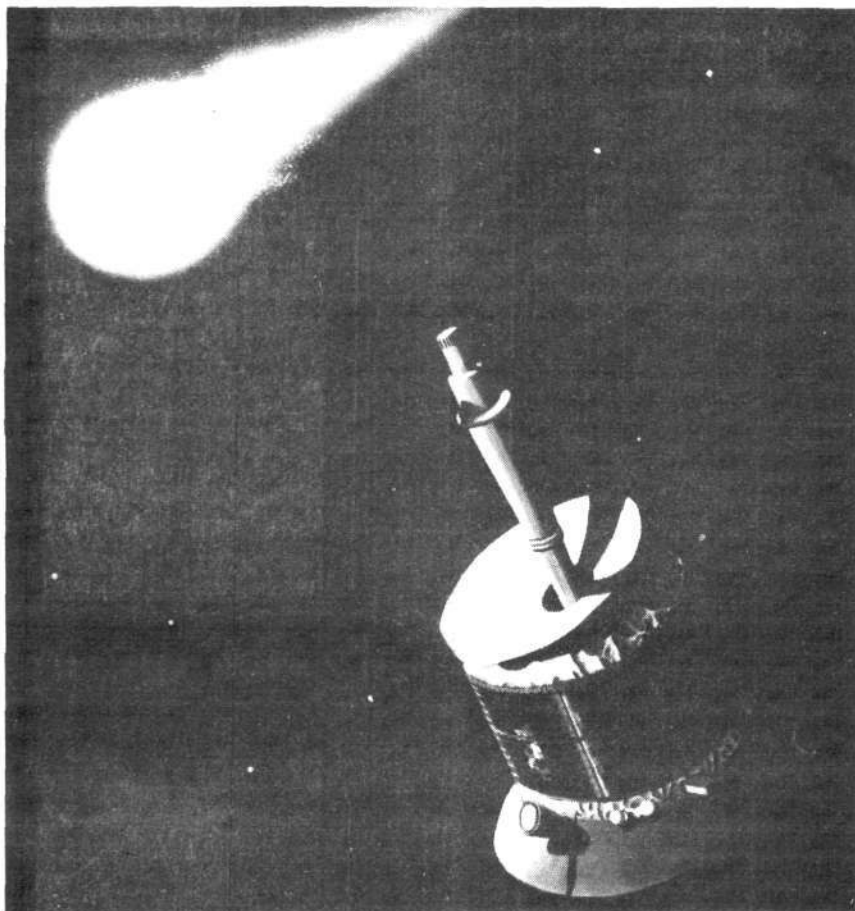
Al aproximarse al Sol, el cometa se calienta y empieza a sublimarse (es decir, va del estado sólido al gaseoso sin pasar por el líquido); libera entonces grandes cantidades de gas y polvo, que forman la **cabellera** del cometa, dentro de la cual se encuentra el **núcleo**. La cabellera puede alcanzar un diámetro de 150.000 kilómetros, aun cuando el diámetro del núcleo sea de apenas dos

o tres kilómetros. El cometa tiene, además, dos **colas**: una, delgada y recta, y otra, más ancha y ligeramente curvada.

Sabemos que la cola curva se forma de polvo, que se aleja del cometa a gran velocidad bajo la presión de la luz del Sol. La otra cola pudiera resultar de que los átomos de gas de la cabellera, conforme se calientan, se cargan eléctricamente; o sea, el gas se convierte en un plasma. Es posible que el plasma se oriente entonces a lo largo de las líneas del campo magnético del viento

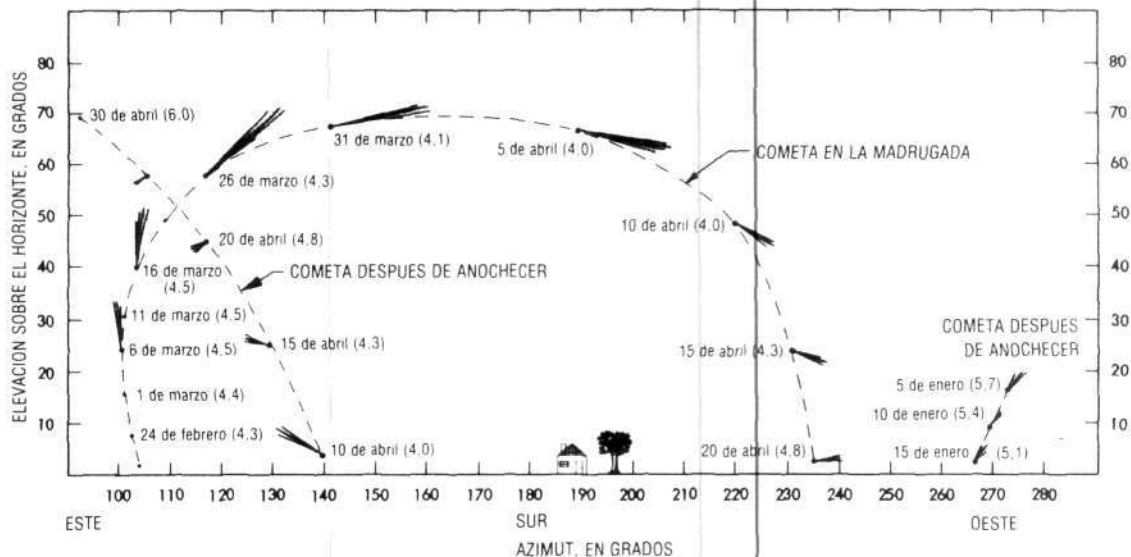
solar. Es posible también que su rápido movimiento en espiral a lo largo de las líneas del campo magnético haga al plasma emitir luz y sea esto lo que hace visible la cola.

Las observaciones que se hagan el próximo marzo permitirán comprobar estas ideas o encontrar elementos para elaborar otras hipótesis más apegadas a la realidad. Las sondas llevan fotopolarímetros, para medir la polarización de la luz; espectrómetros, para detectar elementos y moléculas; magnetómetros, que determinarán la fuer-



*La sonda europea Giotto se acerca al cometa de Flamsteed. En el encuentro de marzo de 1986, la sonda tendrá el guardapolvos volteado hacia el cometa. Giotto se acercará a 966 kilómetros del núcleo del cometa, y será la sonda que más se le aproxime. La lluvia de polvo del cometa que golpeará al Giotto a 65 kilómetros por segundo puede destruirlo.*

*La sonda europea se llama así en honor al pintor italiano Giotto di Bondone, quien vio el cometa en 1301. Giotto pintó el astro como la estrella de Belén en su cuadro la adoración de los magos.*



Estas serán las posiciones del cometa de Flamsteed en 1986 para los observadores ubicados a 20° de latitud sur. Las posiciones corresponden al inicio y al final del crepúsculo astronómico. Los números entre paréntesis indican la magnitud visual aproximada del astro en cada fecha.

za del campo magnético del cometa; detectores de partículas cargadas; detectores sensibles al impacto de las partículas de polvo; y, por supuesto, cámaras.

Dado que la sonda Giotto será la que más se acerque al núcleo del cometa —quizá a unos 900 kilómetros— podrá tomar imágenes que nunca serán posibles ni para el mejor telescopio terrestre. La cámara de Giotto tomará una foto a colores del núcleo cada cuatro segundos, mientras no la destruya la lluvia de partículas o la ciegue el plasma.

Todo el material reunido por las varias sondas se examinará en centros científicos de la Unión Soviética, los Estados Unidos, Europa occidental, Brasil y Japón. En los primeros meses de 1986 bien podemos hallarnos ante algunas importantísimas novedades en el campo de la astrofísica.

#### ¿Deseas observarlo?

Quizá quieras echarle un vistazo al cometa cuando se encuentre en las proximidades de nuestro planeta. Después de todo, sólo viene cada 76 años. Con unos prismáticos, será posible verlo a más tardar en diciembre de este año; pero se podrá apreciar mejor cuando haya pasado su perihelio, lo que sucederá el 9 de febrero.

Ese día, el astro estará, para nosotros, casi exactamente del otro lado del Sol. Hacia fines de febrero, reaparecerá en el cielo, mucho más caliente que de ida y soltando grandes cantidades de polvo y gases. El 11 de abril alcanzará la distancia más corta a la Tierra en esta vuelta; para los observadores situados al sur del Ecuador, el cometa aparecerá ese día bastante alto en el cielo antes del amanecer (a unos 60° sobre el horizonte para un observador situado a 30° de latitud sur).

Los expertos advierten que, en buena parte de esta visita, la observación a simple vista ofrecerá dificultades por las desfavorables posiciones del cometa respecto al Sol y la Tierra. Quien quiera verlo tendrá que equiparse con binoculares, saber en qué parte del cielo buscarlo y ubicarse en un lugar realmente oscuro, donde no interfiera la iluminación artificial. Es de advertirse que, en general, no conviene recurrir a telescopios: el cometa es demasiado grande para la amplificación de la mayoría de los telescopios de uso común.

La hora también es importante. Se calcula que el cometa será visible si, cuando éste se halla sobre el horizonte, el Sol está al menos 18° bajo el horizonte. A mediados de abril, ambas

condiciones se reunirán por unas nueve horas cada noche para los observadores del norte de Argentina. En ese momento, la magnitud aparente del cometa será 4. Hay que tener en cuenta que, para que se vea a simple vista, un objeto difuso como el cometa debe tener cuando menos magnitud 6 (mientras mayor es la magnitud de un astro menor es el número con que se denota).

Para la mayoría de los observadores es recomendable, pues, escoger una noche clara de marzo o abril, y salir al campo con un buen par de prismáticos. Sobre todo a partir de la medianoche y hasta unas dos horas antes del amanecer, se podrá observar el fenómeno. Si se goza de buenas condiciones, se distinguirán bien las dos colas: amarillenta la de polvo y azulosa la de plasma. Esta última es, por lo común, más larga.

En el dibujo adjunto, se dan las posiciones del cometa en la madrugada y después del anochecer para observadores situados a 20° de latitud sur (Belo Horizonte, Brasil, tiene más o menos esa posición). Los observadores de buena parte de Sudamérica pueden tomarlas como guía aproximada.

— Salvador Lozano

## Identifican estructura alineal de los "superiones"

Se acaba de encontrar un nuevo método para generar haces de rayos equis de longitudes de onda mucho menores que las obtenidas con anterioridad. La reducción de las longitudes de onda es importante en las aplicaciones científicas y militares de los láseres de rayos equis.

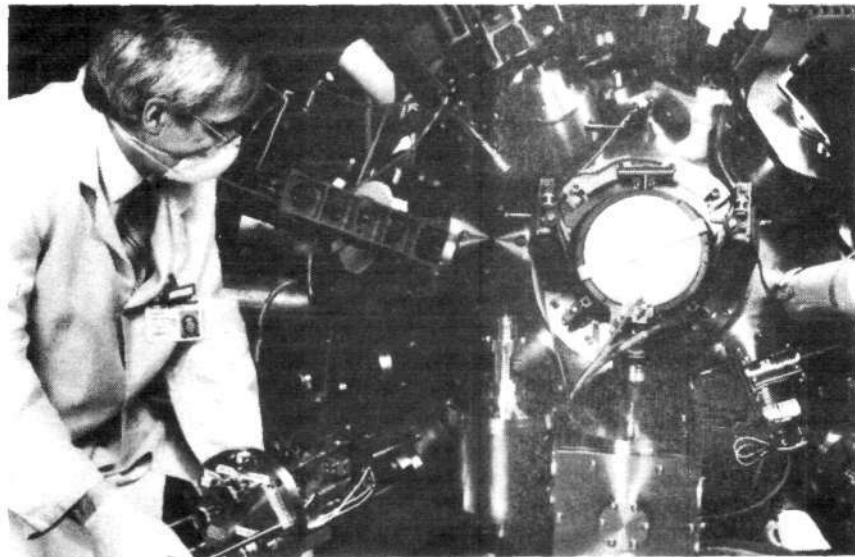
En el nuevo láser de rayos equis se emplea radiación electromagnética para despojar de casi todos sus electrones a átomos de elementos pesados, como el oro. Los átomos altamente ionizados recapturan luego electrones (es decir, se recombinan con ellos), cuyo estado de excitación crea el medio para formar el haz coherente de rayos equis. El empleo de electrones de las órbitas interiores, de mayor energía, posibilita menores longitudes de onda.

Manipular de manera adecuada la recombinación de iones y electrones para producir haces coherentes de rayos equis de manera eficiente depende de que se entienda el espectro y los niveles de energía de los iones casi desnudos de electrones. El doctor M. Klapisch, del Instituto Racah de Física de la Universidad Hebrea de Jerusa-

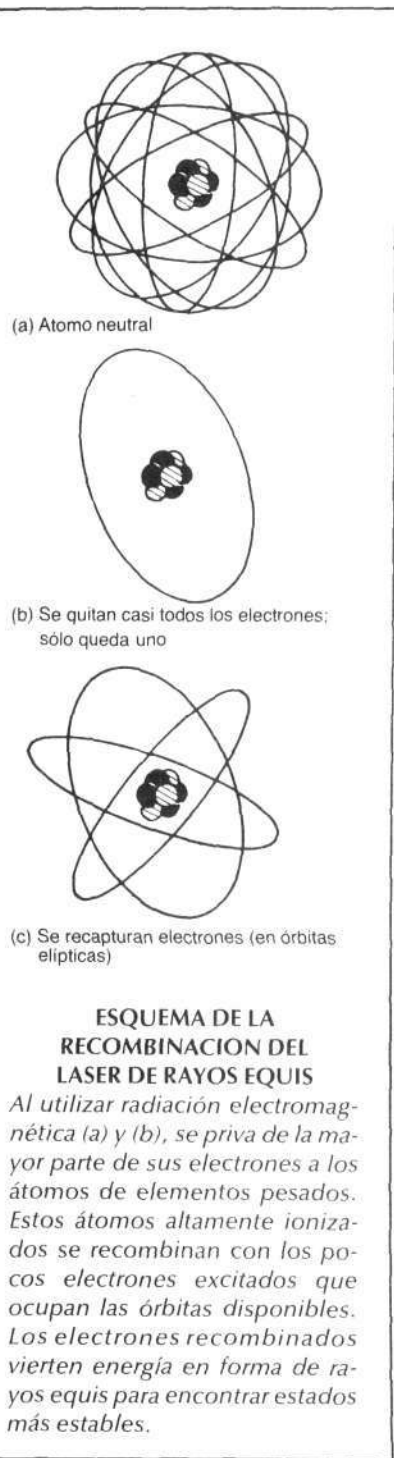
lén, es pionero de las investigaciones de esos espectros. Klapisch y sus colaboradores emplearon un pequeño láser infrarrojo de vidrio para hacer un plasma del elemento pesado que estudian. Algunos de los iones de plasma que así se generan quedan casi desprovistos de electrones.

Klapisch ha elaborado técnicas para aislar del ruido de fondo general del plasma los espectros de esos iones, e informa que exhiben finas estructuras que indican que los procesos energéticos de los electrones de órbitas internas entrañan fenómenos marcadamente alineales. Por consiguiente las órbitas internas no pueden entenderse mediante simple modelos de mecánica cuántica como los que se han hecho para el átomo de hidrógeno de un solo electrón.

Recientes experimentos realizados en el Laboratorio de Energética de Láseres de la Universidad de Rochester confirman los hallazgos del doctor Klapisch. Los nuevos resultados son importantes porque se obtuvieron con el poderoso láser Omega, de vidrio, que puede producir un número mucho mayor de iones casi sin electrones.



Credit: LLE



*El poderoso láser Omega, de vidrio, del Laboratorio de Energética de Láseres de la Universidad de Rochester puede producir un número muy grande de iones casi sin electrones. Un investigador del mismo laboratorio hace una diagnosis usando el Omega.*

## Se aproxima a la ignición el Reactor Tokamak de Pruebas de Fusión

El Reactor Tokamak de Pruebas de Fusión (TFTR), del Laboratorio de Física de Plasmas de la Universidad de Princeton, en Nueva Jersey, Estados Unidos, pronto contará con dos calentadores de haces neutros además de los dos que ya tiene, con lo que alcanzará la capacidad de trabajo para la que fue diseñado. Se tiene programado que en 1988 el TFTR empiece a funcionar utilizando tritio como combustible de fusión. En el transcurso del año entrante, el TFTR hará pruebas en las condiciones de densidad, temperatura y confinamiento del plasma necesarias para producir energía neta. Los investigadores encargados del TFTR se pro-

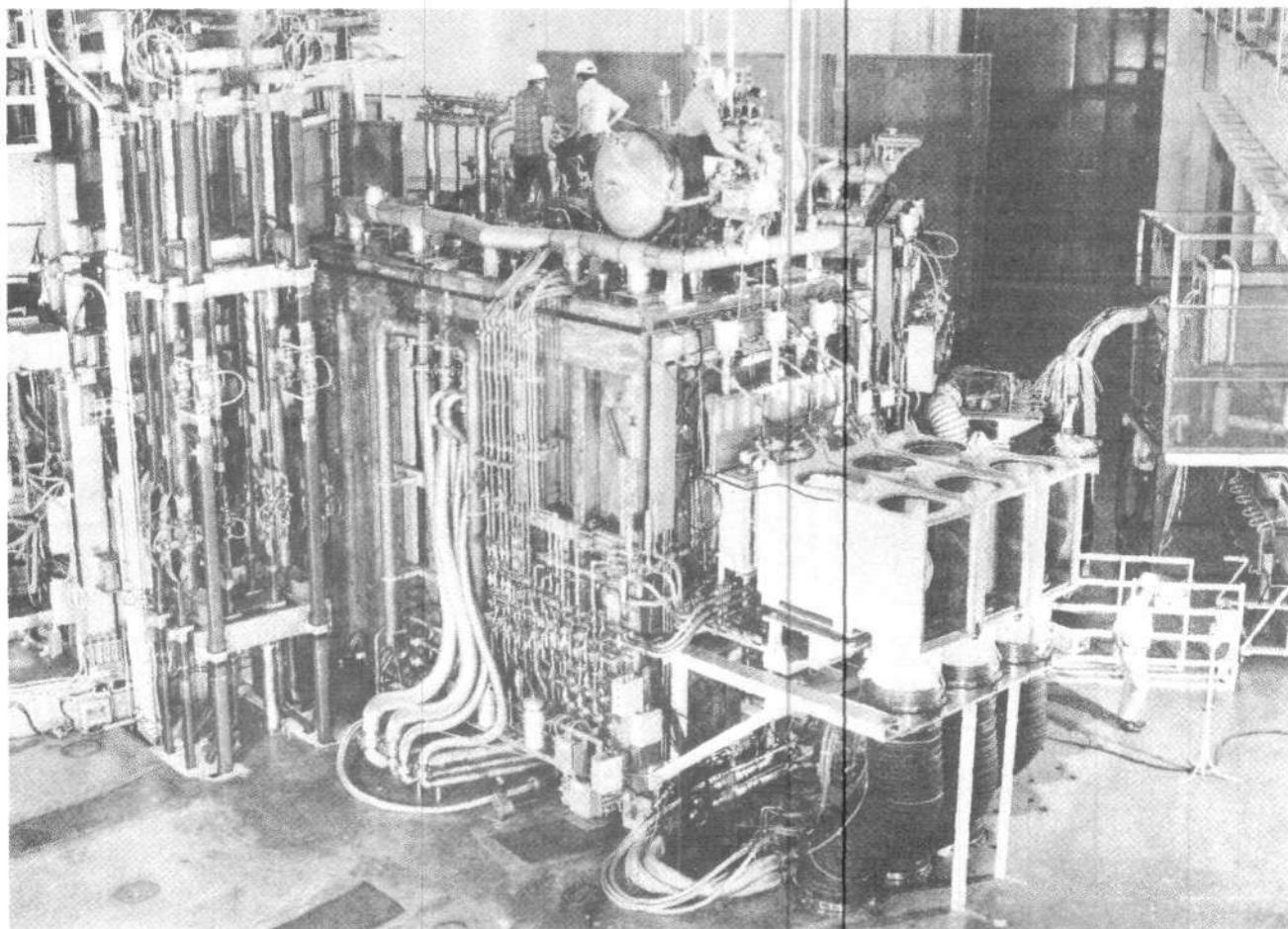
ponen exceder con él la capacidad para la que fue diseñado, empleando campos magnéticos y corrientes de plasma mucho mayores.

En el programa de investigación no figura actualmente una mejora importante y poco costosa: emplear los calentadores de radiofrecuencias que se perfeccionaron para el tokamak PLT de Princeton. Ello es debido a las reducciones que se hicieron al presupuesto de fusión. Las emisiones del generador de radiofrecuencias del PLT, con potencia de muchos megavatios, simplemente pudieran transferirse al TFTR mediante conductores de ondas.

Emplear radiofrecuencias para ca-

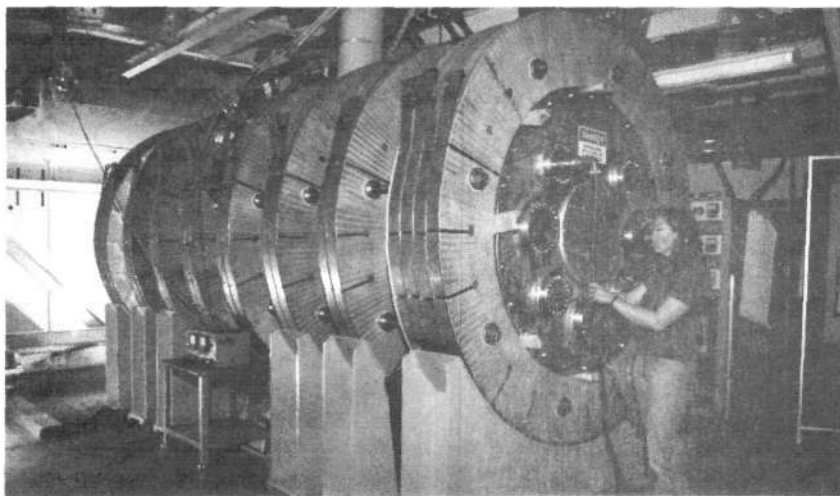
lentar plasmas de fusión ha resultado tan efectivo como calentarlos con haces neutros. El calentamiento por medio de radiofrecuencias se puede emplear también para ampliar el pulso de la corriente de plasma y, por consiguiente, el período de observación experimental del plasma que se estudia.

El emisor de radiofrecuencias del tokamak europeo JET casi garantiza que este reactor experimental alcanzará la plena ignición del plasma; es decir, que la energía producida por la propia reacción de fusión sea suficiente para mantener encendido el plasma, en condiciones de fusión, sin calentadores externos.



PPPL

*El próximo año, el tokamak TFTR de la Universidad de Princeton probará las condiciones de densidad del plasma, temperatura y tiempo de confinamiento necesarias para producir energía neta. Aquí se muestran las unidades de haces neutros. Muy pronto se añadirán otros dos calentadores de haces neutros.*



Los Alamos National Laboratory

*El esferomak CTX del Laboratorio Nacional de Los Alamos alcanzó recientemente importantes aumentos de duración del plasma con la inyección de un flujo magnético helicoidal. Dura más de 8 milisegundos, mucho más que con las inyecciones anteriores, que lo sostenían millonésimas de segundo.*

## Avances del esferomak y el toro compacto

Las dos principales posibilidades de diseño de un reactor moderno de fusión por confinamiento magnético —el esferomak y el toro compacto— han experimentado importantes avances en los Estados Unidos, pese a las continuas reducciones del presupuesto de investigación.

El esferomak S-1 del Laboratorio de Física de Plasmas de la Universidad de Princeton, habiendo demostrado exitosamente ya su principio de diseño, será mejorado ahora con un nuevo "núcleo de flujo" que permitirá alcanzar corrientes de plasma superiores, del orden de los 500 kiloamperios. Se espera que pueda con ello alcanzarse mayores temperaturas del plasma, del orden de los 200 electrón voltios (2,2 millones de grados centígrados).

Por otra parte, se completó ya la construcción del esferomak de la Universidad de Maryland (MS). Puesto que funcionará con una fuerza de campo magnético del orden de los 20.000 gauss, en comparación con experimentos anteriores con reactores esferomak, de alrededor de 5.000 gauss, se esperan ansiosamente los resultados de la experimentación.

Cuando se pasó a campos magnéticos de gran fuerza con los reactores tokamak, como se hizo en 1974, por ejemplo, con el Alcator del Instituto Tecnológico de Massachussetts, se lle-

gó a regímenes de confinamiento y duración del plasma completamente inesperados; con el esferomak se espera una transición similar.

El esferomak CTX del laboratorio nacional de Los Alamos, en el que se genera un plasma magnético dinámicamente autoorganizado, ha exhibido recientemente importantes aumentos de duración del plasma con la inyección de un flujo magnético helicoidal. Se han logrado descargas de plasma de más de 8 milisegundos de duración, lo cual está dentro del rango de los primeros reactores tokamak, y excede sobradamente los lapsos de descarga que caracterizaron a los primeros esferomak, de microsegundos apenas.

En el CTX, el flujo magnético helicoidal se genera dejando encendido el cañón de formación de plasma. A medida que se produce flujo magnético lo absorbe el esferomak CTX autoconfinado. Una aparente acción de generador convierte este flujo helicoidal en una distribución del campo magnético ideal para mantener la configuración del plasma. La inyección del flujo helicoidal abre la posibilidad de reactores esferomak de funcionamiento continuo, en lugar de la modalidad intermitente que se consideró necesaria anteriormente. El funcionamiento continuo redundará en grandes reducciones del costo de funcionamien-

to de reactores de potencia.

Hace poco comenzó a funcionar el toro compacto de la Universidad de Washington. A diferencia del esferomak, que tiene elementos magnéticos tanto poloidales como toroidales, el toro compacto autoorganizado de la Universidad de Washington se basa en la estricción theta, y sólo dispone de campo magnético poloidal. La adición de un transformador dentro del núcleo ha dado buenos resultados en el aumento del flujo poloidal. No obstante, las impurezas el plasma provenientes de las paredes de la cámara de vacío aparentemente conducen a la disipación prematura de la descarga. Se espera que pueda resolverse el problema con la utilización de distintos materiales.

En el laboratorio de Los Alamos se buscan nuevos métodos de estabilizar este tipo de toro compacto generado por estricción theta. En su experimento NUCTE, el profesor Y. Nogi, de la Universidad de Nihon, en el Japón, sustituyó las barras de polo cuádruple, tipo Jaffe, con un tipo de arollamiento helicoidal que le dio mayor estabilidad. Los experimentos que realizados en Los Alamos para reproducir en el reactor RFX-C ese mismo resultado no han sido venturosos hasta el momento.



### LA CONFIGURACIÓN DEL ESFEROMAK

El cañón de formación del plasma (izquierda) genera una bola de plasma (derecha) alimentándola luego con un campo magnético helicoidal. Las líneas del campo se agrupan alrededor de la bola de plasma en una distribución autoconfinada y evitan que se disperse. Esto abre la posibilidad de un esferomak de funcionamiento continuo en lugar del esferomak intermitente.

## Más experimentos de estricción de campo invertido

Ahora que el dispositivo ZT-40 de estricción zeta de campo invertido ha llegado a lapsos de confinamiento del orden de 40 milisegundos, el trabajo con este tipo de aparato rebasa la fase experimental limitada esencialmente a asuntos primarios de confinamiento de plasmas.

La General Atomic, por ejemplo, en

San Diego, California, investiga si los plasmas de secciones transversales elongadas pueden alcanzar factores beta más elevados (con beta se designa la eficiencia con que un determinado campo magnético confina el plasma). Hay otros experimentos de la General Atomic y la Universidad de Wisconsin dirigidos a encontrar el me-

yor método para ponerle al plasma un confín exterior. Por el momento, el confín exterior del plasma es la propia pared de la cámara de confinamiento, al igual que en los primeros reactores tokamak. Con los experimentos de Wisconsin se intenta determinar si pueden emplearse campos magnéticos o eléctricos limitantes.

## Emplearán combustible polarizado en el láser Nova

El Laboratorio Nacional Lawrence Livermore de los Estados Unidos anunció un programa relámpago para determinar los efectos de la polarización del espín en el ritmo de reacciones de fusión inercial, en experimentos de fusión que se realizarán con el nuevo dispositivo láser de vidrio Nova, de 130 billones de vatios. El Nova, inaugurado en marzo de 1985, es el láser más potente del mundo.

Según las simulaciones de computadora efectuadas en años recientes, la polarización del combustible de fusión conduce a aumentar hasta siete veces la producción de energía por confinamiento inercial. El motivo principal es que la polarización del espín en un blanco esférico conduce a ondas de combustión asimétricas, mucho más efectivas en la combustión de las capas externas, más frías, de combustible.

Los experimentos comenzarán próximamente con blancos de deuterio-deuterio (D-D), puestos en el láser Nova de 10 haces. Aunque se espera que el combustible deuterio-tritio (D-T) produzca más energía tanto en blancos inerciales polarizados como no polarizados, las dificultades que se presentan para polarizar el combustible D-T han llevado a los científicos del laboratorio Livermore a experimentar primero con el combustible D-D, mucho más fácil de polarizar.

Los experimentos con combustible D-D pudieran además resolver un importante debate teórico en torno a ese tipo de reacción. Algunos científicos sostienen que la reacción D-D pudiera cancelarse si se utiliza cierto tipo de alineamiento del espín. Eso pudiera ser



PPPL

La polarización del combustible de fusión puede aumentar la energía de fusión que se gana hasta por un factor de 7 en confinamiento inercial. Un investigador del Laboratorio de Física de Plasmas de Princeton alinea el láser anular sintonizable que se usa en la producción óptica por bombeo de la polarización del espín.

de enorme importancia, porque en el caso de la reacción deuterio-helio<sup>3</sup>, si pudiera cancelarse la reacción D-D, podría obtenerse una reacción de fusión sin emisión de neutrones. Con ello se harían mucho más baratas y fáciles la ingeniería y las aplicaciones industriales de la energía de fusión. Hay otros científicos, en cambio, que sostienen que la reacción D-D no puede cancelarse mediante la polarización del espín.

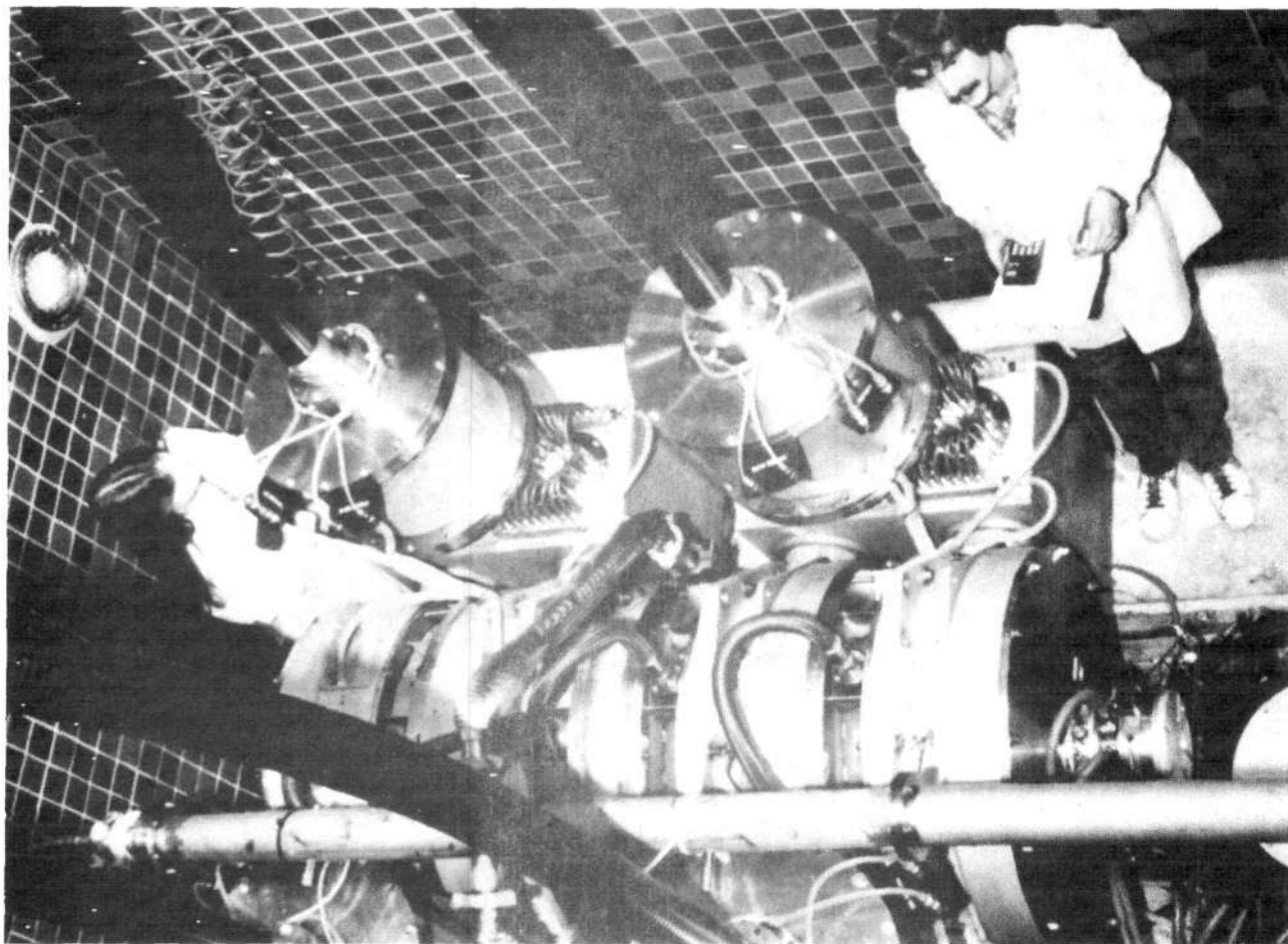
La discusión gira en torno a diferentes interpretaciones de las medidas de la sección transversal de la reacción D-D en experimentos realizados tanto en los Estados Unidos como en la

Unión Soviética. Los experimentos soviéticos parecen indicar que la polarización del espín pudiera emplearse para cancelar o menguar el ritmo de reacciones

D-D.

Pero los datos soviéticos se presentan de manera ambigua y difícil de interpretar directamente. Experimentos más recientes realizados en los Estados Unidos parecen indicar que la reacción no puede cancelarse, y el análisis metódico de los experimentos ha llevado a algunos a creer que el haz sufre despolarización antes de que puedan ocurrir las reacciones.

— Charles B. Stevens.



LLNL

*El acelerador de haces de electrones del laboratorio Lawrence Livermore se instaló en una pequeña piscina, en donde se llevan a cabo experimentos de irradiación de alimentos. Como se puede ver todo el equipo puede transportarse en una camioneta.*

# Láseres para conservar alimentos

Por más de tres décadas, el tratamiento de alimentos con irradiación ionizante —tanto experimental como comercial— se han basado casi enteramente en el empleo de radionúclidos, sobre todo cobalto 60. Hasta ahora, muy poco se ha echado mano de los aceleradores de partículas para ese fin.

Aunque pocas cosas hace el hombre con tanta seguridad y eficiencia como trabajar con radionúclidos, éstos tienen sus desventajas, empezando por el hecho de que la producción mundial de cobalto 60 y cesio 137 es insu-

ficiente para garantizar que se difunda en gran escala la técnica de irradiar alimentos para conservarlos. La inmensa mayoría de los países subdesarrollados dependerían, al menos por varios años, del abastecimiento extranjero. Además, las instalaciones que emplean radionúclidos son poco adaptables a una multitud de usos.

Los progresos recientes en materia de aceleradores pulsátiles de electrones —capaces de producir descargas ultracortas de alto voltaje— hacen a estas máquinas buenos candidatos para su empleo en irradiación de ali-

mentos, con enormes ventajas sobre las instalaciones que emplean radionúclidos. Dichos aceleradores son fuentes de radiación más baratas y seguras, independientes de la disponibilidad de radionúclidos, y perfectamente regulables en intensidad, frecuencia, etc.

Para aprovechar los aceleradores de electrones en la industria alimentaria, por lo general hay que convertir los rayos de electrones en radiación equis, mediante una placa metálica (la cual se enfría con agua). El proceso es todavía relativamente ineficiente (por ejem-



plo, 8 por ciento cuando se trabaja a 5 megaelectrón-voltios); pero la eficiencia crece con la energía del rayo de electrones (15 por ciento cuando se trabaja a 10 megaelectrón-voltios). Mucha energía se convierte en calor, por lo que se ha sugerido combinar las cosas de forma que se pueda aprovechar el agua caliente; pero lo más recomendable, parece, es aumentar la energía del rayo de electrones para hacer más eficiente la conversión.

En una ponencia presentada ante el Simposio Internacional sobre Procesos de Irradiación de Alimentos, el doctor Manuel C. Lagunas-Solar, investigador del Laboratorio Nuclear Crocker de la Universidad de California, enumera los siguientes rasgos de los aceleradores que hacen ventajoso emplearlos para irradiar alimentos:

- **Amplio espectro energético:** un aparato de 5 megaelectrón-voltios da mayor energía en promedio que el cesio 137 o el cobalto 60, lo cual permite, con el mismo trabajo, aplicar a paquetes grandes de alimentos las mismas dosis que se aplican a paquetes chicos con radionúclidos; además de que se puede variar la energía del rayo para tratar una gama más amplia de productos.

- **Direccionalidad:** la radiación equis se mueve en una dirección definida, lo que permite utilizar con más eficiencia el poder del rayo, al tiempo que se reduce un tanto la necesidad del grueso blindaje multidireccional que imponen los radionúclidos.

- **Dirigibilidad:** el rayo es dirigible y se puede enfocar o desenfocar por medio de electromagnéticos, lo que permite, por ejemplo, ajustarlo al tamaño de los paquetes de alimentos.

- **Apagado y encendido a voluntad,** lo cual reduce riesgos: para transportar, mantener y reparar el aparato basta apagarlo.

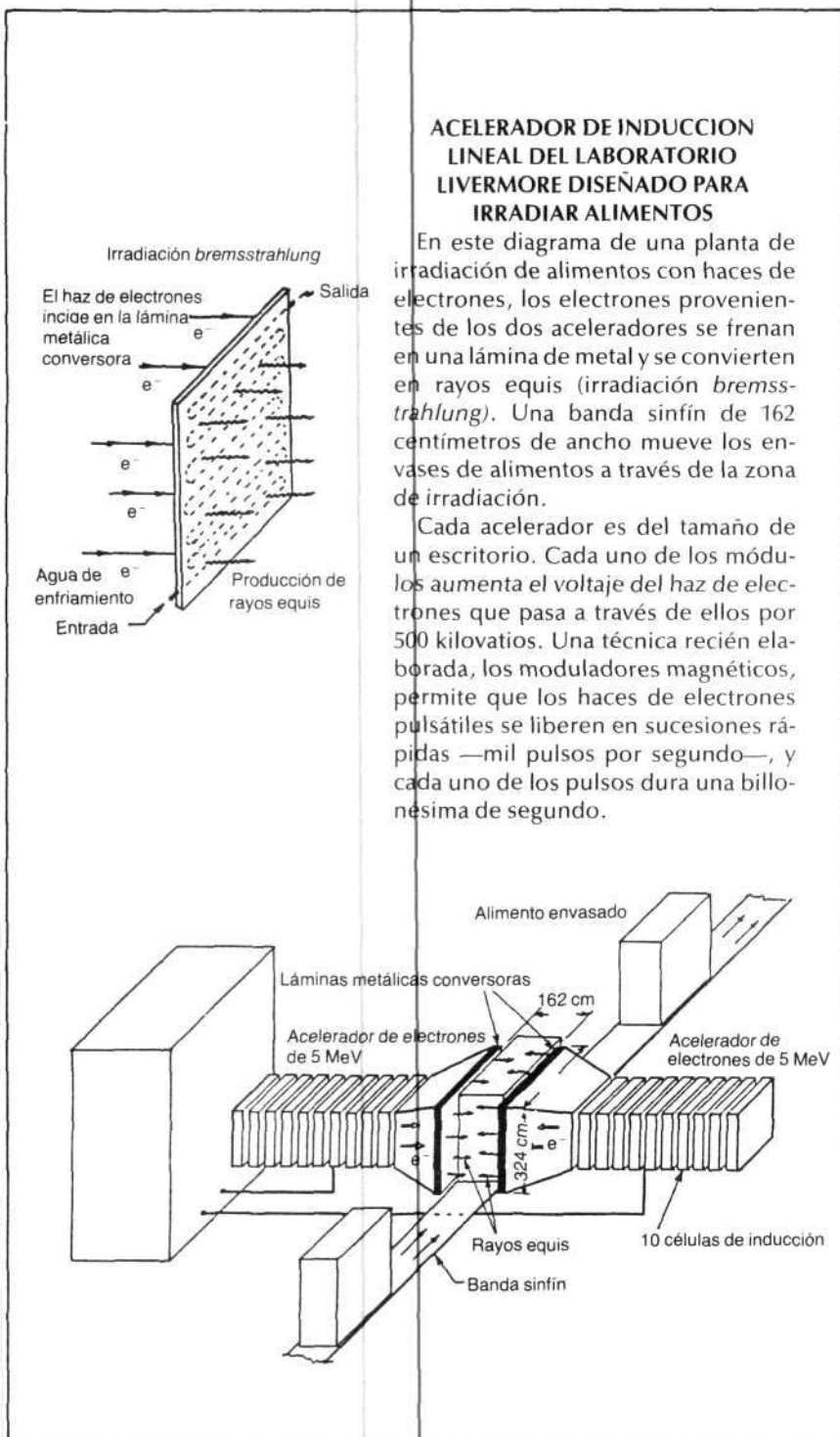
A ello podemos agregar que, una vez que se decida cuáles son los mejores modelos de aceleradores para esta tarea, no hay nada que impida producirlos en serie, como televisores. Entre esos modelos habrán de incluirse, sin duda, varios susceptibles de formar parte de unidades móviles, quizá montadas sobre orugas, que se unan a los lotes de maquinaria agrícola en la época de cosecha. El impulso que da el Plan de Defensa Estratégica de los Estados Unidos al perfeccionamiento

de láseres y máquinas similares facilitará el contar a corto plazo con irradiadores de elevada eficiencia y bajísimo costo.

Lagunas-Solar recomienda que las naciones en desarrollo que emprendan programas de irradiación de alimentos escojan los aceleradores como fuente de radiación. Es una recomen-

dación saludable; y más si son los propios institutos de investigación de Iberoamérica y otras regiones subdesarrolladas los que crean los prototipos necesarios. Nuestras instituciones científicas y fuerzas armadas debieran iniciar un programa conjunto en la materia.

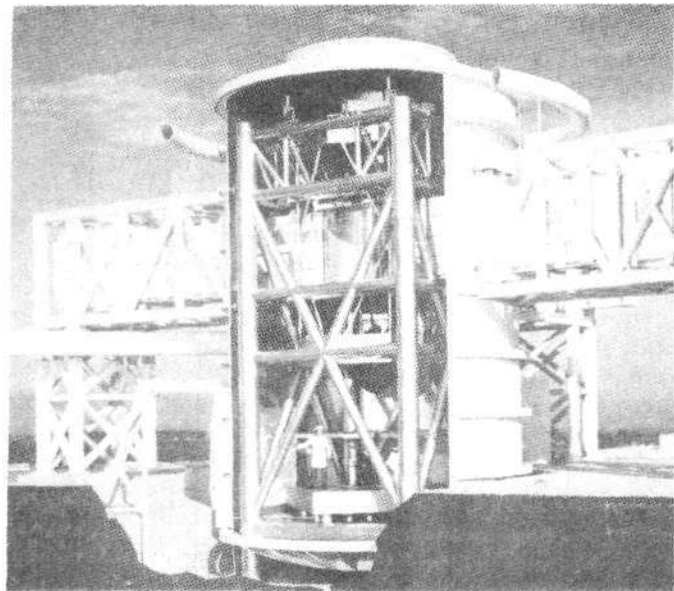
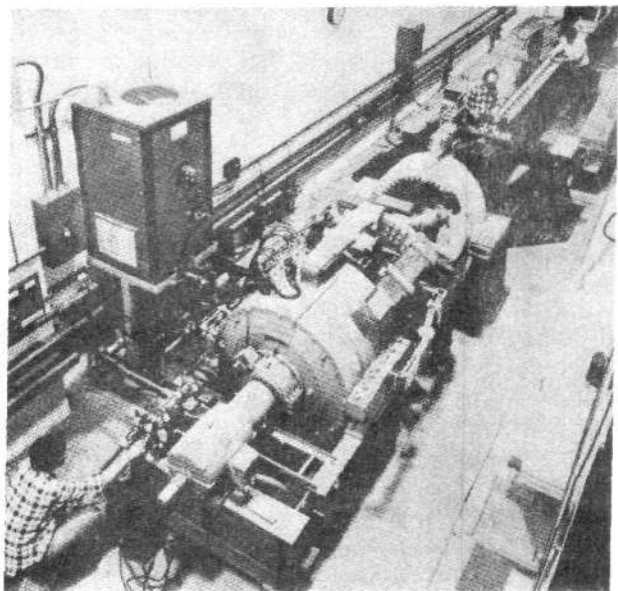
— Salvador Lozano.



### ACELERADOR DE INDUCCION LINEAL DEL LABORATORIO LIVERMORE DISEÑADO PARA IRRADIAR ALIMENTOS

En este diagrama de una planta de irradiación de alimentos con haces de electrones, los electrones provenientes de los dos aceleradores se frenan en una lámina de metal y se convierten en rayos equis (irradiación *bremsstrahlung*). Una banda sinfín de 162 centímetros de ancho mueve los envases de alimentos a través de la zona de irradiación.

Cada acelerador es del tamaño de un escritorio. Cada uno de los módulos aumenta el voltaje del haz de electrones que pasa a través de ellos por 500 kilovatios. Una técnica recién elaborada, los moduladores magnéticos, permite que los haces de electrones pulsátiles se liberen en sucesiones rápidas —mil pulsos por segundo—, y cada uno de los pulsos dura una billonésima de segundo.



SDI: A technical Progress Report

A la izquierda, un acelerador de proyectiles a hipervelocidades en el arsenal de Picatinny en Nueva Jersey. A la derecha, un modelo del gigantesco láser químico alfa, de forma cilíndrica, el cual se encuentra en San Juan Capistrano, en el estado de California.

# En lo técnico, nada obstaculiza las armas de rayos

A fines de junio, la oficina del Plan de Defensa Estratégica de los Estados Unidos anunció una serie de pruebas y experiencias que tendrán lugar en el curso de este año "para convencer a los soviéticos de que acepten el concepto", en palabras del general James Abrahamson, director del plan.

Los experimentos se enumeran en el informe *SDI: Technical Status Report*, que le fue presentado al secretario de Defensa de los Estados Unidos, Caspar Weinberger, en la última semana de junio. El informe fue la base de una sesión informativa privada ofrecida el 11 de julio por la dirección del plan y la Sociedad Astronáutica Estadounidense a representantes de la industria y los laboratorios científicos de los Estados Unidos.

El programa experimental abarca los siguientes aspectos:

- Tras de que en junio de 1984 se experimentó con buen éxito la intercepción de un proyectil balístico en el

espacio, ahora se llevarán a cabo "pruebas de un pequeño interceptor completamente automático, dirigido por radar contra un objetivo diferente de un proyectil balístico" en la atmósfera superior, con lo que se probará la factibilidad de la defensa antiproyectiles en la fase final de la trayectoria de las bombas del adversario.

- Desde el mismo sitio en Hawaii donde se apuntó contra la nave orbital *Discovery* un fino haz de luz láser, se rastrearán con láseres desde tierra cohetes mucho más veloces y a mayor altura que la nave orbital. Se probará así tanto la precisión de los láseres como instrumento de rastreo como su capacidad de ajustarse a perturbaciones atmosféricas. Estas pruebas se realizarán luego en el aire, desde aviones. Mientras que en junio se puso a prueba la precisión de láseres rastreadores de baja potencia, estas nuevas pruebas se realizarán "a potencia relativamente alta".

- Se ha construido y se ensaya actualmente un gran espejo plano cuyo peso y densidad son apenas la décima parte de los del telescopio espacial de la NASA, y "satisface los requisitos de los espejos repetidores espaciales" que se emplearían para reflejar rayos láser de cualquier sitio de la Tierra a cualquier otro.

- Se planea una nueva serie de disparos experimentales del enorme láser químico *MIRACL*, de varios megavatios de potencia, en los laboratorios de White Sands, Nuevo México. Esas pruebas están en camino de demostrar "la capacidad de apuntar el rayo láser a un punto pequeñísimo a gran distancia".

El informe sobre el Plan de Defensa Estratégica anuncia además una serie de experiencias técnicas exitosas realizadas en diversos laboratorios oficiales e instalaciones industriales, las cuales confirman la factibilidad y reducen el tiempo probable de cons-

trucción de un dispositivo eficaz de defensa multifásica contra proyectiles.

### Espectaculares adelantos

Los adelantos más espectaculares se han visto en el Acelerador de Prueba Avanzado (Advanced Test Accelerator, ATA), un acelerador de haces de electrones de 50 millones de voltios, construido por el Laboratorio Lawrence Livermore. Este aparato "ha demostrado que los haces de partículas cargadas [electrones] se pueden conducir por un canal creado por un rayo láser en un medio de baja presión, tal como la atmósfera superior de la Tierra, [sin] que el campo magnético de la Tierra cause distorsión. . . Este éxito tiene repercusiones para emplear armas de rayos de partículas cargadas a altitudes de 85 a 600 kilómetros".

Así como el láser puede conducir el haz de electrones del ATA, también el haz de electrones puede amplificar un láser que recorra el mismo canal, con lo que se obtiene un láser de electrones libres "impulsado eléctricamente". El láser de electrones libres ha generado ya pulsaciones extremadamente poderosas en la frecuencia de las microondas. La meta del programa es poder aplicar ahora esta tecnología a lon-

gitudes de onda mayores, las de la luz visible, que son las adecuadas para la defensa contra proyectiles.

Logros similares se han reportado en los laboratorios de Los Alamos y Oak Ridge, que colaboran en el perfeccionamiento del Acelerador de Haces de Partículas Neutras, que servirá para destruir los circuitos electrónicos de los proyectiles balísticos. Ambos laboratorios, que trabajan en distintas partes del acelerador, han logrado importantes niveles de corriente en descargas de hasta 5 segundos, empleando dispositivos pequeños y livianos.

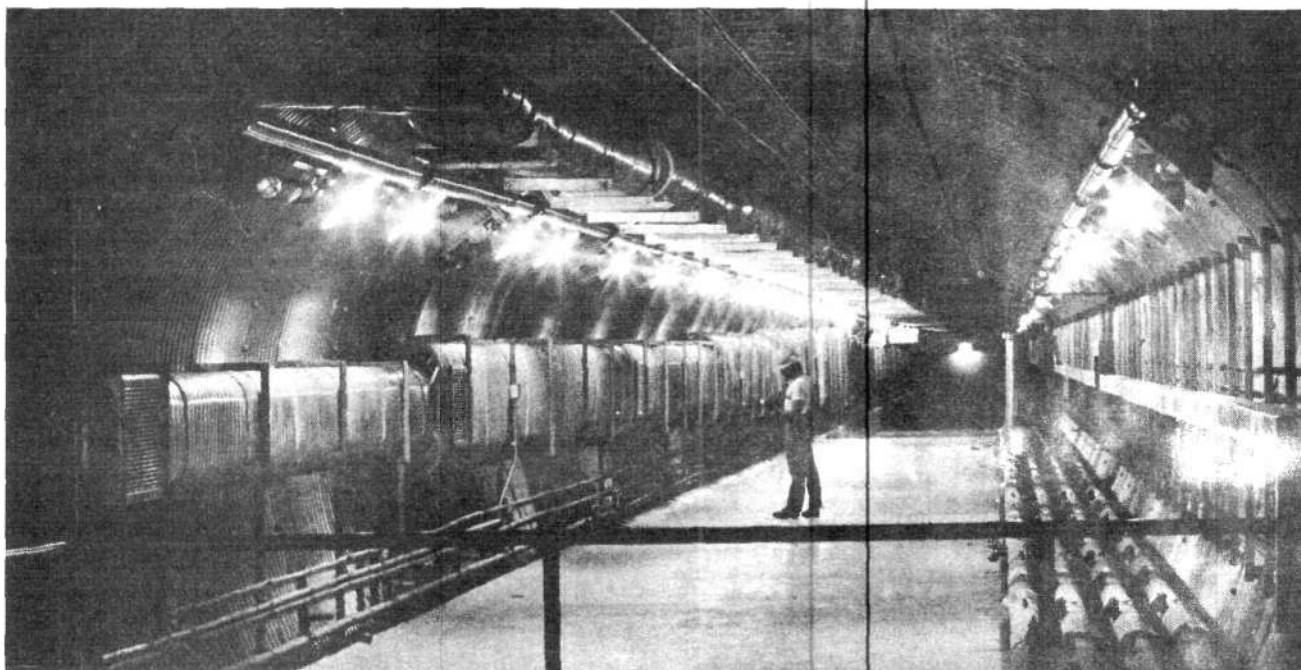
Mientras tanto, en el arsenal de Picatinny, Nueva Jersey, se ha empleado un acelerador electromagnético —llamado "cañón de riel"— para impulsar densas nubes de pequeñas partículas metálicas que viajan a 40 kilómetros por segundo. El "cañón de riel", cuyo modelo más reciente mide 20 metros de largo, se puede disparar cinco veces en un intervalo de medio segundo. Tal ritmo de descarga es ya suficiente, emplazando el dispositivo en órbita espacial, para destruir proyectiles balísticos en su fase de despegue, cuando son más lentos y vulnerables.

Técnicamente, al menos, todas las pruebas del plan se denominan "de-

mostraciones", ya que los aparatos empleados son de dimensiones, características, potencias y materiales distintos que los que se emplearían en un prototipo funcional. Sirven para demostrar los principios de funcionamiento que gobernarán un sistema de defensa multifásica contra proyectiles. Si muchos laboratorios y empresas comerciales competidoras realizan al mismo tiempo y con celeridad muchos ensayos tales, bien pronto se pudiere iniciar la construcción de prototipos.

Tal programa acelerado requeriría un presupuesto mayor; pero, lo que es más importante, requeriría crédito a largo plazo y bajas tasas de interés para la movilización defensiva, para que las empresas y los laboratorios puedan demostrar sus capacidades antes de pasar a contratos de investigación técnica y producción a largo plazo. Pero, como lo refleja el informe, el programa de investigación técnica del plan, asfixiado en lo económico por el Congreso estadounidense y sin medidas crediticias que estimulen su base industrial, apenas costea un experimento de importancia en cada renglón de la tecnología de defensa antiohetes.

— Paul Gallagher



Livermore

Un técnico hace un recorrido de rutina en el acelerador de prueba avanzado, ubicado en el laboratorio Lawrence Livermore. Este acelerador es capaz de generar una descarga de 50 millones de voltios. Esto abre la posibilidad de usar armas de haces de partículas cargadas a altitudes de 85 a 600 kilómetros.

## Lo que necesita Africa es dinero y tecnología

*El director saliente del Consejo Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas, Eugene F. Whelan, inauguró la undécima reunión ministerial de ese organismo internacional, con una advertencia: si no hay un cambio drástico de política, Africa será escenario "del peor holocausto que el mundo haya visto jamás".*

*Whelan, quien presidió el organismo por dos años, subrayó ante treinta y seis ministros y decenas de delegados de la mayoría de las naciones: "Me parece que las organizaciones, instituciones, medidas, métodos, propuestas y resoluciones concebidos para erradicar el hambre, en las cuales he tomado parte por muchos años, nos han fallado. A mí personalmente me consterna que en 1985 estemos presenciando tanta muerte que pudiera evitarse."*

*Whelan se apartó de su discurso escrito, para instar a que se anule la mitad de la deuda de Africa y se conceda una moratoria de cinco años por el resto. "No podemos financiar el reembolso de la deuda internacional y los costos del proteccionismo comercial a costa de los pobres del mundo", dijo.*

*La reunión tuvo lugar en París del 10 al 13 de junio de 1985. Concluida ésta, Whelan le concedió una entrevista a Mary Lalevé, corresponsal de Executive Intelligence Review. Publicamos enseguida algunos pasajes de la charla.*

**Lalevé:** Usted dijo en sus palabras inaugurales que, a menos que se haga algo, Africa sufrirá el peor holocausto que el hombre haya visto jamás. ¿Qué quiere decir eso para el Consejo Mundial de Alimentos y su política, dado que el organismo se creó para evitar que esta clase de desastre volviera a suceder? ¿Qué es lo que anda mal?

**Whelan:** Bueno, creo que el Consejo Mundial de Alimentos debe admitir que ha fracasado, al igual que han fracasado la mayoría de los organismos de las Naciones Unidas. Entre más



NSIPS

*Eugene F. Whelan, director saliente del Consejo Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas*

viejos, peor han fracasado. La FAO, por ejemplo, es un desastre. . .

Lo único que quiero decir es que, cuando contemplamos esta terrible tragedia, es difícil para mí entender, en 1985, cómo se pudo permitir que sucediera. ¡Nos decimos civilizados! Somos la gente más bárbara del mundo, en especial esos países —y son muchos los que lo han hecho— que dicen: "Miren, tenemos un enorme déficit, no nos podemos dar ese lujo. Tenemos que reducir nuestro déficit, y mientras tanto ustedes sobrevivan o muéranse." En esencia, lo que hemos hecho es ponerle un signo monetario —en mi país dijéramos un signo de dólares— al que puede vivir y al que puede morir. . .

¡Pudiéramos voltear al revés los desiertos si de veras quisiéramos! Veamos los desiertos del sudoeste de los Estados Unidos —Nuevo México, Arizona en particular, California—, los desiertos de México, los desiertos helados de Canadá, los de Australia, In-

dia, lo que ha hecho el pequeño Israel: convertir el desierto en el Jardín del Edén. Volviendo a Arizona, que tiene uno de los desiertos más severos del mundo: hace apenas seis semanas estuve ahí, y está todavía más hermoso que la última vez que estuve ahí; agua y residencias como usted no se imagina, una producción de alimentos que lo hace cada año uno de los estados más importantes de los Estados Unidos, al menos en lo tocante a la producción de alimentos. Sabemos que los desiertos en ciertos lugares no son ni remotamente tan severos. Se los puede transformar si se aplican lo mismo [que en Arizona]; ¿y qué fue? Dinero y tecnología. Tan sencillo como eso.

La gente de Africa necesita ingentes cantidades de todas esas cosas. En particular, necesitan educación; necesitan cambiar en parte sus sistemas, pero sobre todo, esa gente tiene que tener las cosas básicas de la vida, y eso abarca educación básica, conocimiento suficiente para leer y escribir. O hay un programa de desarrollo en gran escala, de al menos diez años, o lo que vamos a presenciar, y ya estamos presenciando, es genocidio, un holocausto peor que cualquier cosa que se haya visto jamás en el mundo.

Puedo darle un ejemplo sobre las agencias de las Naciones Unidas, que nos fue señalado hace uno o dos años, en la reunión anual del Consejo. Creo que 281 delegaciones fueron al Alto Volta, [país] que ahora se llama Bourkina Faso. Pero si uno va a Bourkina Faso, se pregunta qué hicieron, aparte de gastar dinero en ir allá. Se ha hecho muy poco en ese país. Y es probablemente el país más pobre de toda Africa. No es un país grande, pero si se hubiera querido, se pudiera haber construido un ferrocarril de Costa de Marfil que atendiera sus necesidades todo el año. Se pudiera construir una carretera o un ferrocarril de Argelia a Níger y esa zona, de modo que hubiera otras vías para traer alimentos o, conforme se desarrollen, para que ex-

porten sus productos.

En Níger, cuando yo estuve ahí, el Presidente destacó la infraestructura con que contaba, y los organismos de las Naciones Unidas que nos reunimos ahí dijimos que este hombre tenía una red bastante buena de almacenes y un buen sistema para garantizar que, en caso de desastre, pudiera atender a su pueblo. Pero uno de esos organismos internacionales, creo que fue el FMI, dijo: "Ustedes tienen demasiado grano almacenado. Desháganse de una parte". Lo hizo, y ahora anda mendigando. . .

#### Lalevé: ¿Qué medidas de urgencia pudieran tomarse?

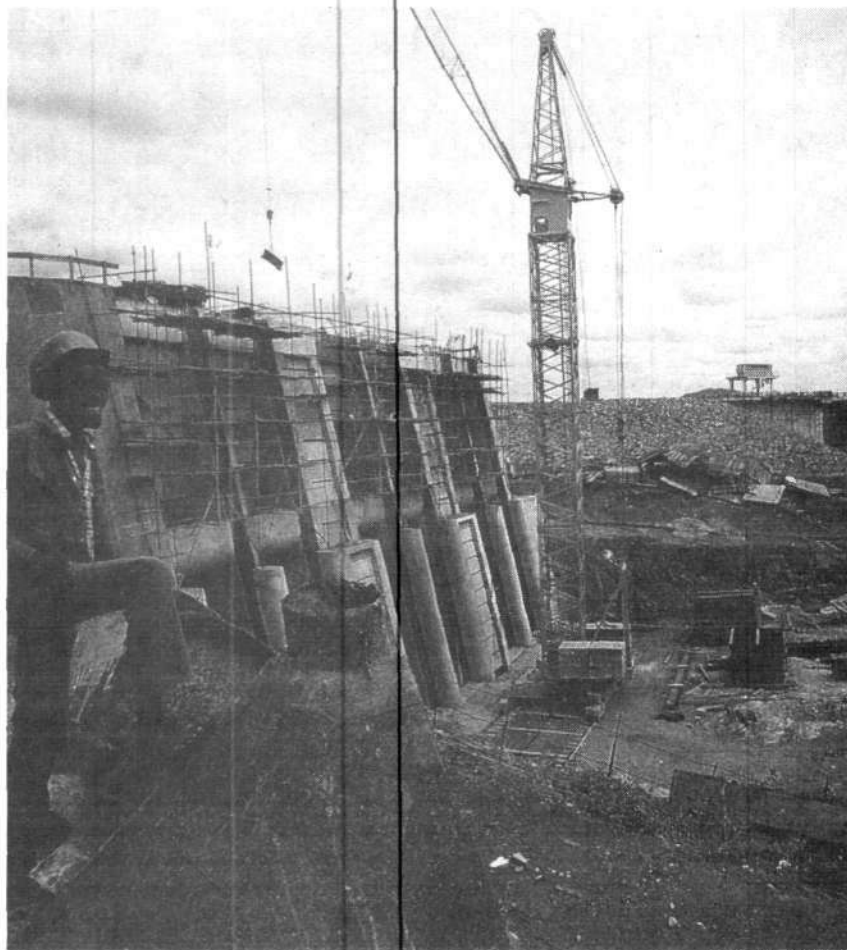
Whelan: Tienen que ser mucho más vastas de lo que han sido. Nadie tiene por qué morir de hambre en Níger o en Bourkina Faso.

Veamos un ejemplo. Si uno lee los diarios del Congreso de los Estados Unidos, [verá que] cuando la asociación católica de auxilio que trabaja en Etiopía quiso comprar un camión de carga de 47.000 dólares, en julio de 1983, se tardaron nueve semanas en decirle que no, porque a lo mejor el gobierno etíope podía usarlo para fines militares si quería. Pero cuando el loco de Libia invadió Chad, les tomó siete días enviar 10.000 millones de dólares en equipo militar, en grandes aviones, para que el pueblo de Chad repeliera la invasión del tipo del norte.

Sabemos que podemos hacer cosas como ésta y que debemos hacerlas. Hay aeropuertos en Chad, Níger, Bourkina Faso, que se pueden usar, recurriendo a equipo militar si hace falta, para llevar el material necesario. . .

#### Lalevé: ¿Qué puede decirme de las economías africanas? Este punto lo plantearon algunos de los ministros africanos, que hay países a los que se fuerza a pagar mucho en servicio de la deuda y que esto impide su desarrollo.

Whelan: Se tiene que proteger a las economías africanas. En mis palabras inaugurales, cuando me aparté del texto que llevaba preparado, propuse que la mitad de la deuda se anule y que se conceda una moratoria sobre la otra mitad, porque económicamente los estamos apuñalando. No es posible que cubran esos pagos y hagan al mis-



Researches, Inc./Daniele Pellegrini

*Lo que necesita Africa es tecnología y dinero. En la foto, trabajos de construcción de la presa de Gitarú en Kenia.*

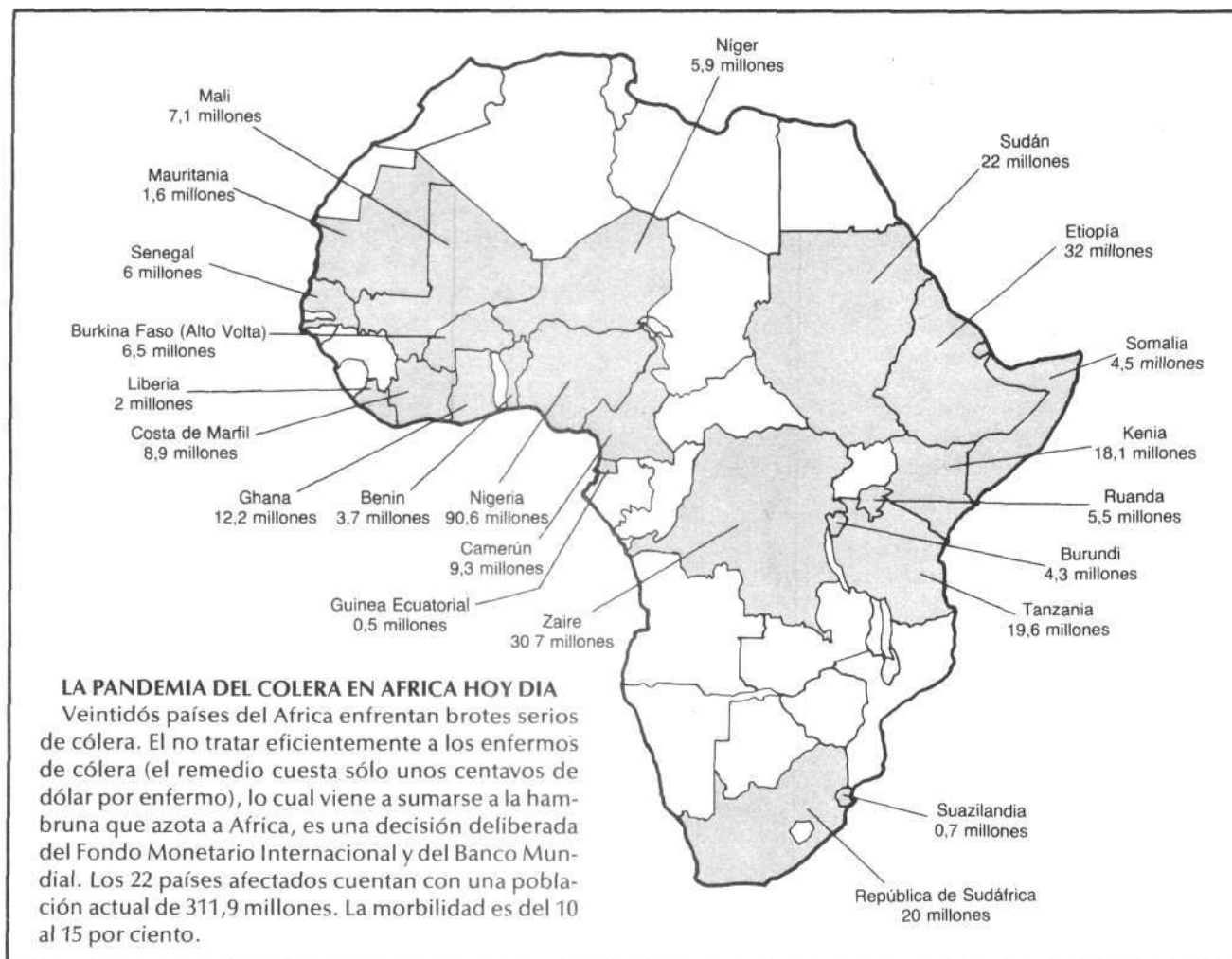
mo tiempo las cosas que necesitan.

Veamos, por ejemplo, algunos países africanos. Se ha llegado a decirles: "Oigan, están gastando demasiado en educación". Pienso en particular en Zimbabwe. Conozco a Dennis Norman, el ministro de Agricultura; lo conozco desde hace años. El y su gobierno se han concentrado por al menos seis años en un vigoroso programa de extensión agrícola. Aun en un año de terrible sequía, el año antepasado, sus cosechas no fueron malas; en algunos casos, plantaron cinco veces porque así lo habían planeado y contaban con los recursos para proveer la semilla y el fertilizante para eso. Este año, esta pasada cosecha, levantaron una producción tremenda; pero eso no fuera posible sin todo lo que han hecho y especialmente sin sus pequeños granjeros, cuya producción pasó del 10 por ciento de la producción nacional al 40

por ciento de la producción nacional. Realmente es para impresionarse.

Pero vino uno de esos organismos, creo que fue el FMI, o el Banco Mundial, y dijo: "Están ustedes gastando mucho dinero en educación." Pero ese país tenía bases educativas; aun durante el discutible régimen de Smith nunca dejaron de educar; pusieron la educación prácticamente al alcance de todos. Y eso rinde frutos a la larga, porque saber qué tan profundo sembrar una semilla, plantar en surcos, aplicar fertilizante, saber qué tan lejos aplicarlo de la semilla, cómo emplear un plaguicida, todas esas cosas que nosotros damos por sabidas, son decisivas.

Cuando estuve en Somalia, vi en los maizales a las pobres mujeres trabajando con unos azadones de mango cortito, dobladas, con todo el cuerpo expuesto al sol, lo cual sabemos que es malo. En Arizona va contra la ley



usar azadones de mango corto, pero la gente que dirige la extensión agrícola en Africa cree que esos son los azadones que deben usar porque los han usado por 2.000 años. El maíz se veía estupendo; habían tenido agua. Pero el encargado de la agricultura, un hombre de Somalia educado en Tucson, Arizona, y en Nebraska, conocía los problemas. Le dije: "El maíz se ve bien, pero los rendimientos, según me dijo usted, son bajos"; y me respondió: "Sí, señor Whelan. ¡Lo bien que le cayera una buena inyección de nitrógeno! Con el mismo trabajo, levantarán el triple de lo que van a levantar". El trabajo extra vendría para cosechar. Lo que pasa es que los nutrientes naturales de la tierra están agotados, pero a ellos no les alcanza para nitrógeno. No más imagínese que usáramos un bombardero como usan en Canadá los aviones para fertilizar los campos. Podríamos hacerlo de noche, quizá, para que la gente no se diera cuenta y que

en seis u ocho semanas se despertaran con una de las mejores cosechas de su vida, sólo con ponerle el nitrógeno.

Ahora, sin almacenes para proteger la cosecha y sin medios para elaborar los productos, en la actualidad mucha comida se desperdicia. No hay infraestructura, caminos, infraestructura de comercialización, o cualquiera de esas cosas que damos por supuestas. Todo eso se tiene construir. Por eso tiene que hacerse un esfuerzo gigantesco, no esa simple operación de repartir comida en que estamos metidos actualmente.

**Lalévée: ¿Qué me dice de instituciones como el FMI y el Banco Mundial?**

Whelan: Creo que todas esas organizaciones, incluso el Banco Mundial, tienen que hacerse más humanas en sus deliberaciones. Hace poco estuve en una reunión en Ginebra, y allí contaron el cuento de un hombre al que se iba a practicar un transplante de co-

razón y tenía que escoger el que iba a recibir de entre los corazones de tres donantes, y tenía que decidir en un santiamén; uno era de un actor, otro de un atleta y el último de un banquero. El hombre dijo: "Pónganme el del banquero". Luego, cuando estaba en recuperación, le dijeron: "Hizo usted una selección extraña. ¿Por qué escogió el corazón del banquero?" A lo que respondió: "Ah, me fue fácil decidir. Fíjese, soy granjero; así que sabía que ése era el corazón menos usado."

Yo he tratado con banqueros toda mi vida en Canadá, y muchos administraban programas de los que no sabían ni jota. Muchos de nuestros granjeros, en la parte desarrollada del mundo, enfrentan problemas, problemas económicos, problemas financieros, por causa de los banqueros. Le damos mucho peso a la palabra *banquero*; creemos que debe ser una persona importante e inteligente. Para mí, esa definición es exagerada.

# La crisis no afecta el programa aeroespacial brasileño: Sarney

En una visita a las instalaciones de la Empresa Brasileña de Aeronáutica (Embraer) y al Centro Técnico Aeroespacial (CTA), en São José dos Campos, São Paulo, el presidente de Brasil, José Sarney, aseguró que, a pesar de la crisis económica y las dificultades financieras que afectan al país, no se restringirán los recursos para continuar el programa aeroespacial brasileño.

"Lo que vi aquí supera todas las expectativas de mi imaginación", declaró con entusiasmo el Presidente. Agregó que la visita le dejó la "convicción inequívoca de que Brasil ocupará, ya en esta década, una posición importante en la tecnología aeroespacial".

En Embraer, que cumplió 16 años de

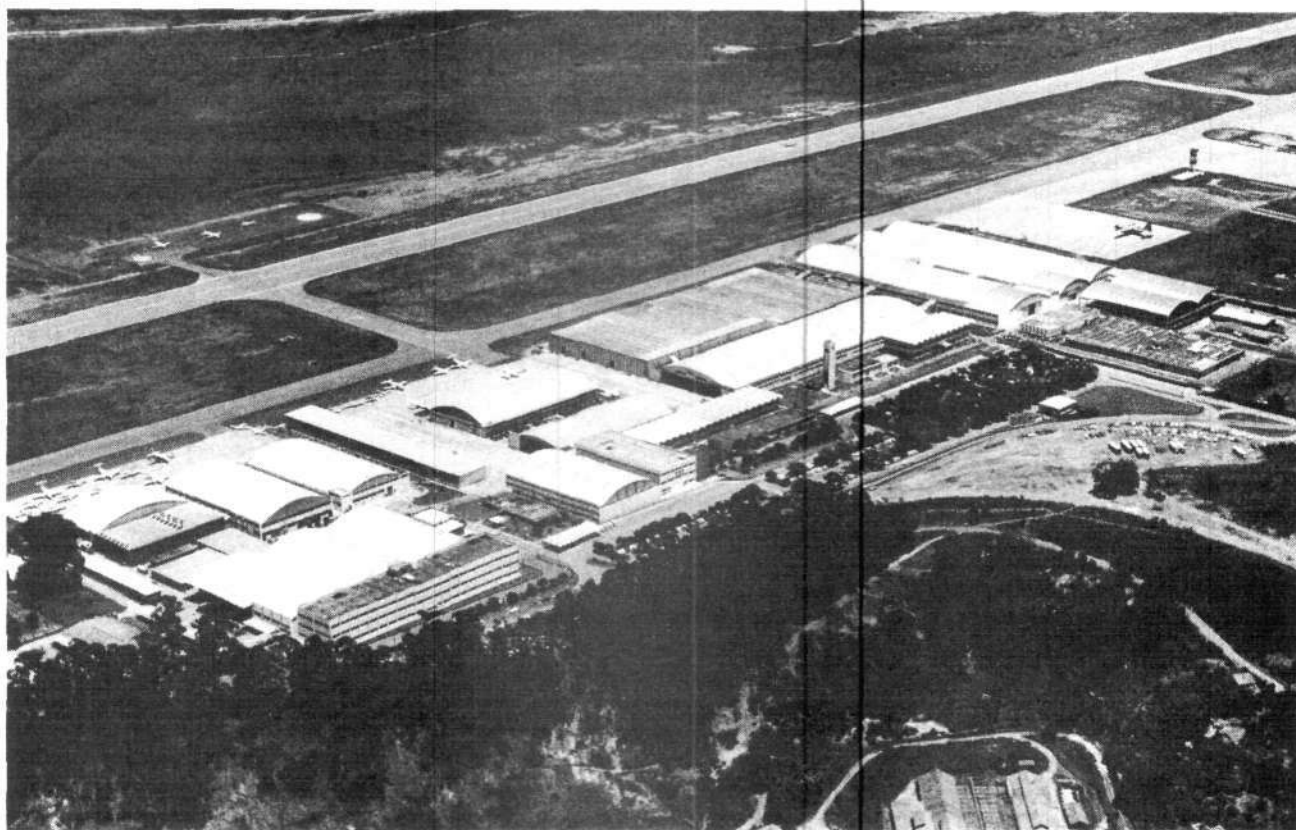
existencia, el Presidente conoció el nuevo producto de la empresa, el EMB-120 "Brasilia", un turbohélice presurizado para 30 pasajeros, que ya adquirieron la Fuerza Aérea Brasileña y varias compañías de aviación extranjeras. El presidente visitó asimismo el Instituto de Actividades Espaciales (IAE) y los laboratorios de investigación del CTA, donde el general brigadier Hugo Piva, director del centro, hizo una exposición sobre el estado actual del programa espacial brasileño.

## Un poco de historia

Hasta 1969, hubo varias tentativas con diferentes grados de éxito, de que se construyeran aviones en serie en Brasil. La creación de Embraer en ese

año permitió a la industria aeronáutica brasileña dar un salto cualitativo que la llevaría en poco tiempo a competir con empresas de naciones más desarrolladas. Embraer es empresa de capital mixto.

El primer avión que hizo Embraer fue el "Bandeirante", un bimotor ligero diseñado por el CTA que se convirtió en un gran éxito por sus ventas. Enseguida vino el "Ipanema", un aparato para fumigación agrícola. En 1970, la empresa firmó un convenio con la Aeromacchi, de Italia, para construir el MB-326, rebautizado "Xavante". Durante la Guerra de las Malvinas, se proporcionó algunos de estos aparatos a Argentina, e intervinieron en ataques a



EMBRAER

Vista aérea de las instalaciones de EMBRAER en São José dos Campos, en el estado de São Paulo. Cubre 140 mil metros cuadrados de área de construcción y el área total disponible para expansiones futuras es de un millón y medio de metros cuadrados. La fuerza de trabajo actual: 6 mil empleados.

la flota británica. En 1975, se firmó otro convenio con la Piper, de los Estados Unidos, que permitió fabricar aviones ligeros. Al año siguiente se lanzó el "Xingu", un bimotor ejecutivo presurizado del cual la marina francesa adquirió 41 unidades para el entrenamiento de sus pilotos. Le siguió el avión de entrenamiento militar "Tucano", que hace poco fue vencedor en un concurso internacional de la Real Fuerza Aérea británica y que hoy se conoce como "Brasilia".

Este año volarán a Italia los primeros prototipos del AMX, bautizado "Centaurus", un avión de ataque de propulsión a chorro perfeccionado al alimón con las empresas italianas Aermacchi y Aeritalia. El próximo paso debe ser un caza supersónico que sustituya al Mirage III y al F-5E de la Fuerza Aérea Brasileña. Como en el caso del AMX, el proyecto deberá ser obra de un consorcio internacional.

#### El programa espacial

El primer paso del programa espacial brasileño se dio en 1954, con la creación de un grupo de estudio del Consejo Nacional de Investigaciones y de la Fuerza Aérea Brasileña, bajo el mando del general brigadier Oswaldo Baloussier. En 1961, se paso de la teoría a la práctica con la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, cuyo primer director fue el coronel Aldo Vieira da Rosa, uno de los pioneros del CTA y gran promotor de las actividades aeroespaciales del país.

En 1965, se empezó a construir la base de lanzamiento de Barreira do Inferno, en Río Grande do Norte. La posición geográfica privilegiada de la base, apenas a 5 grados del ecuador magnético terrestre, hizo a la NASA interesarse en un convenio de cooperación para el estudio de fenómenos ionosféricos a menos de 200 kilómetros de altitud.

Los primeros cohetes que se lanzaron eran todos importados, principalmente de los Estados Unidos. El primer lanzamiento ocurrió el 16 de diciembre de 1966. A partir de que se creó el IAE, se inició el Programa Sonda, un proyecto de fabricación de cohetes nacionales, de los que se planeó construir cuatro modelos, cada uno de los cuales representa una etapa del programa espacial.



EMBRAER

*Líneas de producción de los aviones Xingu EMB-121 (a la derecha) y de Bandeirante EMB-110 (al centro y a la izquierda).*

El Sonda I es un cohete capaz de alcanzar 70 kilómetros de altitud con una carga útil de 5 kilogramos. El Sonda II es capaz de llegar a los 180 kilómetros con una carga útil de 50 kilogramos. Con esos cohetes, se procuró erigir la capacidad básica propia para la ejecución de proyectos espaciales.

El Sonda III es un cohete meteorológico. Puede alcanzar 600 kilómetros de altitud con una carga útil de 128 kilogramos. Voló por primera vez en 1976. El Sonda IV, lanzado en 1984, es el paso más ambicioso de la serie y representó una etapa fundamental para el proyecto del Vehículo Lanzador de Satélites (VLS). Tiene la capacidad de llevar 300 kilogramos de carga útil a 1000 kilómetros de altitud. Con él se prueban diversos mecanismos de orientación indispensables para el lanzamiento de satélites.

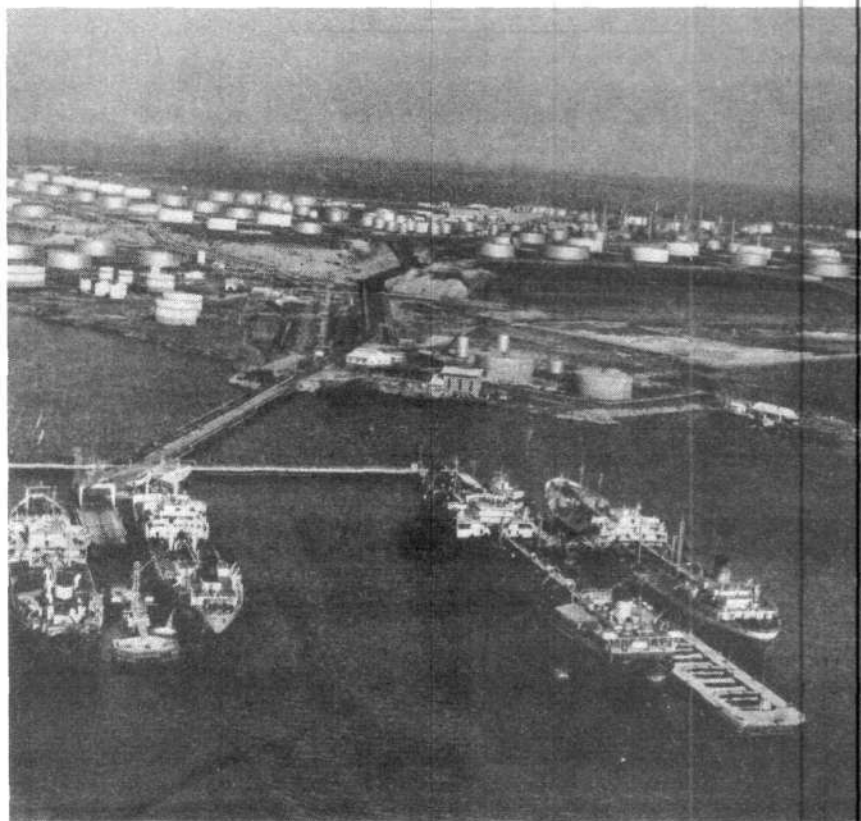
Concluido el Programa Sonda, deberán iniciarse pruebas con el VLS, que estará constituido por cuatro cohetes Sonda IV y llevará al espacio el primer satélite brasileño, cuyo lanzamiento se prevé para 1989 y cuya misión es conocer los recursos naturales del país, complementando los datos proporcionados por satélites norteamericanos.

La perspectiva que se abre a la investigación espacial brasileña es la cooperación con otros países iberoamericanos, como fue propuesto en el Segundo Seminario Regional para la Ejecución de Actividades Espaciales en el Continente, realizado en mayo de 1983, en São José dos Campos. Ahí se discutió la posibilidad de transferir tecnología a los países de la región que estén poco desarrollados en este sector, y un amplio programa de adiestramiento de personal que se llevaría a cabo en los centros más avanzados de Brasil, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales de Argentina y el Centro Espacial Colombiano. Este podría ser el primer paso para la creación de una entidad espacial iberoamericana.

Los resultados de la investigación espacial tienen ya importantes aplicaciones en otros sectores de la industria brasileña, con beneficios que superan en decenas de veces las inversiones en actividades aeroespaciales. Como ejemplos, se pueden citar aceros de alta resistencia, tubos metálicos sin costura, estructuras ultraligeras de fibra de vidrio y aislantes térmicos para altas temperaturas.

— Geraldo Luis Zairaiva Lino





Maracaibo, Venezuela. El solo petróleo no salvará a los venezolanos.

## Desmantela Venezuela su programa nuclear

El gobierno de Venezuela, con el pretexto de la austeridad económica, ha procedido a desmantelar el programa nuclear del país, que estaba a cargo del Consejo Nacional de la Industria Nuclear (CONADIN). Las autoridades han anunciado asimismo una reducción del 10 por ciento del ya menguado presupuesto del sector de ciencia y tecnología. Venezuela se apresta a pagar el servicio de la deuda externa con el 40 por ciento del ingreso nacional.

A finales de junio, cuando se decretó el cierre del CONADIN, el comité *ad hoc* prometió que el Ministerio de Energía y Minas asumiría los programas y el personal del organismo disuelto. A la vuelta de unas semanas, se decidió crear sólo una pequeña oficina para atender compromisos derivados de acuerdos internacionales en materia nuclear. De 70 personas que

laboraban en el CONADIN, el Ministerio de Energía y Minas incorporó solamente a 13, de ellos sólo cinco técnicos y ningún ingeniero nuclear.

La medida no obedece en realidad a razones financieras pues la mayor parte del presupuesto del CONADIN provenía de organismos internacionales; tampoco se debe atribuir a mera ignorancia o ingenuidad de quienes toman esas decisiones. Obedece ante todo a las mismas presiones externas que vienen paralizando los programas nucleares de otros países de Iberoamérica, particularmente después de la Guerra de las Malvinas. Aunque el programa nuclear venezolano era apenas embrionario, representaba la posibilidad de adquirir los medios para liberarse de la dependencia del petróleo y la ilusión de los petrodólares.

Venezuela, paradójicamente, fue

uno de los primeros países de Iberoamérica en iniciar un programa nuclear. Desde fines de los cincuenta el IVNIC (actual Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, IVIC), por iniciativa del científico Humberto Fernández Morán adquirió un reactor experimental de 3 megavatios, el RV-1, que comenzó a funcionar a mediados de los sesenta y aún se utiliza en trabajos científicos. En 1973, con la Comisión Nacional Nuclear (CONAN), y luego en 1975, con el CONADIN, los programas nucleares volvieron a adquirir impulso. Se formaron en las principales universidades del mundo de más de medio centenar de científicos y técnicos nucleares venezolanos.

Hace poco, el CONADIN había comenzado a diversificar sus actividades. Empezó a trabajar en la prospección de materiales radiactivos, la aplicación de técnicas nucleares en la producción agrícola y pecuaria, la irradiación de alimentos, la producción de radioisótopos y radiofármacos, así como a estudiar requerimientos de nucleoelectricidad y diseñar reactores de pequeña y mediana potencia. Aunque nunca se inició un programa de envergadura para aprovechar los materiales fisibles (uranio, torio, etc.) con que cuenta el país, el CONADIN representaba la posibilidad de hacerlo.

El desmantelamiento del programa nuclear es sólo el inicio de una acción de mayor envergadura contra la soberanía y la independencia del país: la reducción de la capacidad científica y técnica nacional. El presupuesto del sector se ha reducido de 700 millones de bolívares (cuando el dólar valía 4,30) a 500 millones de bolívares devaluados para 1986. Instituciones como el Fondo para la Innovación Tecnológica y la Fundación Instituto de Ingeniería simplemente no tendrán presupuesto el año próximo.

De esta manera los recursos humanos más calificados con que cuenta Venezuela —toda una generación en cuya formación se han invertido millones de dólares y que representa el futuro industrial del país— se ve enfrentada a la frustración y el desempleo.

Según el presidente de Fedecámaras, hay más de 40.000 profesionales sin empleo. Aunque la cifra es conservadora, revela la gravedad del problema. Según dijo, "hay doce mil ingenieros cesantes, cuatro mil médicos, diez o doce mil arquitectos, millares de abogados, de economistas, etc. . . y miles de profesionales en las ciencias puntas del actual desarrollo de la electrónica".

Venezuela tiene inmensas posibilidades de desarrollo, a condición de que cuente con una fuente segura de energía e inicie obras de infraestructura como una red ferroviaria nacional, el proyecto siderocarbonífero del Zulia, la integración fluvial con los países de la cuenca Amazónica y el aprovechamiento de la técnica nuclear.

Sobre el futuro del programa nuclear venezolano, charlamos con el que era coordinador de reactores nucleares del CONADIN, ingeniero Gaspar D'Isidoro, quien afirma: "No hay que esperar al año 2.000 para darnos cuenta de que es importante el desarrollo

de centrales nucleares en el país. Debemos iniciar, desde ya, estudios en este sentido, ya que los mismos tienen un periodo de duración de aproximadamente 15 años y Venezuela necesitará este recurso para principios del siglo 21 a más tardar."

D'Isidoro nos informa que el CONADIN estudiaba el emplazamiento de centrales nucleares en el país para el año 1997. "Venezuela está en óptimas condiciones para ello; tiene la materia prima (uranio y torio), gas y suficientes reservas de agua. Por esta razón, a mi juicio, el sistema más amplio para el país sería el reactor de alta temperatura enfriado por gas (HGTR). Este reactor se utiliza básicamente uranio natural y torio, y como elemento enfriador un gas que bien podría ser el helio."

Al preguntarle al ingeniero D'Isidoro si juzga que la eliminación del CONADIN obedece a presiones políticas o de otro orden, repuso: "Le responderé contándole algo que sucedió en 1983, en una conferencia celebrada en

Caracas sobre Fuentes Alternas de Energía para la utilización eléctrica mundial."

A esta reunión vino un asesor técnico del gobierno norteamericano —relata el experto venezolano— y presentó un panorama de la situación electroenergética de Venezuela. "Nos presentó una proyección hacia el año 2.000, y allí habló de la conveniencia de reactores electronucleares para nuestro país. Pero me llamó mucho la atención que en su exposición no tocó para nada un lugar muy rico en uranio y torio llamado Cerro Impacto. Cuando entramos en el ciclo de preguntas, intervino y le dije: «¿Por qué no toca en su exposición al Cerro Impacto? Allí hay minerales que pudieran utilizarse para obtener energía nuclear y utilizarla para generar electricidad?» El asesor permaneció callado por un momento y luego que yo insistí en mi pregunta él respondió: «Son razones políticas»."

— Jaime García.

## Nuestro negocio es la inteligencia

Los suscriptores de *Executive Intelligence Review* supieron del cartel de deudores y de las armas de rayos antes que la mayoría de los gobiernos. Esto es lo que dicen los expertos:

"A mi juicio, *Executive Intelligence Review* tiene uno de los mejores servicios de inteligencia privados del mundo."

—Doctor Norman Bailey, ex director de asuntos económicos internacionales, Consejo de Seguridad Nacional, Casa Blanca.

Suscríbase ahora mismo a *Executive Intelligence Review*, el semanario fundado y dirigido por el economista Lyndon H. LaRouche, y tenga a su disposición el mejor servicio de inteligencia privado del mundo. O adquiera nuestro *Resumen Ejecutivo* quincenal en español. Solicite un ejemplar gratuito.

NOMBRE \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO \_\_\_\_\_  
 CIUDAD \_\_\_\_\_ PAIS \_\_\_\_\_  
 TEL. \_\_\_\_\_

### Executive Intelligence Review

seis meses, 225 dólares  un año, 396 dólares

### Resumen Ejecutivo

un año, 135 dólares

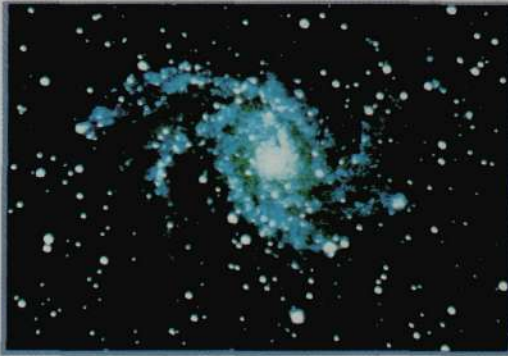
Mayores informes:

**Executive Intelligence Review**

304 W 58th St, Fifth floor, New York, NY, 10019.  
 USA.

☎ (212) 247-8820

En este número:



**ASTRONOMIA: LA FUNDACION DEL METODO CIENTIFICO.** ¿Qué pensaría cualquiera de ustedes si su médico consultara a las estrellas para decidir si les extirpa o no el apéndice? Jonathan Tennenbaum nos dice por qué se debe revivir la antigua ciencia de la astronomía para educar a la gente y derrotar a la astrología, el arma secreta de la oligarquía en su victoriosa guerra de siglos contra la razón.

**ARGENTINA PUEDE PRODUCIR REACTORES NUCLEARES EN SERIE.** Una compañía de Bariloche terminará en un año el primer prototipo de una máquina modular que trabaja con uranio enriquecido y agua a presión, y produce sólo 15 megavatios eléctricos. Puede instalarse en zonas aisladas o en regiones mal abastecidas, o se puede combinar con otros reactores del mismo tipo para crear una central nucleoelectrica de hasta 150 megavatios eléctricos. En la foto, Embalse, la segunda planta nuclear argentina.

**EL CANAL ATRATO-TRUANDO, LA GRAN OPORTUNIDAD DE IBEROAMERICA.** La obra, como la describió Rafael Convers Pinzón, mayor retirado e ingeniero civil, será monumental: tendrá 166 kilómetros de largo, 500 metros de ancho en el fondo del canal y 600 en la superficie, una profundidad de 35 metros, e irá desde el Golfo de Urabá en el océano Atlántico hasta la Bahía Humboldt en el Pacífico, a través de los valles del río Atrato y el río Truandó.

