

FUSIÓN

Vol. IV, Núm. 2

NUCLEAR

Segundo trimestre
de 1987

Los criterios
básicos de la movilización
científica contra el SIDA

¡A colonizar Marte!



FUSIÓN NUCLEAR

Vol. IV núm. 2 ISSN 0185-0792
Segundo trimestre de 1987

Consejo editorial:

Lorenzo Carrasco
Salvador Lozano
Robyn Quijano
Cecilia Soto

Jefa de redacción:

Lucía L. de Méndez

Traducciones:

Carlos Potes

Colaboradores:

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

Director Artístico:

Alan Yue

Fusión Nuclear es una revista trimestral producida por la Asociación Colombiana pro Energía de Fusión, la Asociación Mexicana de Energía de Fusión y la Fundación Venezolana para la Energía de Fusión, 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 enviar su cheque o giro postal a nombre de la EIR de Colombia limitada). **Perú:** Liliana Pazos, Apartado Postal 11681, Lima 11, Lima. **Venezuela:** Jaime García, Apartado Postal 70534, Los Ruices, Caracas 1071-A. **Argentina:** Viamonte 1422 piso 1, oficina "A," 1646 Buenos Aires. **Resto del mundo:** Fusion Energy Foundation, P.O. Box 17149, Washington, DC. 20041-0149, USA.

Tarifas de suscripción

México: 4 números, 12.000 pesos; Colombia: 4 números, 3.000 pesos; Perú: 4 números, 800 intis; Venezuela: 4 números, 500 bolívares; Argentina: 4 números, 12A; Resto del mundo: 4 números, 22 dólares.

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

© 1987

Editorial Benengeli, SA.

Printed in the USA / Impreso en los EUA.

Artículos

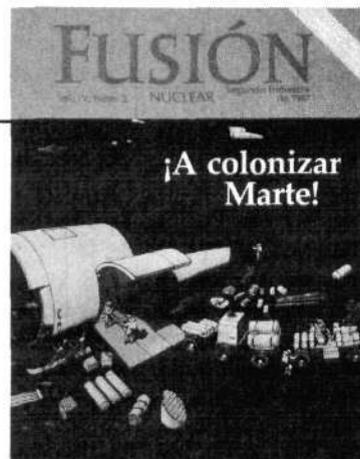
- 12 **Los criterios básicos de la movilización científica contra el sida**
por Jonathan Tennenbaum
- 28 **La colonización de la Luna y Marte**
por Lyndon H. LaRouche
- 54 **América Latina necesita su propia agencia espacial, charla con el doctor y astronauta Franklin Chang Díaz.**
por Marsha Freeman
- 56 **El aporte de los científicos extranjeros al desarrollo de la aeronáutica argentina**
por Leopoldo Frenkel

Reportajes

- 5 **La URSS adelanta a los Estados Unidos en armas de radioondas**
- 6 **Revolucionario adelanto en superconductores**
- 7 **El futuro de la energía nuclear en Iberoamérica, ahora se juega en México**
- 8 **Laguna Verde no es como Chernobyl**
- 68 **Urge un Instituto Iberoamericano de Estudios Sísmicos e Hidrodinámicos**

Secciones

- 2 **EDITORIAL**
- 3 **LA CORRIENTE DE HUMBOLDT**
- 4 **LOS GENIOS**
- 10 **POR EL MUNDO**
- 64 **EL JOVEN CIENTIFICO**
El astrónomo mercedario Fray Diego Rodríguez y el estudio de los cometas



NUESTRA PORTADA

Ilustración elaborada por el artista Carter B. Emmart, representa seis naves descargando el equipo para la primera base en Marte.

EL FMI, principal transmisor

Si no se detienen las políticas genocidas del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial, de aquí a 1992 habrá en Iberoamérica un millón y medio de enfermos de sida y 256 millones de infectados con el mortal virus. Es decir, más de la mitad de la población, que para esa fecha será aproximadamente de 452 millones, lo que significa que para el año 2000 el sida puede borrar del mapa a toda la población de Iberoamérica.

Esta es la realidad, aunque las deliberadas y criminales mentiras oficiales traten de ocultarla.

La causa principal del sida—como siempre ha ocurrido con todas las enfermedades infecciosas peligrosas—es económica. Históricamente, la disminución del nivel de vida y la austeridad impuesta a los servicios médicos y sanitarios han generado la aparición y propagación de las enfermedades infecciosas epidémicas y pandémicas. Ese fue el caso de la terrible “peste negra” del siglo 14, que casi destruyó a la población de Europa; y ese es el caso con el sida, hoy en día.

Si las autoridades mienten sobre el problema del sida, no es tanto porque desconozcan su gravedad—como lo demuestran las denuncias hechas por el secretario de Salud de México—, aunque no la comprendan del todo, sino porque los gobiernos iberoamericanos no quieren invertir en su atención, pues prefieren someterse al FMI y a los banqueros y destinar los recursos de sus naciones al pago de la usurera deuda externa. Pero, además, y de nuevo por exigencia del FMI, esos gobiernos también han recortado brutalmente sus presupuestos de salud, privando a la mayoría de la población de los más elementales servicios médicos, provocando que muchas enfermedades infecciosas que ya estaban bajo control hayan vuelto a proliferar, y creando las condiciones para que el sida se expanda.

Como lo explica Jonathan Tennenbaum en el trabajo que publicamos aquí, la historia demuestra que la victoria sobre las enfermedades infecciosas peligrosas siempre ha dependido de dos elementos esenciales: medidas sanitarias que detengan la propagación de la enfermedad, e investigaciones científicas que produzcan tratamientos eficaces.

Por tanto, mientras se realizan esas investigaciones científicas—sobre cuya orientación versa el trabajo de Tennenbaum—, se tienen que aplicar las medidas sanitarias necesarias, no importa que su costo implique suspender el pago de la deuda y desobedecer las órdenes genocidas del FMI. Los médicos y los científicos tienen que romper el chantaje que sus jefes les hacen, y decir la verdad sobre la gravedad del sida y exigir que se tomen las medidas necesarias. Es intolerable que se hayan reducido los presupuestos para la investigación médica y biológica. Y es no sólo absurdo, sino inmoral y criminal que, por ejemplo en México, se haya reducido la admisión de estudiantes de medicina dizque porque el país “ya tiene muchos médicos”, cuando, para no ir muy lejos, a los médicos del Instituto Mexicano del Seguro Social sólo se les permiten quince minutos por paciente.

Las exigencias de los acreedores y el FMI también han significado recortes



La Corriente de Humboldt

del sida

brutales en el campo de las ciencias físicas y de la tecnología, sin cuyo desarrollo y aplicación no se puede elevar el nivel de vida de la población, ni su nivel educativo.

Y en esta tarea antidesarrollo han colaborado mucho los llamados "ecologistas", que significativamente no han dicho una palabra acerca del sida.

Al igual que en el caso de la salud, para que la ciencia y la tecnología continúen su desarrollo—o lo inicien, como es el caso de muchos países iberoamericanos—, se necesita ponerle alto al FMI y suspender o limitar el pago de la deuda. Como lo demuestra el candidato presidencial demócrata estadounidense Lyndon H. LaRouche en su trabajo "La colonización de la Luna y Marte", que publicamos en esta edición, la realización de ese proyecto generará de inmediato la recuperación económica de Occidente, y producirá una inmensa riqueza real, parte de la cual se destinará a la solución del problema del sida.

Vencer al sida es un imperativo para sobrevivir física y moralmente, del mismo modo que conquistar Marte es un imperativo espiritual, pues como lo explica LaRouche: "respondiendo con buenas acciones a los problemas que nos rodean es como reforzamos el bien en nosotros mismos".

Casos notificados de SIDA

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

Fuente: Organización Panamericana de la Salud.
*Hasta marzo de 1987.

Apreciado doctor Franklin:

Con algunos meses de retraso—debido, me imagino, a los recortes presupuestales en el correo—, recibí un reporte de un colaborador mexicano informándome que Miguel Alemán Velasco, presidente de Televisa, fue condecorado el pasado 22 de abril, en la ciudad de Washington, con la "medalla al radiodifusor más destacado". . .

Como usted podrá comprender, en ese momento detuve la lectura, y llevado de mi natural optimismo me dije: "¡Vaya!, pese a la crisis en que han sumido a México parece que todavía hay ahí hombres que se preocupan por el bien de los demás". Con tal pensamiento continué la lectura y me enteré, con asombro, de la razón del premio: por los "logros" de Televisa en "persuadir" a miles de mujeres de que se esterilicen o, cuando menos, recurran a algún medio anticonceptivo.

Seguí leyendo, ya con el ánimo indignado, y supe que en 1977, bajo la dirección del galardonado, Televisa produjo y transmitió "Acompáñame", la primera telenovela de "planificación familiar" que se haya realizado jamás. Usted me preguntará cómo es que semejante individuo no está en la cárcel, que es la misma pregunta que me hice yo. Ocurre que varios de los secretarios de estado del actual gobierno de México tienen como meta "estabilizar" el crecimiento poblacional del país, limitándolo a uno por ciento para el año 2000, como ha dicho el secretario de Gobernación, Manuel Bartlett.

Desde luego, no me parece casual que sean éstos los mismos funcionarios que se oponen a la instalación de la nucleoelectrica de Laguna Verde. Regresando al asunto de las "telenovelas maltusianas", conviene que us-

Los Genios

Como ya el lector sabe, la proliferación de genios en el mundo hispanoparlante ha crecido asombrosamente a raíz de la degeneración moral y mental fomentada por las políticas de austeridad del Fondo Monetario Internacional. Ante tal florecimiento de la genialidad, en cantidad y cualidad, la comisión de selección de genios de *Fusión Nuclear* se ha visto en serios apuros para elegir al mayor genio aparecido en los últimos meses.

Sin embargo, la comisión considera que ha sido justa al elegir a Lorenzo Servitje, presidente del Consejo Nacional de la Publicidad (CNP) de México por su campaña "Empléate a ti mismo", que también podría llamarse "El otro sendero hacia la sima".

El objetivo de "Empléate a ti mismo" es crearles "optimismo y seguridad en sí mismos" a los desempleados, "convencerlos de que no deben esperar a que alguien les ofrezca empleo, sino prepararse en cuestiones que estén a su alcance para ser su propio jefe. Muchos grandes negocios de hoy fueron empresas pequeñísimas", explicó el no menos genial asesor del CNP y encargado de la producción de la campaña, Ignacio Arellano.

Pero la genialidad de su jefe, Servitje, no tiene límites, y ya está gestionando, según declaró, que la Asociación Mexicana de Bancos abra créditos "para los nuevos miniempresarios".

Y dando una demostración de cómo emplearse a sí mismos, Servitje y Arellano andan ocupadísimos preparando la Primera Feria Nacional del Autoempleo, "donde se expondrá todo lo necesario para que una persona empiece un pequeño negocio". La feria, que habrá de celebrarse el próximo mes de noviembre, en el Palacio de los Deportes de la ciudad de México, será llevada luego a cinco ciudades de la provincia, con lo que Servitje y Arellano continuarán empleándose a sí mismos por un largo rato.

Entre los modelos de autoempleo que se expondrán destacará, según dicen, el del transporte de burros, un tipo de empresa que reúne todas las ventajas del autoempleo: el propietario es su propio jefe y su propio empleado; no se necesita crédito, pues uno mismo es el capital; se puede empezar como una empresa pequeñísima, cargando un solo burro, y luego ir creciendo, hasta cargar muchos burros y constituir un gran negocio, incluso con grandes perspectivas transnacionales.

En fin, Servitje prevé un gran éxito para "Empléate a ti mismo", y basa su optimismo en otras campañas geniales que el CNP ha realizado en el pasado. Como ejemplo de ellas citó aquella de "La familia pequeña vive mejor", realizada allá en los años setentas, y que fuera radicalizada por el entonces secretario de Gobernación con su "Vámonos haciendo menos", que tuvo tal éxito que a él lo hicieron menos como aspirante presidencial.



ted sepa que el genocida Instituto de Población, con sede en Washington, D.C. (en cuya junta directiva están individuos como George Ball, Sol Linowitz y Lord Caradon) le pidió a Televisa que pusiera la "técnica" de las telenovelas a disposición de otras naciones "sobrepobladas", como India, Nigeria, Kenia, Egipto y Bangladesh.

Según el reporte de mi amigo mexicano, Televisa ya ha enviado equipos de "especialistas" a varios de esos países con el fin de "entrenar" personal en la técnica del lavado cerebral por medio de telenovelas. A mediados de este año, según parece, India y Kenia estrenarán su primera telenovela de control natal. En fin, el castigo de Ale-

mán en el infierno será, estoy seguro, ver por toda la eternidad sus propias telenovelas.

Lo saluda, con afecto,

Humboldt

La URSS adelanta a los Estados Unidos en armas de radioondas

Hace algunos años, los negociadores soviéticos de limitación de armas estratégicas dejaron boquiabiertos a sus contrapartes de los Estados Unidos con una curiosa proposición: proscribir "la nueva familia de armas de destrucción en masa" que "emplean pulsaciones de radiación electromagnética intensa". Según nos cuentan, la cosa quedó en veremos porque los negociadores estadounidenses no entendieron de qué rayos hablaban los enviados del Kremlin.

El texto de la proposición se mantiene en secreto, pero las fuentes dicen que, como en otros casos, la verdadera intención de los soviéticos era averiguar qué tanto habían avanzado los Estados Unidos en esa línea de armas. Los Estados Unidos no tenían nada; y, a diez años de aquello, apenas empiezan a tener algo. En tanto, llueven los informes de que es en la Unión Soviética donde, en efecto, ha nacido la nueva familia de armas ofensivas, superiores en más de un sentido a los cohetes nucleares.

De hecho, abundan en la literatura militar rusa las referencias a estas armas y su importancia.

Cómo funcionan

Las armas de ondas de radio se pueden emplear para cegar satélites de reconocimiento, inutilizar radares y equipos de comunicación, destruir los circuitos electrónicos de cohetes, aviones o barcos, y, desde luego, matar o incapacitar gente. Como el lector supondrá, mucho del material en este campo es secreto. Pero los principios científicos son bastantes sencillos.

Hasta que la Unión Soviética y los Estados Unidos empezaron a trabajar en armas de rayos láser y sus similares, el efecto destructivo de la gran mayoría de las armas de la guerra se basó siempre en la fuerza y el impacto me-

cánicos (por ejemplo, el impacto de un proyectil, la explosión de una bomba). La excepción principal son las armas químicas y biológicas, que emplean casi nada de energía y cuya eficacia depende de efectos fisiológicos muy específicos (por ejemplo, los gases neurotóxicos, cantidades ínfimas de los cuales pueden paralizar y matar en minutos a la persona que los absorba).

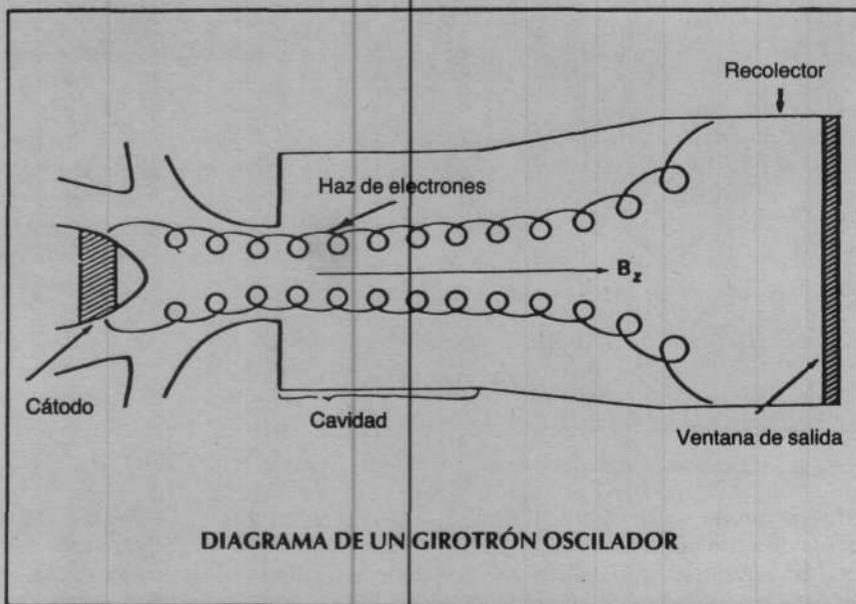
No obstante, por muchas razones, las armas químicas y biológicas son difíciles de dirigir en exclusiva contra blancos determinados y llegan a afectar a las propias fuerzas que las emplean.

Las armas de rayos láser y rayos de partículas son cualitativamente distintas de las armas basadas en proyectiles y explosiones, incluidas las armas nu-

cleares. Son armas que descargan su energía a la velocidad de la luz y que, además, son capaces de sintonizar dicha energía con la precisión necesaria para asegurar que penetre y destruya el blanco. Las armas de radioondas, como los láseres, producen haces de energía electromagnética, que viaja a la velocidad de la luz. Y, por la región del espectro electromagnético en que actúan, parecen ideales para atacar organismos vivos y, quizá, destruir tejidos (por ejemplo, el sistema nervioso central humano) con enorme selectividad.

Dicha capacidad depende de un fenómeno fundamental pero poco mencionado en artículos de prensa o programas de televisión: la resonancia

Pasa a la página 71



Uno de los aparatos más apropiados para convertirse en un arma de radioondas parece ser el girotrón. Ya en 1975, los girotrones soviéticos producían pulsaciones de microondas, de 35 nanosegundos de duración, que alcanzaban hasta dos megavatios.

Revolucionario adelanto en superconductores

A principios de este año se produjo un adelanto técnico revolucionario: el hallazgo de materiales que se tornan superconductores a temperaturas superiores a 77° K.

El hallazgo despertó gran entusiasmo, porque para enfriar un material a esa temperatura basta con emplear nitrógeno líquido, que es relativamente barato, en vez del helio líquido que se utiliza para enfriar a unos 23° K las aleaciones superconductoras de niobio que se emplean actualmente. Eso, aparte de que el descubrimiento plantea la posibilidad de que se creen materiales que resulten superconductores a temperatura ambiente.

El tren del futuro

Los nuevos superconductores prometen una revolución tecnológica. Por ejemplo, aun los trenes más modernos no pueden correr a mucho más de 300 kilómetros por hora sin el serio

riesgo de descarrilarse. Pero si el tren corre sin tocar los rieles, sostenido en el aire por campos magnéticos, puede alcanzar sin riesgo unos 750 kilómetros por minuto. El único obstáculo es la resistencia del aire, cosa que se puede obviar si el vehículo corre en un tubo de aire enrarecido.

Por supuesto, lo mejor es que tubos de este tipo corran bajo tierra, lo más recto que se pueda. No es difícil darse cuenta que la planeación integral de las ciudades del futuro en Iberoamérica o África debe contemplar la construcción de los túneles necesarios para trenes de esta clase, en combinación con otras obras, como las de conducción de gas, corriente eléctrica, agua, etc. La excavación se abaratará enormemente empleando explosivos nucleares.

Es posible hacer que un tren levite de dos maneras: por atracción o por

repulsión magnéticas. En el segundo caso, que es el de los modelos japoneses más avanzados, el tren levita gracias a una de las peculiares propiedades de los superconductores: su capacidad de repeler cualquier campo magnético extraño.

Pero el material superconductor que se emplea en el prototipo japonés es una aleación de niobio, que se tiene que enfriar con helio líquido. Con la invención de materiales que manifiestan superconductividad a temperaturas por encima de 77° K, se abre la posibilidad de emplear nitrógeno líquido para enfriar la vía superconductoras.

Más aún, quizá no tarde mucho el momento en que se cuente con materiales superconductores a temperaturas superiores a 0° C. En ese caso, su enfriamiento será un problema menor. Más interesante parece el problema de ingeniería de hacer vías y cables con estos materiales cerámicos (hagamos de cuenta, sacar alambre de un ladrillo).

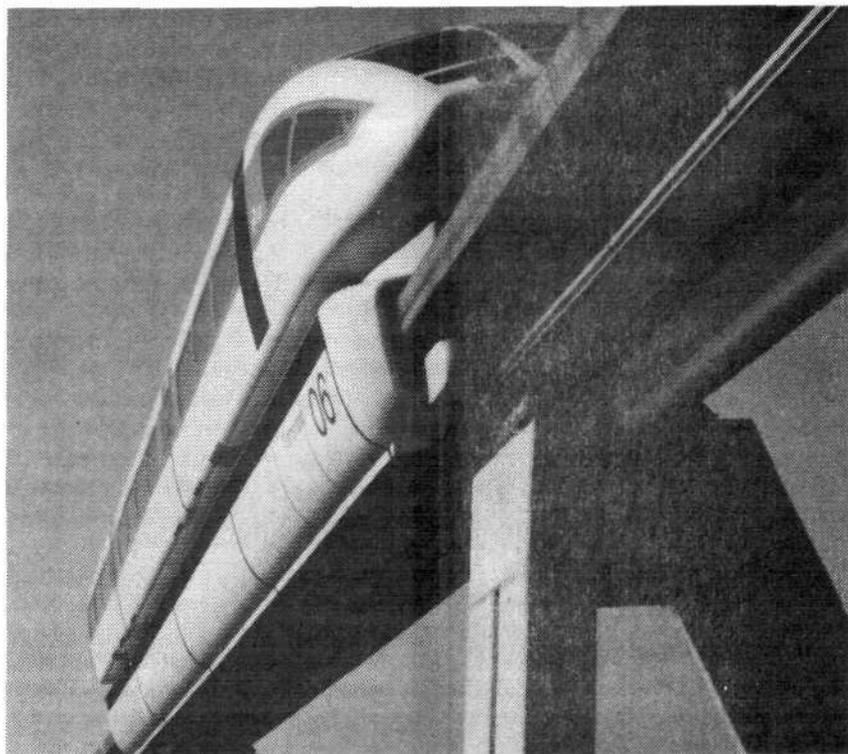
Super vs. semi

Mientras tanto, los nuevos superconductores tienen otra aplicación revolucionaria: sustituir con enorme ventaja a los semiconductores en los circuitos de computadora. La potencia de las computadoras (medida en millones de operaciones por segundo) puede aumentar muchos órdenes de magnitud, calculan los expertos.

Si se construye una conexión formada por dos capas superconductoras separadas por una finísima capa aislante (de alrededor de 0,0040 micras de espesor), la cantidad de energía que se necesita para que la señal pase de una a otra es muchísimo menor (¡300.000 veces menor!) que la que se necesita para lograr el efecto equivalente en un circuito semiconductor.

El emparedado superconductor que acabamos de describir lo ideó en 1962 Brian Josephson, y se lo conoce como unión de Josephson. El fenómeno en que se basa no ocurre en los semiconductores. En los materiales superconductores, los electrones libres actúan como si estuvieran en órbitas macroscópicas cuánticas y no en el flujo aparentemente continuo de energía que se observa en la conducción eléctrica ordinaria.

—Salvador Lozano



El futuro de la energía nuclear en Iberoamérica, ahora se juega en México por Rubén Cota



Según las proyecciones del propio gobierno, las necesidades de energía eléctrica de México para el año 2010, serán de 80 millones de kilovatios. Al entrar en operación la planta nucleoelectrica de Laguna Verde, la producción de electricidad aumentaría en 1.308 millones de kilovatios, o el 6 por ciento de la capacidad actual instalada de energía eléctrica del país.

Después de que el proyecto nuclear brasileño fue cancelado y que, recientemente, las políticas de austeridad del Fondo Monetario Internacional (FMI) obligaron al cierre de las dos plantas nucleares argentinas que ya estaban en operación, la planta nucleoelectrica de Laguna Verde, en México, también está en peligro de perderse. La primera unidad de la central está avanzada en 98 por ciento de su construcción; sin embargo, como resultado de una campaña ecologista antinuclear de terror propagandístico, de amenazas e intimidación contra los individuos y grupos que defienden el proyecto nuclear, la planta pudiera no ponerse en funcionamiento.

Esta campaña es promovida, impulsada y financiada generosamente desde dentro del propio gobierno mexicano por los secretarios de Programación y Presupuesto, Carlos Salinas de Gortari; de Ecología y Desarrollo Urbano, Manuel Camacho Solís; de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Eduardo Pesqueira Olea. Y el encargado de amenazar e intimidar a los grupos pro nucleares es Manuel Bartlett Díaz, secretario de Gobernación. La campaña

es ejecutada por una cauda de grupos ecologistas muy bien relacionados con diversos grupos ecologistas y terroristas de Europa y los Estados Unidos.

El FMI destruyó los programas nucleares

Los proyectos nucleares iberoamericanos han sido desmantelados paso a paso por las exigencias del Fondo Monetario Internacional. Primero fue Brasil quien canceló su proyecto nuclear; después, Argentina disminuyó y abandonó el proyecto Carem, mediante el cual se buscaba construir y producir en serie pequeños reactores nucleares con una capacidad de generación de energía eléctrica de entre 15.000 y 30.000 kilovatios de potencia. Estos se instalarían en "módulos" para generar hasta 150.000 kilovatios, ideal para poblaciones pequeñas en regiones apartadas y con dificultades de transmisión de energía desde los grandes centros generadores. Finalmente, se cerraron las dos plantas nucleares que ya estaban en operación, Atucha I y Embalse, cuya capacidad de generación de energía representaba más del 20 por ciento del consumo nacional. Ahora, el FMI y el movimiento ecologista pretenden impedir la puesta en

operación de la primera central nucleoelectrica de México, Laguna Verde, lo cual significaría cancelar la posibilidad de que el subcontinente en su conjunto acceda a la tecnología nuclear, única capaz de sacar a la región de la miseria, el desempleo y la muerte masiva de la población.

La Edad Media mexicana

En 1984, de todo el consumo final de energía de la economía y la sociedad mexicana, el 7,4 por ciento fue energía eléctrica, y el 9,4 por ciento fue ¡por quema de leña! Es decir, casi el 10 por ciento del consumo final de energía del país se realiza por medio de una "tecnología" anterior a la revolución industrial del siglo 18. El consumo final de energía por sectores es igualmente dramático. En el transporte, sólo el 0,2 por ciento es energía eléctrica, porque solamente el sistema de transporte colectivo de la ciudad de México está electrificado. En el sector industrial, el 12,6 por ciento es energía eléctrica y en el sector residencial, comercial y público, el consumo de energía eléctrica es del 11,4 por ciento, mientras que el consumo de energía generada por la quema de leña es del 44,7 por ciento.

Esa situación medieval es la que los ecologistas pretenden perpetuar y empeorar, exigiendo el cierre de la principal fuente de energía barata y moderna.

Las proyecciones sobre las necesidades energéticas del país, elaboradas por el propio sector gubernamental—y por lo tanto, sumamente conservadoras—, describen un escenario en el que no hay otra alternativa racional además de un programa urgente de energía nuclear.

Actualmente, el país cuenta con una capacidad instalada para generar casi 22 millones de kilovatios eléctricos. El 65 por ciento de esa capacidad depende de los hidrocarburos. Según las proyecciones del propio gobierno, las necesidades de energía eléctrica para el año 2010, serán de 80 millones de kilowatts. Para satisfacer esa demanda tendría que alcanzarse el máximo potencial de los diversos "medios convencionales" de producción de energía.

El potencial hidroeléctrico puede aportar hasta 19 millones de kilovatios—actualmente se generan 7 millones—; la geotermia puede aportar hasta 5 millones; quemando todas las reservas de carbón con que cuenta el país se pueden generar hasta 2 millones. La producción actual de energía eléctrica, quemando gas y petróleo, es de 14 millones de kilovatios. Sin aumentar esta cantidad para destinar esos recursos para otros usos más nobles, el potencial de los "medios convencionales" es de 40 millones de kilovatios. Los 40 millones restantes que necesitará el país en el año 2010—en tan sólo 22 años más— tendrán que ser generados por medios nucleares.

Al entrar en operación la planta nucleoelectrica de Laguna Verde, la producción de electricidad aumentaría en 1.308 millones de kilowatts, o el 6 por ciento de la capacidad instalada de energía eléctrica del país.

La lucha actual para que se ponga en operación Laguna Verde no es, desde esta perspectiva, un "capricho de la nucleocracia", como quieren hacerlo creer los propagandistas del ecologismo, sino la lucha por la propia sobrevivencia de México como nación soberana. Es la lucha por reavivar las tradiciones de desarrollo y progreso, características de la historia de México.

Laguna Verde no es como Chernobil

por Ricardo García Rosas

La campaña que varios grupos han desatado contra la nucleoelectrica de Laguna Verde no obedece a criterios técnicos o científicos, o a problemas de seguridad real de la planta, sino a objetivos netamente políticos.

Presentamos a continuación respuestas a las versiones fraudulentas más difundidas y a las dudas principales sobre la nucleoelectrica, demostrando que, en efecto, el propósito de la multimillonaria campaña de ataques es una maniobra para provocar un retroceso irreparable en el desarrollo científico, tecnológico e industrial de México.

¿Es Laguna Verde similar a Chernobil?

Desde luego que no se parecen en nada.

Laguna Verde es un reactor de agua en ebullición sencillo de operar, con gran número de características inherentes de seguridad. Chernobil no tiene vasija de presión; con gran mezcla de agua y grafito que produce inestabilidades y alta producción de plutonio, y coeficientes de radioactividad positivos.

Laguna Verde tiene múltiples barreras contra la liberación de radiación: un edificio de 1,5 metros de espesor; zona de exclusión alrededor de la planta; zona de baja población. Chernobil es una instalación industrial común; en fotografías y videos se ven

edificios y casas a pocos metros de la planta.

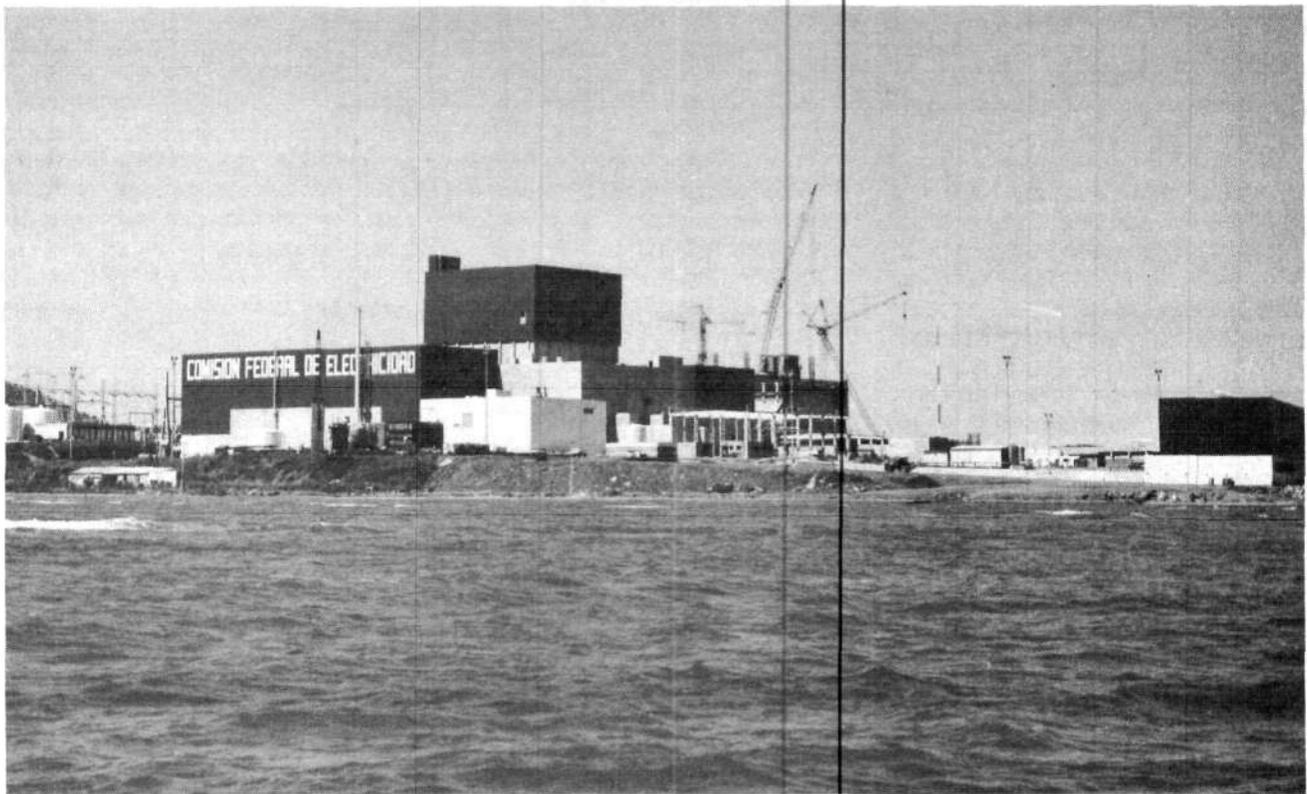
Laguna Verde tiene un programa de seguridad física, control de calidad, garantía de calidad específicas de la industria nuclear, medidas adicionales de seguridad a raíz del accidente de Three Mile Island y de otros, programa de vigilancia del Organismo Internacional de Energía Atómica. Chernobil es un tipo de reactor común en la URSS, con poca especificación nuclear, con total desprecio por lo que les ocurra a los "burgueses eventos en otras plantas de Occidente". Israel, Sudáfrica y la Unión Soviética nunca se han ceñido a los acuerdos de seguridad nuclear internacionales.

Y así podríamos llenar diez páginas más.

¿Es cierto que en caso de un accidente morirían 100.000 personas?

La única forma de que Laguna Verde estalle es que un grupo ecoterrorista introduzca 100 toneladas de dinamita abajo del reactor y las haga detonar. No obstante las 100 toneladas de dinamita, si además no se activara el plan de emergencia que prevé hasta estos casos extremos y no se establecieran controles de alimentos y agua que consume la población, tal vez, podrían morir 2.000 personas, al recibir dosis de radiación mayores de 500 rems.

Desde luego, existe un programa de



La planta nucleoelectrica de Laguna Verde se encuentra cerca del poblado Alto Lucero, en la laguna del mismo nombre, en el estado de Veracruz, México.

seguridad física que impedirá cualquier acto de sabotaje; hay un plan de emergencia para proteger a la población y consecuentemente el único peligro a la seguridad de la planta NO proviene de dentro, sino de las amenazas ecoterroristas.

¿Es Laguna Verde perjudicial a la ecología?

Las centrales nucleares no tienen las enormes descargas de gases que tienen las termoeléctricas y para construir las no se requiere modificar la ecología, como en el caso de las hidroeléctricas. Más aún, una planta carbocarbónica puede descargar más radioactividad que una planta nuclear, por las grandes cantidades de bióxido de carbono y cenizas que emite, los cuales contienen isótopos radioactivos que existen en la naturaleza.

Las centrales nucleares tienen plantas de tratamiento de efluentes y las concentraciones de elementos radioactivos están estrictamente controladas por normas internacionales.

Desde hace seis años, un grupo de

ingeniería ambiental trabaja en Laguna Verde tomando muestras de pastos, leche, peces, etc., para determinar el contenido de radioactividad natural y vigilar que durante la operación de la planta, ésta no se incremente.

¿Es Laguna Verde una planta "obsoleta"?

En los Estados Unidos hay actualmente 30 plantas nucleares con reactores de agua en ebullición (BWR), diseñados y construidos por General Electric. De estas plantas se pueden distinguir 6 modelos, Laguna Verde es el tipo BWR 5-Mark II. Esto es, que en los Estados Unidos sólo hay tres plantas modelo BER 6-Mark III, más modernas que Laguna Verde, y hay cinco plantas iguales a Laguna Verde y 22 plantas más "obsoletas".

¿Ya se sabe qué hacer con los desechos radioactivos?

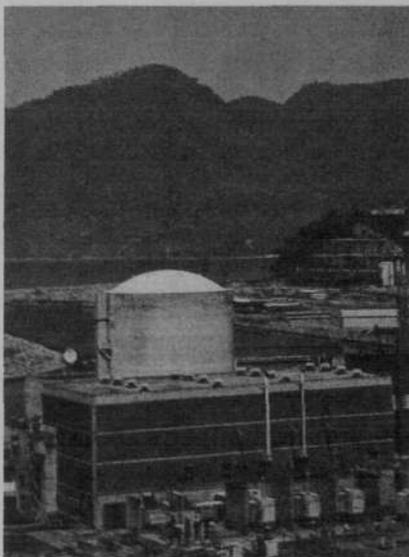
En el caso de los desechos radioactivos que se generarán día a día en la operación normal de la planta, el problema está totalmente resuelto. Estos

se procesarán dentro de la misma planta y permanecerán ahí por 10 años, para luego enviarlos a un depósito de bajo nivel como el que funciona desde hace años en Maquizco, Hidalgo.

Para los desechos de alto nivel, que son los que contienen el combustible nuclear "quemado" se tienen tres alternativas, pero la CFE no ha decidido aún cuál tomar, dado que cuenta con diez años para tomar la decisión.

¿Realmente es necesaria la energía eléctrica que producirá Laguna Verde?

El documento "Balance nacional de energía 1982-1984", editado por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, contiene una cifra que muestra la estructura del consumo final por tipo energético en 1984. En esta gráfica se observa que el 7,2 por ciento de la energía total que consume México es eléctrica; en tanto que el 9,4 por ciento es en forma ¡de leña! Para conservar realmente los recursos ecológicos del país, se requieren altas tecnologías en la generación de energía y en la agricultura.



EL ARZOBISPO DE MEXICO APOYA LA NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE

El arzobispo primado de México, cardenal Ernesto Corripio Ahumada, dijo, a mediados del pasado julio, que la decisión de poner en funcionamiento la planta nuclear de Laguna Verde corresponde al gobierno de la República, pero que la Iglesia Católica mexicana apoya el progreso de México. El cardenal Corripio Ahumada dijo lo anterior tras bendecir la capilla del poblado en el que viven los técnicos y trabajadores que operarán permanentemente la primera nucleoelectrónica del país. El cardenal Corripio Ahumada bendijo la capilla por petición del secretario general del Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM), Leonardo Rodríguez Alcaine.

MEXICO NECESITA 57 NUCLEOELECTRICAS

La Comisión Federal de Electricidad realizó un estudio sobre las alternativas que existen para que México cubra sus necesidades energéticas en los próximos 23 años, concluyendo que entre 1991 y 2010 se deben construir 57 centrales nucleoelectricas como la de Laguna Verde, que está a punto de inaugurarse.

SIN ENERGIA NUCLEAR NINGUNA NACION TENDRA FUTURO

"Sin energía nuclear, ninguna nación tendrá futuro. No tenemos los hombres del presente el derecho de defraudar la grandeza y la soberanía de las generaciones futuras", escribió el ministro del Ejército de Brasil, general Leónidas Pires Gonçalves, en el editorial del *Noticiero del Ejército*, del 31 de julio. En el editorial, el general Pires Gonçalves también denuncia a los ecologistas y a los pacifistas, atacando la actuación "equivocada y nociva de los alarmistas, imprudentes y visionarios, que son la cresta de la ola de esta marea pacifista soplada por confusos vientos internacionales".

PERU: IRRADIACION PARA CONSERVAR ALIMENTOS

Dentro de poco, Perú contará con su primera planta para conservar alimentos por medio de irradiación ionizante, informó el 15 de julio el director de Proyectos Nucleares de la Marina de Guerra, Cristóbal Miletich. La planta, cuyo costo será de dos a tres millones de dólares, tendrá una capacidad de almacenaje de 30.000 toneladas anuales. El sistema de conservación que se utilizará será el de rayos gamma, producidos por cargas de cobalto.

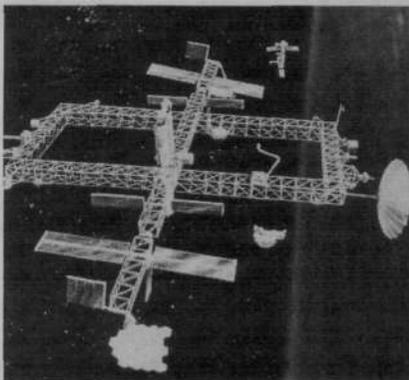
El proyecto está a cargo de la comisión nacional "Pico-Onda", de la que Miletich es miembro.

COLOMBIA TENDRA UN NUEVO REACTOR NUCLEAR

El diario bogotano *El Espectador* dijo el 4 de agosto, en su primera plana, que "Un nuevo reactor atómico será adquirido por el Instituto de Asuntos Nucleares para la fabricación de material radioactivo destinado a la medicina nuclear". El diario informó que el reactor será construido por Canadá, a un costo de 10 millones de dólares, y que sustituirá al actual, que tiene ya 22 años de funcionamiento. La construcción del nuevo reactor durará 30 meses.

CONFERENCIA SOBRE LA COLONIZACION DE MARTE

Del 23 al 26 de julio se realizó en Boulder, Colorado, la tercera conferencia anual En Pro de Marte, a la que asistieron trescientos científicos para examinar, desde el punto de vista científico, los requisitos de una expedición tripulada a Marte.



En su discurso inaugural, el presidente de la conferencia, Tom Paine, dijo que la principal razón de por qué el hombre debe ir a Marte "es la perspectiva de que las capacidades de la humanidad crezcan sin límite y se abran campos infinitos que eliminen los límites maltusianos a las aspiraciones humanas."

LA URSS EMPLAZA NUEVO PROYECTIL NUCLEAR

Se cree que la Unión Soviética ya empezó a emplazar el primer proyectil intercontinental (ICBM) del mundo que puede ser lanzado desde vagones de ferrocarril, informó el 8 de agosto el *Washington Post*. El proyectil —SSX24— puede llevar hasta 10 ojivas nucleares con objetivos independientes, y tiene un alcance de 6.200 millas, lo cual pone a su alcance, vía trayectorias polares, la mayoría de los blancos militares estadounidenses. El día anterior, la Casa Blanca había confirmado el emplazamiento del proyectil soviético, que según las fuentes del *Washington Post* complica las posibilidades de verificar el acatamiento soviético de los tratados de limitación de armamento.

ALFONSIN DESTRUYE LA INDUSTRIA NUCLEAR ARGENTINA

La industria nuclear argentina, que es la única capaz en Iberoamérica de realizar el ciclo nuclear completo, está a punto de ser destruida por el gobierno radical del presidente Raúl Alfonsín. Según denunció el director de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Alberto Constantini, en una entrevista con la revista bonaerense *Somos* (en la segunda quincena de mayo), la CNEA, que recibía 2.000 millones de dólares anuales, sólo recibió 1.200 en 1983; 1.300 en 1984, y en 1985 y 1986 sólo recibió 800 millones. Este año, el presupuesto de la CNEA se aumentó, pero en australes. Aun así, de los 1.400 millones de australes asignados, hasta la fecha sólo le han entregado 80 millones.

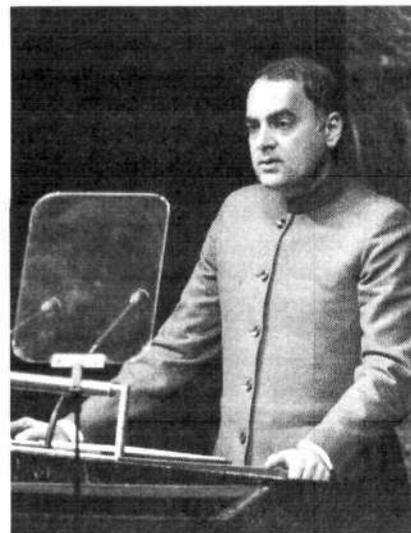
INDIA TRABAJA EN LOS SUPERCONDUCTORES

El 2 de junio, el gobierno de India anunció la creación de una comisión de alto nivel, dirigida por el propio primer ministro Rajiv Gandhi, para supervisar las investigaciones que varias instituciones del país realizan en el campo de la superconductividad. La investigación básica en superconductividad se hace en el Instituto Indio de Ciencia, el Instituto Tata de Investigación Fundamental, el Centro Bhabha de Investigación Atómica, el Laboratorio Nacional de Física, el Centro Indira Gandhi de Investigación Atómica y el Instituto Indio de Tecnología.

SE PUBLICA NUEVO NUMERO DE BENENGELI

Acaba de publicarse el número correspondiente al primer trimestre de 1987 de *Benengeli*, la revista que edita la Academia de los Comités Laborales Iberoamericanos. El número está dedicado al tema del Quinto Centenario del Descubrimiento y de la Primera Evangelización de América. *Benengeli* señala, contra los diversos mitos oligarcas que circulan, que el verdadero origen del Descubrimiento del Nuevo Mundo fue el Concilio de Florencia (1439), y que constituyó "el gran proyecto científico del Renacimiento".

Benengeli publica otros trabajos, entre ellos, "Vasco de Quiroga: la Ciudad de Dios en el Nuevo Mundo"; "La sanguinaria cultura azteca", y "Las catedrales góticas", donde se demuestra que la Catedral de Chartres se construyó arquitectónicamente como si fuese un instrumento musical, y que sus elementos estructurales y ornamentales son semejantes a los intervalos musicales del sistema "natural" o diatónico.



Los criterios básicos de la movilización científica contra el sida

por Jonathan Tennenbaum

En la constante lucha de la humanidad contra las enfermedades infecciosas peligrosas, la victoria siempre ha dependido de dos elementos esenciales:

1. Medidas sanitarias que frenen o detengan la propagación de la infección, entre ellas: identificar y aislar a las personas contagiadas; eliminar los vectores (insectos, agua contaminada, etc); mejorar la nutrición, el saneamiento, la higiene y la atención médica a la población.

2. Investigaciones científicas que produzcan tratamientos eficaces, vacunas, desinfectantes y procedimientos sanitarios contra los agentes microbianos de la enfermedad.

En la historia, ninguna nueva epidemia se ha detenido con una cura o una vacuna. El síndrome de inmunodeficiencia adquirida —el sida— no es excepción a esta regla histórica. Aun en el supuesto más optimista, de que se encuentre alguna cura "milagrosa" en los próximos cinco años, el que no se apliquen *ahora mismo* medidas sanitarias eficaces significa que el sida se propague sin freno, que infecte y mate a millones de personas *antes* de que la cura (hipotética) pueda probarse y aplicarse. Pero, al mismo tiempo, hay que tratar de salvar de una muerte horrible a los millones de personas ya contagiadas, y hay que eliminar al propio virus del sida de la faz de la Tierra mediante tratamientos y vacunas eficaces.

El presente artículo se dedica a exponer los criterios fundamentales de la movilización científica contra el sida. Primero, revisaremos en forma breve la situación actual de la investigación sobre esta enfermedad y señalaremos varios renglones decisivos donde se deben introducir métodos nuevos y más poderosos. Enseguida, expondremos una idea general del área decisiva de la biofísica óptica (también llamada espectroscopía alineal), que da esperanzas de revolucionar no sólo la investigación del sida, sino buena parte de la biología y la medicina. Para terminar, examinaremos

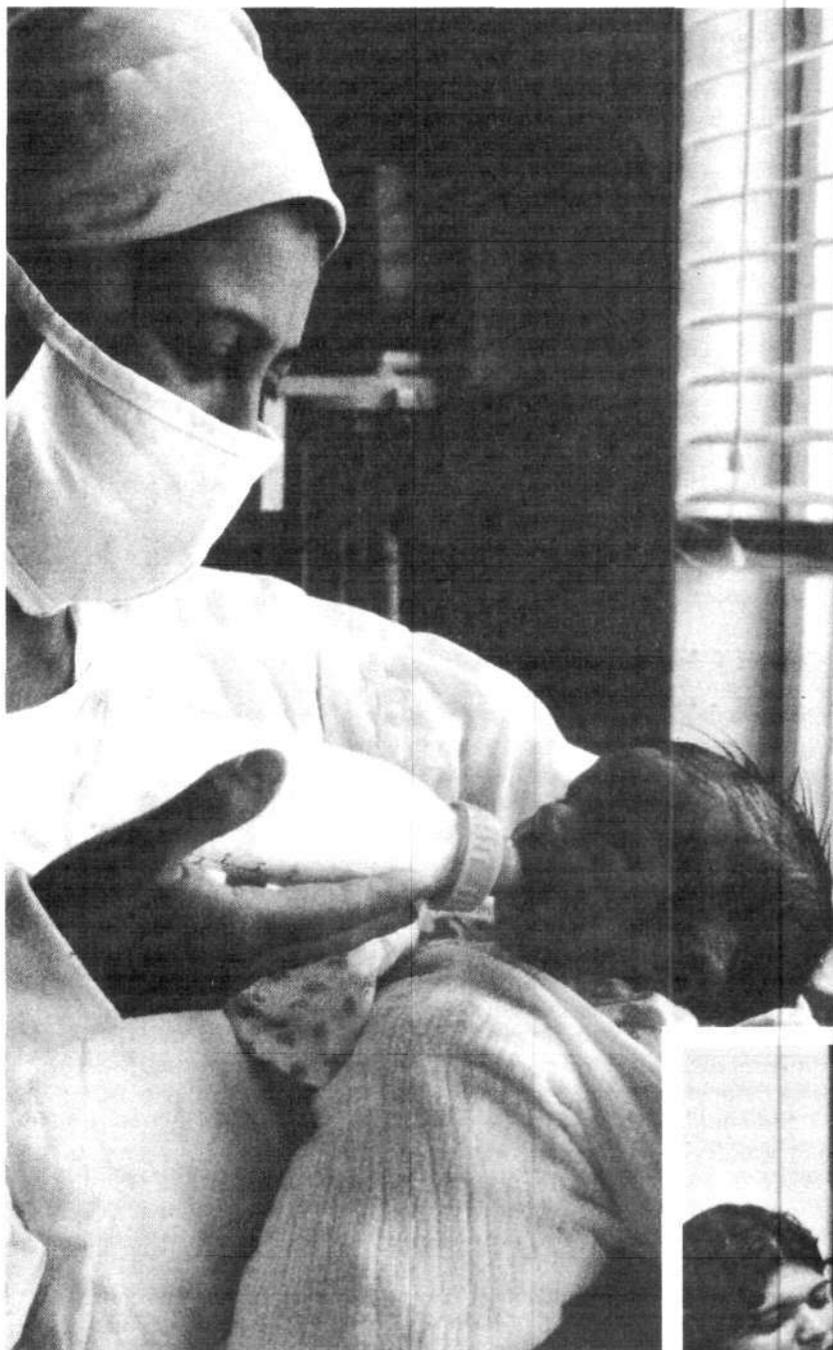
cómo hay que organizar el programa intensivo de investigación científica.

La situación actual

En el informe *Confronting AIDS*, publicado en octubre de 1986 por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, el comité de autores, que representa a lo más granado de la investigación médica del país, llegó a las siguientes conclusiones:

"En el breve lapso transcurrido desde que se describió por primera vez al HIV [virus de la inmunodeficiencia humana] y se determinó inequívocamente que es la causa del sida, se ha aprendido una enormidad sobre la estructura genética y la transmisión del virus. No obstante, se sabe mucho menos sobre cómo inicia la infección, cómo la mantiene y qué determina la evolución y la diversidad de la enfermedad resultante. . . . Lo que hemos logrado averiguar, por impresionante que sea, es apenas el comienzo de lo que parece ser un camino largo y difícil para lograr la terapéutica que efectivamente reduzca al mínimo o elimine los efectos debilitantes de la infección del HIV, y para contener, por medio de vacunas seguras y eficaces, la propagación del virus. . . .

"Los agentes virales infecciosos siguen siendo una gran amenaza a la salud humana, tanto en los Estados Unidos como en el resto del mundo. Es por eso que en los años recientes se han dedicado grandes esfuerzos a crear nuevos agentes antivirales para el tratamiento de infecciones virales agudas. Sin embargo, aun cuando tenemos en la actualidad muchos ejemplos de infecciones bacterianas a las que se ha vencido por medios quimioterapéuticos, hay apenas un puñado de ejemplos de drogas eficaces en el tratamiento de enfermedades virales. Gran parte de las dificultades que se presentan al tratar infecciones virales es



Enfermedades nuevas, como el sida, presentan un reto para la humanidad. La victoria sobre ellas siempre ha dependido de dos elementos esenciales: medidas de salud pública e investigación científica. Aun cuando resulta tan obvio que eso es lo que se tiene que hacer, las autoridades de salud de todos los países iberoamericanos se niegan a implementarlas, con el argumento de que "no hay dinero" para hacerlo. De hecho, según reconoce hasta la Organización Panamericana de la Salud, en los últimos cinco años los servicios sanitarios de la región se han encogido gravemente a resultas de la política de austeridad que se ha impuesto en casi todos los países iberoamericanos.

SIDA

consecuencia de la naturaleza de los virus en tanto patógenos intracelulares, esto es, que se reproducen en las células del organismo huésped. Debido a que, para reproducirse, los virus utilizan muchos de los procesos de síntesis del huésped, es difícil inhibir su reproducción de manera específica sin afectar severamente también las actividades metabólicas y la salud del huésped.

"En tanto es un virus que parece causar una infección que persiste toda la vida, el HIV se debe considerar entre los virus para los que puede ser de lo más difícil encontrar tratamiento venturoso. Más aún, en tanto parte de la familia de los retrovirus, el HIV representa un tipo de patógeno viral cuya terapia nunca se ha intentado en humanos. Debido a que perfeccionar medicamentos para tratar la infección del HIV y el sida representa una tarea tan novedosa y difícil, es imposible en estos momentos predecir el buen éxito definitivo. . .

"Elaborar una vacuna eficaz para evitar la infección del HIV debe ser una meta de primer rango en cualquier programa dirigido a parar la difusión de la epidemia del sida. No obstante, es también lo más difícil de lograr. La inmunización activa ha resultado un medio sumamente eficaz para reducir o eliminar la morbilidad y la mortalidad excepcionales que le infligen a las poblaciones humanas muchos tipos de virus, pero nunca se ha intentado seriamente, y mucho menos logrado, producir una vacuna eficaz contra un retrovirus humano. De manera parecida, la experiencia de la producción de vacunas contra retrovirus de otros animales ha sido más bien limitada y, a menudo, desalentadora. . . Desde el punto de vista biológico, la diversidad genómica que caracteriza al HIV, y la persistencia de su infección, pueden oponer serios obstáculos para lograr inmunidad de amplia eficacia. También estorba para elaborar una vacuna lo poco que se entiende en la actualidad la respuesta inmunológica a la infección del HIV, su aparente impotencia para eliminar la carga viral y de qué manera pudiera fortalecerse esa respuesta mediante inmunización protectora. De remontarse los obstáculos biológicos y científicos. . . la escasez de chimpancés para probar la seguridad y eficacia de posibles vacunas puede arriesgar o retrasar la evaluación preclínica suficiente. La iniciación de pruebas en poblaciones humanas impondrá asimismo serias consideraciones éticas y prácticas, que afectarán sin duda la evaluación clínica de una vacuna contra el HIV. . .

"[En conclusión,] una vacuna eficaz puede ser muy difícil, si no imposible, de producir. Si se llega a contar con una posible vacuna eficaz, hay consideraciones sociales significativas que quizá limiten o impidan su experimentación y empleo. Por tanto, no sería razonable esperar que se cuente con una vacuna en menos de cinco años. Aun en los cinco o diez años venideros, el comité considera muy reducida la probabilidad de que se cuente con una vacuna autorizada."

Esta circunspecta evaluación del panorama de la investigación del sida debiera servirles de lección a los políticos y

funcionarios de salud pública que cifran sus esperanzas en que de algún laboratorio salga de pronto una cura milagrosa y les permita eludir el desagradable problema de instituir medidas sanitarias contra el sida. ¡No, no será fácil deshacerse del problema! El informe de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos propone dedicar recursos abundantes a la lucha contra el sida, que ascenderían año con año hasta llegar, en 1990, a 1.000 millones de dólares para investigación y 1.000 millones para medidas sanitarias. Esas cantidades, sin embargo, son apenas una fracción minúscula de 10.000 millones que se calcula le costará a los Estados Unidos atender a los pacientes de sida sólo en ese año, 1990.

Debilidades metodológicas

Como lo admite la academia en su informe, *quizá no sea posible en absoluto dar solución científica al problema del sida con los métodos de virología e ingeniería genética que se conocen en la actualidad*. Por fortuna, hay a nuestro alcance armas científicas más poderosas. Antes de examinar esos métodos, toquemos brevemente las limitaciones de la investigación presente en relación con el sida.

Buena parte de quienes se dedican a investigar el sida trabajaron antes en la investigación del cáncer, en particular los virus que inducen cáncer. Dominan el campo unos cuantos conceptos y técnicas comunes de virología e ingeniería genética, que podemos ilustrar como sigue.

i. Los virus se crían en cultivos celulares *in vitro*. Por desgracia, en la mayoría de los casos las células humanas que se emplean para cultivar el HIV reciben dosis artificiales de nutrientes y estimulantes para inducirlos a crecer y reproducir el virus fuera del cuerpo humano. Los resultados de esos estudios *in vitro* guardan distancia considerable de los sucesos reales que se producen en el organismo de los pacientes.

ii. Se utilizan métodos de ingeniería genética para "descifrar" el material genético de los virus, comparar uno con otro y aun unir trozos de diferentes virus en uno nuevo. Se ha determinado ya —y guardado en computadoras— la secuencia genética completa del HIV, formada de unos 9.600 nucleótidos. Se puede comparar variantes del HIV por los métodos de restricción enzimática e hibridización (aparte de fijar sus secuencias genéticas, que es más tedioso), para determinar qué partes de sus genomas son semejantes y cuáles presentan variación sustancial. Además, los investigadores infectan cultivos celulares con virus artificiales obtenidos del HIV cortándole varias partes del material genético, a fin de determinar cuál pueda ser la función de secciones virales dadas en la reproducción y patogénesis del virus.

Pero este modo de abordar la cuestión puede no dar resultados, dado que en la realidad el cifrado genético de las funciones biológicas funciona según un principio *holográfico*, y no según la norma de correspondencia biunívoca que suponen la mayoría de los biólogos moleculares

SIDA

contemporáneos. Así, por ejemplo, los virólogos han descubierto que, en los virus del resfriado común, las características a las que se deben los bien conocidos síntomas no se concentran en ninguno de los genes del virus; en lugar de eso, los estornudos y el dolor de cabeza se deben a lo que los virólogos consideran un complejo de genes que interactúan, distribuidos por todo el material genético del virus. Los biólogos moleculares no han comprendido todavía la significación del carácter holográfico del código genético.

iii. Se pueden emplear métodos de ingeniería genética para sintetizar proteínas específicas codificadas por determinadas partes del genoma del virus (digamos, la envoltura proteica). Se espera que esas técnicas conduzcan a una forma de vacunación en que se empleen proteínas antigénicas, producidas artificialmente, para estimular la creación de anticuerpos eficaces contra el HIV. La tremenda variabilidad del HIV puede tornar ineficaces estos esfuerzos.

iv. Se emplean microscopios electrónicos para determinar la morfología del virus y del tejido infectado por el virus. Por desgracia, para poder colocarlas en el microscopio electrónico, primero hay que matar a las células, y luego rebanarlas con gran finura y recubrirlas con metales. Por consecuencia, nadie ha visto a un virus reproducirse de verdad en una célula viviente.

v. Se utilizan sustancias radiactivas o fluorescentes para marcar determinadas proteínas o secciones del ácido desoxirribonucleico (ADN). Así, por ejemplo, se utilizan anticuerpos fluorescentes artificiales para identificar las células atacadas por el HIV. Con técnicas como éstas, el profesor Chermann, del Instituto Pasteur, pudo demostrar que insectos capturados en África Central tenían en los tejidos la secuencia genética del HIV. Los mejores medios de que se dispone para localizar la infección en seres humanos se basan en técnicas semejantes. Por desgracia, la enorme variabilidad del virus puede eliminar muchas de las ventajas de identificarlo por medio de la secuencia del ADN, así como de otros análisis similares. Entre más preciso es el análisis genético, menos capaz será de identificar la multitud de formas mutantes del virus. Quizá necesitemos un análisis separado para cada variante.

vi. La serología tradicional emplea una técnica, que se llama electroforesis, para separar los varios componentes proteicos del suero de un individuo. De este modo se puede estar seguro de la presencia, por ejemplo, de un determinado grupo de anticuerpos, característico de la respuesta inmunológica a determinado virus. Estos métodos carecen con frecuencia, por desgracia, de la precisión necesaria para la investigación básica. Lo que muestran es una huella indirecta de la infección viral. En los análisis del sida, los métodos serológicos tienen la desventaja de que pueden dejar pasar casos de personas recién infectadas y que no despliegan aún una respuesta inmunológica significativa.

En su conjunto, los métodos descritos permiten a los investigadores acumular gran cantidad de detalles de cómo

es y cómo varía el HIV, qué proteínas intervienen en su hechura y reproducción, cuáles son las llamadas moléculas receptoras a las que se pega el virus para ser absorbido en la célula. Quizá los mismos métodos permitan producir en gran escala sustancias terapéuticas y vacunas, una vez que se descubran.

Sin embargo, todas las técnicas actuales de la biología molecular padecen una limitación sistemática: concentran la atención en las estructuras de cada biomolécula, pero son incapaces de medir o describir *el proceso mismo de la vida* en el que esas moléculas desempeñan el papel de

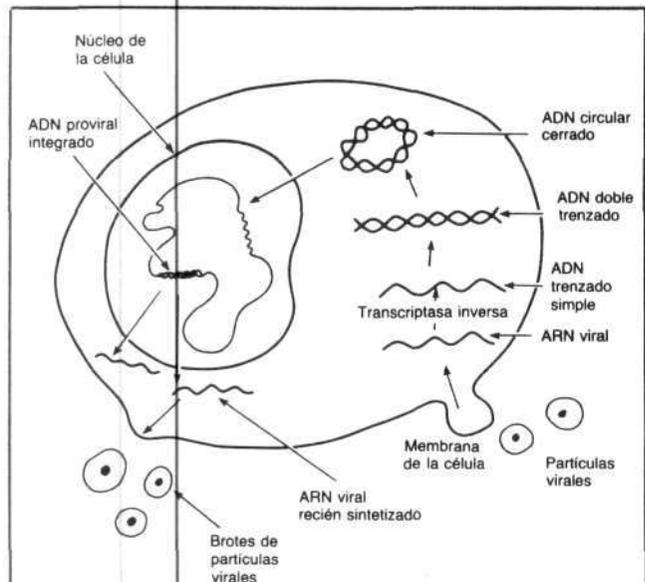


Figura 1

CICLO REPRODUCTOR DE UN RETROVIRUS

Los retrovirus forman un puente entre los virus del ácido ribonucleico (ARN) y los virus del ácido desoxirribonucleico (ADN). Fuera de la célula huésped, los retrovirus existen como partículas que tienen como material genético el ARN. Dentro de la célula, el virus existe como una secuencia proviral de ADN dentro del material genético del núcleo de la célula, o como ADN circular libre dentro del núcleo de la célula. Los animales normales sanos son portadores de genes llamados virogenes, que son capaces de producir virus de ARN como los retrovirus, y esos virogenes pueden infectar a otras células. Cuando el retrovirus producido por un virogene infecta otra célula, el material genético que inserta se llama provirus. Así que las células normales no infectadas pueden producir nuevos virus y las células infectadas pueden pasar sus genes virales adquiridos a las siguientes generaciones de células, que serán las que muestren esos virus heredados, en circunstancias propicias.

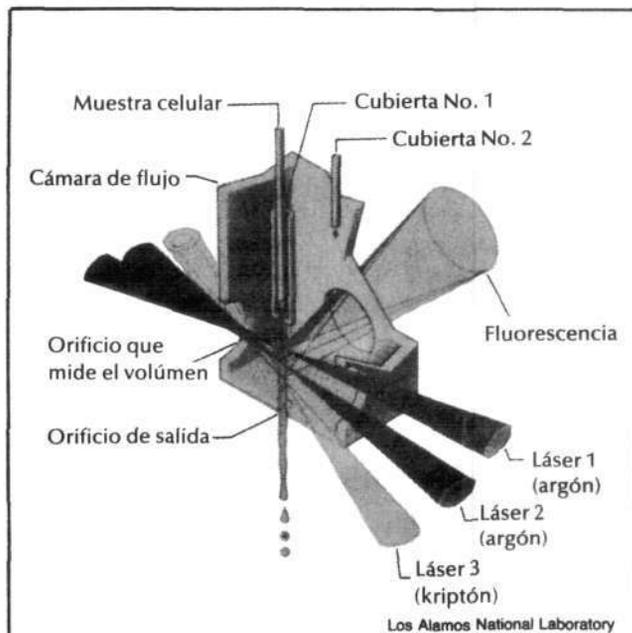


Figura 2
CITÓMETRO DE FLUJO MULTILÁSER

Corte del instrumento con tres láseres que usa el Laboratorio Nacional de Los Alamos, Estados Unidos, para excitar una muestra biológica y poder leer sus señales de identificación. Al entrar a la cámara, las células se tiñen con tinta fluorescente y se suspenden en una solución salina normal en la que inciden un rayo láser de kriptón y dos rayos láser de argón. La fluorescencia que emiten las células se miden con sensores capaces de detectar luz en una, dos o tres longitudes de onda, dependiendo de varias combinaciones de filtros que se hayan escogido.

singularidades. En el mejor de los casos, el biólogo molecular es como un paleontólogo que trata de deducir los hábitos de un dinosaurio a partir de unos fragmentos de hueso. Al paleontólogo no le queda más alternativa, dado que los animales en cuestión murieron hace mucho; si tuviera a su disposición un dinosaurio vivo, difícilmente se le ocurriría matarlo y descoyuntarlo para estudiar cada hueso por separado, como hace el biólogo molecular. Conocer la secuencia genética del ADN nos dice apenas algo acerca del esqueleto de un proceso biológico y muy poco acerca de su realidad viviente.

Dicha limitación sistemática se refleja en la extrema estrechez con que se aborda por lo general en la investigación actual la cuestión del ADN. Con frecuencia se olvidan las implicaciones del hecho elemental de que los virus sólo se

pueden reproducir en células vivas, y los investigadores ponen toda su atención en la mecánica de la partícula viral per sé y no en los procesos de la vida sin los cuales los virus no pudieran existir.

El problema se refleja en la terminología misma de la virología y la biología molecular, como lo ilustran los términos transcriptasa inversa, transposones, etc. Estos términos le atribuyen a objetos muertos —moléculas o fragmentos de moléculas— cualidades de acción que sólo existen en las condiciones de las células vivientes, en las que el objeto molecular en cuestión representa sólo un elemento más. Así, la transcriptasa inversa no existe realmente, salvo en tanto ilusión lingüística. Es el proceso viviente el que organiza a las moléculas, no al revés. Volveremos a este punto al final del artículo.

Las limitaciones de un punto de vista puramente biológico molecular en la investigación médica básica se revelan con claridad en el caso del cáncer. Pese al progreso espectacular de la biología molecular y la ingeniería genética en los últimos treinta años, no es mucho lo que han mejorado en el mismo lapso las esperanzas de sobrevivir de la generalidad de las personas a las que se les diagnostica cáncer.

Todas las cuestiones relativas a la dinámica subyacente de la infección del HIV siguen sin respuesta y, en buena parte, resultan insolubles con los métodos presentes de la virología. ¿Cómo penetra el virus en la célula? ¿Cómo llega el material genético del virus al núcleo de la célula y exactamente qué ocurre ahí? ¿Qué procesos determinan que el material permanezca latente en el núcleo durante un periodo dado o que se active para participar en la producción de nuevas partículas virales? ¿Qué causa los efectos citopáticos que acompañan a la infección del HIV? ¿Cuál es la relación entre la infección viral y las varias formas de la enfermedad? ¿Cómo se coordinan unos con otros los procesos de síntesis de componentes virales que tienen lugar en lugares diferentes de la célula y cómo se organiza el ensamblaje final de la partícula viral? ¿Cómo interactúa la reproducción del virus con el aparato de inmunidad del huésped, de la infección inicial a las desastrosas fases finales del sida?

Todas estas cuestiones decisivas obligan al científico astuto a volver la atención al viejo asunto central de la biología: la organización de la célula viviente y, en particular, su actividad característica, la división celular o mitosis.

La biofísica óptica: inicio de una revolución

A lo largo de la historia, los progresos de la medicina y la biología siempre han ido de la mano con los grandes progresos de la física y la tecnología.

Los avances del siglo 17 en la óptica llevaron a la invención del microscopio de luz y a las primeras investigaciones de la vida microbiana, que realizaron Leeuwenhoek y Hooke. El aprovechamiento en amplia escala de la electricidad y el magnetismo en los siglos 18 y 19 comenzó, en gran medida, merced a los descubrimientos de Galvani y Volta

SIDA

sobre las propiedades eléctricas del tejido vivo. Lo cual condujo a su vez a técnicas modernas como la *electrorradiografía* y *electroencefalografía*.

Los revolucionarios descubrimientos de Louis Pasteur en microbiología y medicina empezaron con su descubrimiento de la acción óptica asimétrica de sustancias producidas por células vivas. Pasteur inició su obra como físico, en lo que era a la sazón el campo más avanzado de la física: la cristalografía y la teoría ondulatoria de la luz. Röntgen aplicó de inmediato al diagnóstico médico su descubrimiento, los rayos x, y asombró a los médicos con las primeras imágenes de huesos rotos en pacientes vivos. Los primeros pasos de la mecánica ondulatoria y la emisión de rayos de partículas, allá en los veintes y treintas, le dieron a la bioquímica la poderosa herramienta de la *espectroscopía de masa* y condujeron a la invención del *microscopio electrónico* y a las primeras fotografías de partículas virales.

Con la rápida expansión de la tecnología del radar y la física nuclear durante la Segunda Guerra Mundial, se obtuvieron las técnicas de *marcado con isótopos radiactivos* y *espectroscopía por resonancia magnética nuclear*. Juntas, las técnicas de difracción de rayos x, microscopía electrónica, espectroscopía de masa y marcado radiactivo, auxiliadas con las *ultracentrífugas* perfeccionadas durante el Programa Manhattan, echaron las bases del tremendo desarrollo de la biología molecular en la posguerra.

Ahora, merced al progreso de los *láseres* y otras fuentes de radiación coherente del espectro electromagnético entero, desde las radiofrecuencias hasta los rayos x suaves (*láseres de rayos x*), *nos encontramos a las puertas de una nueva era en la historia de la biología y la medicina*. Empezamos a contar con nuevas herramientas, mucho más potentes que las que se han aplicado hasta ahora en biología molecular e ingeniería genética. Estas herramientas, en combinación con una nueva ofensiva científica para desentrañar los procesos básicos de la célula viva, como la mitosis, constituyen las armas más poderosas de la humanidad en la batalla contra el sida.

Antes de examinar en detalle la tecnología y los métodos de la biofísica óptica, indiquemos brevemente, en lenguaje simplísimo, cómo pudieren descubrirse tratamientos eficaces del sida por estos métodos.

Dicho del modo más sencillo, el principio es el siguiente. Los procesos vivientes se organizan en torno a ciertas series de *frecuencias características*, análogas a los espectros de los átomos y moléculas. El espectro celular se manifiesta, dicho en términos generales, en interacciones alineales resonantes con frecuencias específicas de la radiación electromagnética, así como en emisiones de las propias células vivas. Algunas de estas frecuencias permanecen relativamente constantes para un determinado tipo de célula y tejido, mientras que otras cambian durante la vida de la célula. Ciertos modos particulares de los procesos celulares, incluyendo los modos patológicos (enfermedades), van ligados a rasgos espectrales particulares, como la presencia

de "picos" en la gama de frecuencias. El proceso decisivo que requiere de las más detalladas investigaciones espectroscópicas es la *mitosis*.

Si se considera que la reproducción viral tiene lugar como parte de los procesos de la mitosis o en ligazón con ellos, se plantea la cuestión de qué rasgos espectrales particulares corresponden a los procesos de la reproducción viral en una célula infectada. Lo que se ha investigado deja poca duda de que dichos rasgos espectrales característicos existen y, en principio, pueden detectarse con el instrumental adecuado.

Una vez que localicemos los "picos" que caracterizan al sida en el espectro de la mitosis celular en su totalidad, buscaremos la manera de interferir selectivamente los procesos patológicos del sida, con medios semejantes a los que se emplean en el aspecto electrónico de la guerra moderna. El método más directo de hacerlo lo sugieren investigaciones recientes sobre los mecanismos de acción de varias drogas. Esos trabajos revelan que, en muchos casos, las drogas actúan por medio de su *actividad óptica* y no, en lo principal, por propiedades químicas, como la afinidad para formar compuestos. Por actividad óptica se entienden los cambios de intensidad, dirección, polarización y frecuencia que produce un elemento físico cualquiera al absorber y reemitir radiación electromagnética.

La segunda fase del programa, por tanto, es la *ingeniería espectroscópica*: crear una molécula cuya actividad óptica encaje con exactitud en el proceso del sida de manera tal que la presencia de esa sustancia interfiera selectivamente la enfermedad, pero no las funciones normales del tejido. Además, se puede emplear la actividad óptica de determinadas sustancias para restaurar las funciones normales, reforzando las frecuencias en torno a las cuales se organizan dichas funciones.

Con esta descripción a brochazos sólo intento indicar la orientación general del proyecto. La noción de sintonía de los procesos biológicos es la entrada más fácil a un campo de investigación sumamente complejo, que revisaremos con más detalle en el curso de este trabajo.

En principio, el instrumental que se necesita para ambas fases del programa que proponemos ya existe o su perfeccionamiento está ya muy avanzado. En el apartado siguiente de este trabajo examinaremos la tecnología principal. Aunque el principio básico es muy sencillo, la creación real de drogas eficaces contra el sida por medios espectroscópicos requerirá una colosal movilización científica. Se trata de un esfuerzo comparable al del programa Apolo, que llevó al hombre a la Luna. Tenemos que examinar y diagramar toda la espectroscopía de las formas normal y patológica de mitosis, el proceso más complejo que se haya sometido jamás a investigación física detallada. Perfeccionar computadoras capaces de organizar a gran velocidad el volumen de datos espectroscópicos que se requiere, es en sí misma una de las grandes tareas del programa.

Si bien el costo total del programa puede llegar a las

SIDA

decenas de miles de millones de dólares, el resultado será una revolución: una vez que se logre el diseño espectroscópico de una droga eficaz contra el sida, el principio quedará probado, y el mismo método permitirá a la ciencia vencer a cualquier otro virus que aflija a la especie humana.

Los instrumentos de la biofísica óptica

Los ejemplos que siguen ilustran algunos de los rasgos principales de la tecnología de biofísica óptica, que promete revolucionar buena parte de la biología y la medicina en los 25 años venideros. Todos estos instrumentos miden *características de emisión, absorción y transformación de radiación electromagnética por organismos vivos*. Luego de examinar algo del trabajo más avanzado que se hace en el mundo en este renglón, explicaremos cómo dan la clave para responder con exactitud las preguntas sobre el sida que la biología molecular de nuestros días es incapaz de responder.

1. La espectroscopía con láseres y la sintonía del tejido vivo.

Varios cuidadosos experimentos que se llevaron a cabo en los sesentas y setentas demostraron que la aplicación de microondas de baja intensidad y ciertas frecuencias específicas puede tener efectos espectaculares en el ritmo de crecimiento y la velocidad de síntesis de varios productos metabólicos en el tejido vivo. Dichos efectos se obtuvieron a intensidades muy por debajo de las que producen algún aumento observable de la temperatura; en ciertas longitudes de onda, hubo marcadísimas muestras de resonancia.

Ello confirmó la idea de que los procesos de las células vivas están sintonizados de manera tal que cantidades minúsculas de energía, si se suministran a la frecuencia adecuada, pueden alterar muchísimo las funciones celulares. Por desgracia, la tremenda variabilidad de los procesos vivientes y su sensibilidad a incontables influencias externas hicieron estos efectos sumamente difíciles de reproducir. Una de las dificultades intrínsecas descansa en que los procesos vivientes evolucionan de manera irreversible. El cultivo celular de hoy recuerda, por decirlo así, lo que los experimentadores le hicieron ayer.

No obstante, con el perfeccionamiento de la *espectroscopía por el efecto de Raman* disponemos ahora de una herramienta con la cual estudiar, en su completa subordinación al tiempo, las oscilaciones celulares internas de alta frecuencia. Consiste el efecto de Raman en que un rayo láser incidente intercambia energía con vibraciones moleculares y ondas de excitación coherente en el material que se analiza, lo cual produce altibajos en la frecuencia de la luz que se dispersa. Hace muy poco, un grupo de investigadores chinos pudo reproducir los resultados tanto *positivos* como *negativos* de estudios anteriores de la sintonía celular mediante el efecto de Raman, y demostraron que los efectos biológicos de los débiles campos magnéticos *del propio equipo de medición* fueron la causa de las discrepancias en los resultados.

Los efectos más espectaculares de las microondas, de

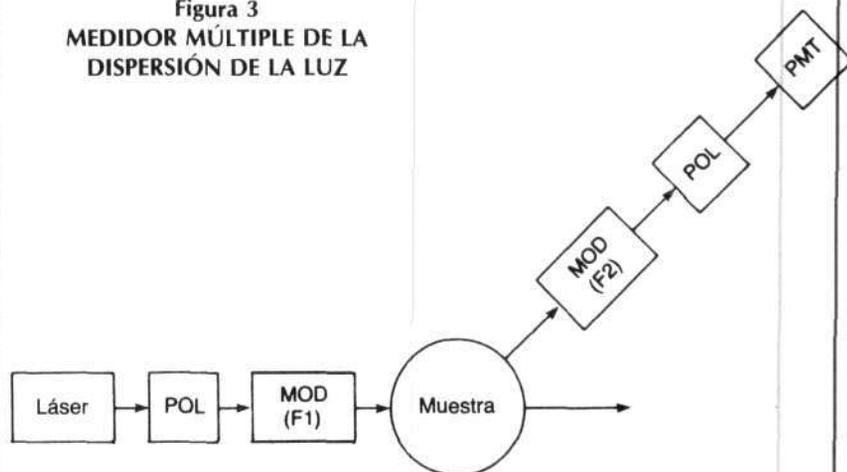
que se tenga noticia, los obtuvo el ingeniero italiano de radares A. Priore, que trabajó en Burdeos, Francia, desde los cincuentas hasta su muerte, en 1983. Hasta donde se puede saber, el aparato de Priore producía microondas en el rango de los 10 gigahertzios, moduladas a radiofrecuencias en el rango de un megahertzio. La radiación se aplicaba en combinación con un poderoso campo magnético que pulsaba lentamente, a razón de un hertzio.

Escogiendo frecuencias de modulación específicas, Priore obtuvo, según se informa, efectos biológicos espectaculares, entre ellos la aceleración del ritmo de crecimiento de algunas plantas y la rápida reducción y eliminación de tumores de animales de laboratorio. El someterlos a las frecuencias de modulación convenientes permitió a animales de laboratorio recuperarse de inoculaciones de tripanosomas que de otro modo los hubieran matado. Los *tripanosomas* —los parásitos que provocan el mal del sueño— derrotan por lo general al aparato de inmunidad porque cambian constantemente sus características antigénicas. Por eso, los resultados de que se informa indican un efecto espectacular en las defensas de los animales irradiados.

En la época en que se hicieron esos experimentos no existía el andamiaje teórico adecuado para entender tales efectos, como tampoco los medios técnicos para determinar con precisión las características (en particular, la polarización e intensidad del componente magnético) de la radiación que se empleó. Los resultados de Priore se tornaron objeto de una destructiva controversia. Es muy notable que ésta se ocupara no tanto de la *existencia* de los efectos (los cuales fueron repetidos cientos de veces por muchos grupos de investigadores por más de una década), como de la circunstancia de que Priore mantenía en secreto riguroso exactamente a qué frecuencias, intensidades y demás trabajaba con sus máquinas. Puesto que investigaba en un campo muy cercano al de las aplicaciones militares de las microondas, quizá explique mucho del misterio y la controversia que rodean una de las investigaciones más promisorias de la biofísica.

Para fines de los sesentas, Sidney Webb y sus colaboradores aplicaron una nueva versión de la espectroscopía con láseres para estudiar la sintonía del tejido vivo, y encontraron que el espectro de Raman de las células vivas es enteramente diferente del que se obtiene de cristales o de suspensiones de moléculas orgánicas. Para empeazar, descubrieron que las células "en reposo" —o sea, que no sufren actividad metabólica— presentan una *ausencia* anómala de actividad de Raman. Apenas se agregaron nutrientes (fuentes de carbón oxidable) al medio, aparecieron líneas de Raman muy bien definidas, a frecuencias características para cada tipo de célula y de nutriente. Sin embargo, la intensidad de las líneas cambia con el tiempo; ciertas líneas aparecen en momentos específicos del ciclo de división celular. Luego se descubrió que las cambiantes frecuencias de Raman son en realidad sumas y restas de un pequeño nú-

Figura 3
MEDIDOR MÚLTIPLE DE LA
DISPERSIÓN DE LA LUZ



El esquema muestra cómo funciona el medidor múltiple de la dispersión de la luz. Se hace pasar luz de un láser por un filtro polarizador (POL), luego por un modulador (MOD), el cual convierte la luz polarizada linealmente en luz polarizada circularmente a derecha e izquierda. La luz dispersada de la muestra pasa después a un segundo modulador fotoelástico que funciona a otra frecuencia, F2. La luz que sale del segundo modulador representa una serie de términos a frecuencias que corresponden a varias sumas y diferencias de F1 y F2. Después de pasar por un segundo polarizador, la luz pasa a un tubo fotomultiplicador, y luego a un grupo de amplificadores, cada uno sintonizado a una frecuencia que interese observar.

mero de frecuencias fundamentales, cosa muy parecida a lo que ocurre con los espectros de átomos y moléculas; pero los cambios que descubrieron Webb y sus colaboradores son peculiares del proceso de la vida.

Webb obtuvo otros resultados notables cuando estudió las diferencias entre los espectros de Raman de células normales y células de tumores, así como las relaciones entre los espectros de células "madres" e "hijas" en la mitosis.

Apenas empezamos a darnos cuenta de las posibilidades que abre a la investigación médica y biológica la espectroscopía de Raman *in vivo*. Lo más importante es que este método, como los tres que se exponen abajo, nos permite observar directamente las características espacio-temporales de la geometría relativista de los organismos vivos. Las microfotografías comunes, por el contrario, tienden a revelar apenas la distribución de "estructuras", pero nunca el proceso vital subyacente. Los resultados de Webb y otros investigadores indican, de hecho, que las líneas de Raman no representan oscilaciones de moléculas aisladas, sino ondas coherentes que unen a todos los componentes celulares en un proceso único.

2. Medición múltiple de la dispersión de la luz. Cuando observamos una muestra en un microscopio, la imagen que vemos consiste de zonas luminosas y oscuras, que corresponden a la diferente absorción de la luz en puntos diferentes de la muestra. Pero esa imagen es apenas un minúsculo aspecto del complejo proceso en que la muestra absorbe, reemite y dispersa la luz. Pero contamos ahora con instrumentos que miden la luz que dispersa una muestra en todas direcciones, tomando en cuenta la longitud de onda de la fuente (un láser), el ángulo de dispersión y el grado de polarización levógira o dextrógira de la luz que va a la muestra y sale de ella. En vez de una imagen fotográfica,

la técnica de medición múltiple de la dispersión de la luz produce una gráfica característica, una especie de "firma" del bicho, que se puede usar para identificar microorganismos y hasta virus en fluidos de seres vivos, en un lapso cortísimo (cinco minutos, más o menos). Aun variedades de virus muy parecidas, que de otro modo sólo pudieran distinguirse mediante técnicas laboriosas de cultivo celular o ingeniería biológica, se distinguen con facilidad con esta técnica.

La figura 3 es un esquema de una técnica precursora de la medición múltiple de la dispersión de la luz. El aparato mide las diferencias de intensidad de la dispersión de la luz polarizada circularmente a derecha e izquierda con respecto al total de la luz que se dispersa en cada dirección dada. Para ello, se hace pasar luz de un láser por un filtro polarizador, luego por un modulador y finalmente se dirige a la muestra biológica fluida. La luz que se dispersa pasa por otra combinación de polarizador y modulador, y se mide entonces con un tubo fotomultiplicador montado en un brazo rotatorio que se mueve por pasos, de 0° a 180° respecto al eje del rayo original.

Para describir gráficamente los resultados, se sitúan en un eje las mencionadas diferencias de intensidad de la dispersión de la luz, medidas por la razón $(I_1 - I_0)/(I_1 + I_0)$, y en el otro eje los varios ángulos de dispersión. Las figuras 4 y 5 presentan ejemplos de las gráficas que se obtienen. En la figura 4 se describen los espectros típicos que producen preparados de tres variedades diferentes de virus de la influenza. En la figura 5, se muestran las "firmas" de cuatro diferentes virus del dengue. Como se ve, el método permite distinguir entre organismos sumamente parecidos, gracias a las mencionadas diferencias de intensidad de la luz en los distintos ángulos de dispersión. La sensibilidad

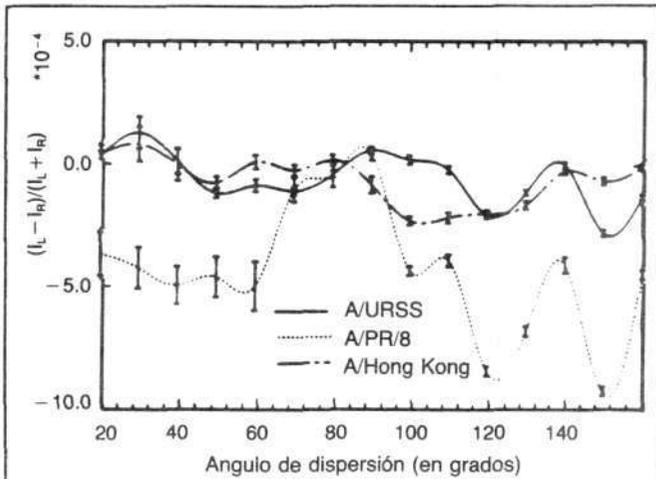


Figura 4

DIFERENCIAS DE INTENSIDAD DE LA DISPERSIÓN DE LA LUZ DE TRES VIRUS DE LA INFLUENZA

Los resultados del análisis de las diferencias de intensidad circular de tres tipos del virus de la influenza A, a 488 nanómetros. El eje vertical de la gráfica muestra el radio de la diferencia entre las intensidades medidas de la luz polarizada circularmente a la izquierda y la luz polarizada circularmente a la derecha en toda la dispersión de la luz con el total de la dispersión de la luz en la dirección dada. El eje horizontal es el ángulo de dispersión. Hay una buena discriminación entre las preparaciones de los tres virus alrededor los 60, 110 y 150 grados.

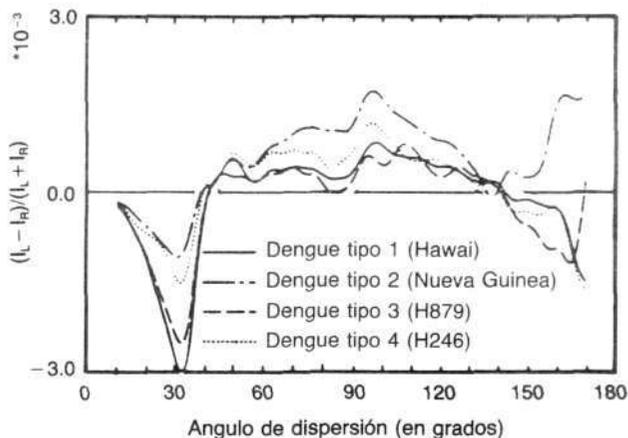


Figura 5

DIFERENCIAS DE INTENSIDAD DE LA DISPERSIÓN DE LA LUZ EN VIRUS DEL DENGUE

Aquí se muestran cuatro tipos de vacunas para el dengue a 360 nanómetros; los mejores resultados se obtuvieron a cerca de 30 grados.

de la técnica es en la actualidad de alrededor de 10^7 partículas virales por mililitro, y de 10^5 individuos por mililitro para algunos tipos de bacterias.

Este método es particularmente sensible a los procesos que manifiestan *asimetría* bilateral. Su principio, como muchos lectores sospecharán, es el que descubrió Louis Pasteur, el primero en demostrar que, en sus procesos metabólicos, los organismos vivos parecieran escoger siempre sólo una de las formas levógiara y dextrógiara de la mayoría de las moléculas que presentan ambas.

Ahora bien, este método (que se denomina a menudo por las siglas en inglés CIDS) se basa en la medición de uno solo de los 16 aspectos cuantificables conocidos que caracterizan la dispersión de la luz y que constituyen lo que se denomina matriz de Mueller. En la medición múltiple de la dispersión de la luz, propiamente dicha, se miden simultáneamente varios de esos aspectos. Además, cuando se emplean varias longitudes de onda distintas, se obtienen también gráficas distintas. En principio, si se miden todos los aspectos posibles de la dispersión de la luz, con un número suficientemente amplio de longitudes de onda diferentes, la información resultante debe permitir distinguir entre miles de microbios distintos presentes en una sola muestra.

Asimismo, la medición múltiple de la dispersión de la luz se puede combinar con un citómetro de flujo para examinar células aisladas. Lo cual daría paso a una revolución en la clínica: el aparato de medición pasa los datos —por la línea telefónica, tal vez— a una computadora que guarda las "firmas" de todos los virus, bacterias y otros microorganismos de interés clínico. La computadora hace las comparaciones necesarias y, unos minutos después de que se obtuvo la muestra de sangre de un paciente, el médico recibe en una hoja el inventario de todos los bichos que haya en la muestra, con sus concentraciones aproximadas. Nomás comparemos esto con las horas o días que tardan en la actualidad los laboratorios para dar los resultados de sus análisis. A menudo los médicos tienen que empezar a tratar una posible infección viral, días antes de que el virus se identifique con certeza.

Todavía falta mucho trabajo para perfeccionar la técnica de medición múltiple de la dispersión de la luz y crear un aparato de uso cotidiano en hospitales y clínicas. Uno de los inventores, el doctor Charles Gregg, de la división de ciencias de la vida del Laboratorio Nacional de Los Angeles, calcula que en cosa de un año pudiera contarse con la versión comercial de un aparato apropiado para identificar bacterias. La identificación de virus es más difícil, pero el aparato correspondiente se pudiere perfeccionar en unos años si se aplican todos los esfuerzos necesarios. En el caso del sida, en que la mayor parte del tiempo las concentraciones del virus son bajísimas, exigirá innovaciones técnicas para aumentar la sensibilidad óptica y la capacidad de discriminación del instrumento.

El interés de la medición múltiple de la dispersión de la

SIDA

luz rebasa sus posibles aplicaciones médicas. La gráfica de dispersión de un virus, una bacteria o una célula tisular da información decisiva sobre la configuración geométrica del material, incluido el material genético, información que se pierde con las técnicas comunes de la biología molecular. En el núcleo de una célula humana, el ADN forma una apretada madeja de complejas estructuras helicoidales, que ocupa un espacio de menos de un milésimo de centímetro de diámetro; si lo extendiera, el hilo del ADN de una sola célula mediría alrededor de un metro de largo. La forma real de la superestructura del ADN, que cambia conforme la célula atraviesa varias fases metabólicas, es decisiva para entender cómo se regulan las funciones celulares. Los cambios que se observen en la madeja del ADN pueden tener gran significado para determinar qué factores hacen que el material del retrovirus que duerme dentro de una célula infectada se active.

En realidad, las gráficas de dispersión de la luz que discutimos antes no se pueden entender a plenitud sólo a partir de la interacción de la luz con una sola macromolécula, como el ADN. La gráfica representa una característica de la geometría del espacio fase: la acción del proceso tisular en su conjunto sobre la luz incidente. Dichas gráficas, pues, tienen una significación más fundamental que la mera determinación de la conformación molecular. Un campo de investigación prácticamente intocado hasta ahora es el examen de los cambios de la gráfica de dispersión de la luz en función de las varias fases de la mitosis celular.

3. Emisión ultradébil de fotones. Sin duda uno de los descubrimientos biológicos de mayor alcance que se han logrado en este siglo es que el tejido vivo emite luz extraordinariamente débil. El significado biológico de este hecho se viene desentrañando merced a multitud de trabajos, desde los realizados en los veinte por el investigador ruso A. Gurwitsch hasta los de Fritz-Albert Popp y su grupo en la actualidad.

Todas las células vivas emiten espontáneamente radiación luminosa débil, a intensidades del orden de 10-100 fotones por segundo por centímetro cuadrado de superficie tisular, en frecuencias que cubren del infrarrojo al ultravioleta. Gracias al perfeccionamiento de tubos fotomultiplicadores y, en fecha más reciente, de detectores de estado sólido, se puede medir con precisión esa radiación. El instrumento que emplea el doctor F. A. Popp en su laboratorio de Kaiserslautern, RFA, es tan sensible que puede detectar la luz de una luciérnaga a una distancia de 5 kilómetros!

La aplicación comercial más inmediata de los aparatos de detección de la emisión ultradébil de fotones es medir los posibles efectos tóxicos de varios fármacos. Cuando se agregan aun cantidades minúsculas de alguna sustancia tóxica en un cultivo celular, se registra una rápida ráfaga de fotones, señal de desorganización de la configuración normal de acción mínima del organismo vivo. El aparato de Popp, un detector híbrido biológico-físico, es quizá el de-

teor actual más sensible de varias sustancias tóxicas, y tiene aplicaciones posibles en estudios de contaminación, farmacotoxicología, medicina forense y defensa.

Dichas aplicaciones prácticas son nada en comparación con lo que implica este fenómeno para la investigación fundamental. Si bien la cantidad total de energía que mide el detector de fotones es pequeñísima, la densidad de energía de la radiación intracelular puede ser muy grande. En la escala molecular, un solo fotón ultravioleta equivale a una descarga de artillería pesada: un solo fotón ultravioleta es suficiente para romper un enlace químico poderoso, activar una enzima o hacer que un electrón sufra una larga cadena de transformaciones. Varios experimentos del espectroscopista soviético Projorov demuestran que, en ciertas condiciones, basta un fotón ultravioleta para desencadenar la división celular.

Más importante aún es entender por qué cualquier alteración del tejido vivo aumenta la emisión de luz. Este hecho lleva a dos conclusiones principales: 1) La fuente de la emisión ultradébil de fotones es universal, en el sentido de que cualquier cambio del tejido la afecta. De hecho, como Popp lo ha demostrado, la emisión ultradébil de fotones tiene propiedades coherentes parecidas a las del láser, características de una fuente única más que de una mera colección de fuentes independientes. De modo que la emisión ultradébil de fotones del tejido normal proviene de un campo coherente que acopla las actividades de miles de millones de células vía interacciones electromagnéticas a larga distancia. 2) En el tejido normal, el verdadero flujo de fotones es mucho mayor que el residuo que se mide en el exterior. Cuando nada perturba la actividad normal del tejido, éste tiende a condiciones de acción mínima en los que casi toda la energía emitida se manifiesta coherentemente en los procesos del trabajo celular. La interrupción del estado de acción mínima da por resultado la liberación incoherente de fotones sin usar, lo cual Gurwitsch bautizó "radiación por degradación".

Los indicios que han reunido Popp y otros investigadores sugieren que el ADN del núcleo desempeña papel central en la emisión de fotones. Esto bien pudiera explicar una anomalía que desconcierta mucho a los biólogos moleculares: más del 95 por ciento del ADN en las células humanas, animales y vegetales no tiene función codificadora alguna en la producción de proteínas. Antes que aceptar el hecho de que las células vivas no funcionan a la manera de una computadora numérica, como algunos quisieran suponer, los biólogos moleculares dogmáticos como Crick califican de "parasítico" o "inútil" este 95 por ciento del material genético! Lo más probable es que sean los dogmas de la biología molecular los "inútiles".

Popp tiene una hipótesis hartamente buena: los experimentos y los cálculos dejan ver que la molécula de ADN puede funcionar como un *laser microscópico* ideal que almacena energía como si fuera una rueda de trinquete y la suelta en ráfagas coherentes de longitudes de onda más cortas. En

SIDA

este proceso, los pares nucleótidos forman, por decirlo así, exciplexes: complejos excitables metaestables parecidos a los excímeros que se usan para producir rayos láser de onda corta. La energía de bombeo para el proceso deriva del metabolismo celular. El tejido vivo produce 10^{40} veces más radiación ultravioleta que la materia no viva a la misma temperatura. A diferencia de la mayoría de láseres de hechura humana, que sólo operan en una o en unas cuantas longitudes de onda, el ADN funciona como un láser *multi-modal*, capaz de emitir quizá miles de frecuencias diferentes y regular, por la absorción resonante de frecuencias específicas producidas por procesos celulares específicos, toda la actividad metabólica tisular.

Estas, por lo menos, son las hipótesis de trabajo en torno a las cuales Popp y otros han reunido una cantidad extraordinaria de trabajo experimental y teórico. La utilidad del método de Popp se demostró ya en la investigación del cáncer, campo muy cercano al del sida. Se descubrió que la emisión de las células malignas presenta características radicalmente distintas a la de las células normales. Al exponer a la luz blanca hepatocitos humanos normales y malignos, y medir la radiación por degradación (es decir, la liberación de luz "almacenada" en el tejido) con detectores de emisión ultradébil de fotones, se demostró que la cantidad de luz liberada por las células malignas y por las células normales en los primeros segundos después de la exposición, es *función de la densidad de las células en la suspensión celular*.

En las células normales, la reemisión total observada *disminuye* al aumentar la densidad, lo cual indica una fuerte interacción entre las células emisoras en cuanto su distancia promedio es de unos 10 diámetros celulares o menos. Esta interacción o bien reduce el ritmo de emisión de las células individuales, o, lo que es más probable, aumenta la proporción de fotones reabsorbidos resonantemente por las células en suspensión. En cuanto a las células malignas, *el resultado es exactamente lo opuesto*: la emisión aumenta tremendamente al aumentar la densidad. Este comportamiento repulsivo o caótico de las células tumorales se correlaciona estrechamente con el grado de malignidad diagnosticado clínicamente. De lo cual se desprende que medir la reemisión ultradébil de fotones le da a los investigadores un criterio físico objetivo de la eficacia de tratamientos experimentales contra el cáncer. Este método dio la primera confirmación experimental directa del efecto biológico de ciertas sustancias que, según las apariencias estadísticas, reducen la malignidad de los tumores en pacientes de cáncer. Investigaciones afines en el mismo campo relacionaron los efectos carcinógenos de una amplia variedad de sustancias químicas con sus propiedades ópticas, lo cual hace pensar que actúan por interferencia con el campo de fotones coherentes que regula las actividades del tejido normal.

La relación más directa de estos trabajos con el problema del sida es quizá el estudio de los retrovirus que inducen

cáncer, como el HTLV-I, el cual es morfológica y genéticamente parecido al HIV. De modo más general, el estudio de la emisión ultradébil de fotones puede ayudar a localizar el mecanismo de los efectos citopáticos del HIV y otros virus. Y podemos descubrir en qué condiciones pueden generarse en las células *nuevos* retrovirus. Hay indicios de que las células enfermas expulsan dichos virus en forma de material genético fragmentario y "fuera de tono".

El eje de estos estudios, como el de la biología en general, es el proceso de la mitosis. La medición de la emisión ultradébil de fotones, junto con otros métodos espectroscópicos, nos permite caracterizar los cambios sucesivos de fase en los procesos de división celular, lo mismo sanos que patológicos. Sería de gran interés idear métodos que permitan medir no sólo la emisión residual externa de fotones sino también el flujo *interno* de fotones en varias partes de la célula. Esto pudiera lograrse con sondas de fibra óptica ultrafinas o enfocando pulsaciones cortísimas de luz de láser o de partículas en zonas específicas de la célula y observando la emisión ultradébil de fotones resultante.

4. Resonancia magnética nuclear. Los métodos de detección basados en la resonancia magnética nuclear son fruto de los trabajos que condujeron al perfeccionamiento del radar en la Segunda Guerra Mundial. Los aparatos de resonancia magnética nuclear detectan las características de los campos electromagnéticos que experimentan diversos núcleos atómicos de una muestra (viva o no), según se reflejan en los cambios de las frecuencias resonantes de esos núcleos cuando se los coloca en un campo magnético intenso. Si bien los químicos y biólogos se valen desde hace tiempo de esta herramienta, apenas se empiezan a aprovechar algunas de sus vastas posibilidades en la investigación biológica fundamental.

De hecho, los detectores de resonancia magnética nuclear son el *instrumento de diagnóstico in vivo por excelencia*. Las resonancias de núcleos situados muy dentro de un organismo vivo —por ejemplo, un ser humano enfermo— se pueden excitar y medir por completo mediante un conjunto de bobinas dispuestas *fuera* del sujeto. De ahí que la resonancia magnética nuclear le haya dado a la medicina la técnica para el diagnóstico clínico más revolucionaria desde el descubrimiento de los rayos x: la tomografía por resonancia magnética nuclear.

En una de las versiones de este instrumento, el tomógrafo de cuerpo entero, se coloca al paciente dentro de un potente electroimán superconductor con una serie de bobinas auxiliares. Las resonancias de los núcleos de todo el cuerpo se miden con respecto a un campo electromagnético variable estructurado, y toda la información se guarda en una computadora de gran capacidad. El paciente puede regresar a su casa mientras el médico o los investigadores le ordenan a la computadora que *reconstruya* la imagen de una rebanada cualquiera del cuerpo del paciente. La imagen generada por la computadora puede mostrar diferencias sutiles en el metabolismo tisular, dependiendo de las

SIDA

frecuencias resonantes que se hayan empleado.

Ya se trabaja en el diseño del análogo microscópico del tomógrafo de resonancia magnética nuclear, un dispositivo que posibilite la "disección" electrónica *in vivo* de células individuales, quizá incluso en el paciente humano vivo. Las micrografías obtenidas por resonancia magnética nuclear, junto con la microscopía y la holografía de rayos x (que se explica abajo), revolucionarán totalmente nuestro conocimiento de la organización tridimensional de los organismos vivos.

La espectroscopía por resonancia magnética nuclear añade otra dirección al espacio-fase de la espectroscopía común de fotones. Las frecuencias resonantes del componente nuclear del material vivo no expresan las propiedades de los núcleos individuales en tanto entidades aisladas, sino el *modo peculiar de organización* de la materia en la célula viva. En la imagen típica de espectroscopía por resonancia magnética nuclear, encontramos que el espectro de conjuntos de moléculas congregadas en las estructuras celulares vivas (por ejemplo, una porción de membrana celular), no presenta los "picos" que caracterizan a los constituyentes moleculares cuando se los toma por separado.

Las mediciones espectroscópicas por resonancia magnética nuclear del virus vegetal CCMV ejemplifican otro aspecto de las posibilidades de esta técnica. Las mediciones se pueden representar gráficamente para mostrar la diferencia entre el espectro de partículas virales completas, constituidas por ARN enrollado en el centro y un icosaedro de proteínas en torno suyo, y el espectro de partículas reconstruidas vacías, que constan únicamente de la cubierta proteica icosaédrica. Dichos estudios son de importancia decisiva para entender las características de los virus que no se pueden determinar sólo por su material genético. Se sabe, por ejemplo, que diferentes preparaciones virales con el mismo material genético pueden tener grados de virulencia e infectividad sumamente diferentes, dependiendo de las geometrías exactas y estados físicos de las partículas virales generadas por un determinado tejido infectado. La resonancia magnética nuclear es una de las herramientas más poderosas en el estudio de éste y otros problemas de la virología que tienen que ver con el sida.

La aplicación de la resonancia magnética nuclear al estudio del agua estructurada es particularmente importante y fundamental. Casi toda el agua que constituye buena parte del tejido vivo no es agua ordinaria, sino una variedad de *estados semicristalinos*, que forman el medio hidroelectromagnético en el cual macromoléculas complejas como el ADN y las proteínas ocupan su función en la célula viva. El problema del agua estructurada es vital para entender la diferencia sistemática entre los procesos *in vivo* e *in vitro*.

5. Microscopía y holografía con rayos x. Uno de los problemas más obvios de la investigación viral es que nadie ha visto en realidad a un virus infectar a una célula viva o reproducirse en ella. Los virus son demasiado pequeños

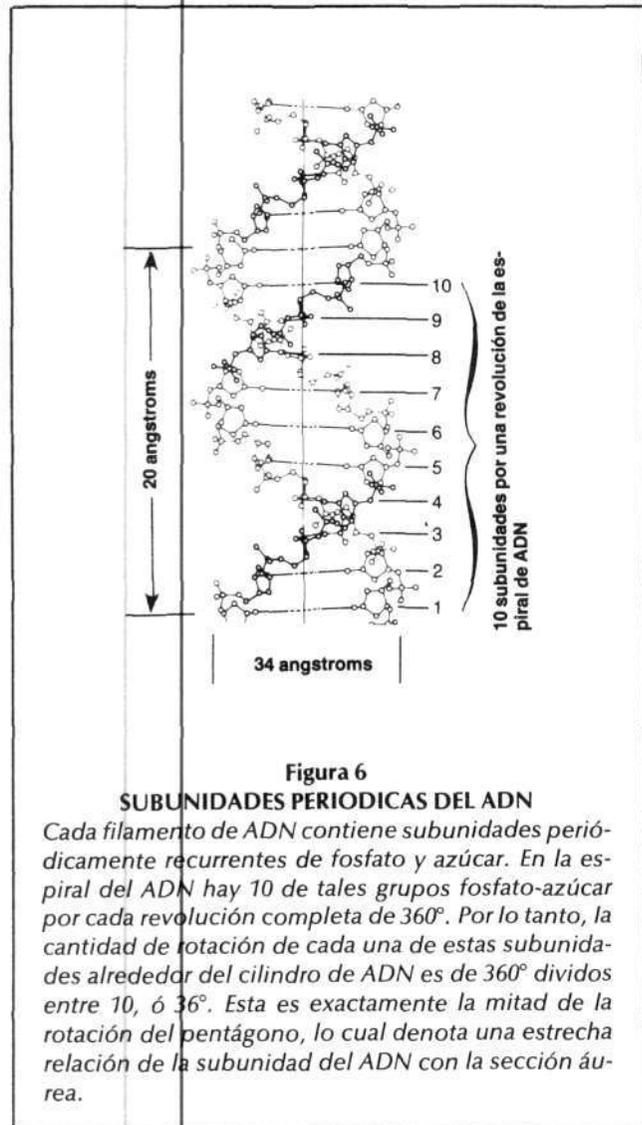


Figura 6
SUBUNIDADES PERIÓDICAS DEL ADN

Cada filamento de ADN contiene subunidades periódicamente recurrentes de fosfato y azúcar. En la espiral del ADN hay 10 de tales grupos fosfato-azúcar por cada revolución completa de 360° . Por lo tanto, la cantidad de rotación de cada una de estas subunidades alrededor del cilindro de ADN es de 360° dividido entre 10, ó 36° . Esta es exactamente la mitad de la rotación del pentágono, lo cual denota una estrecha relación de la subunidad del ADN con la sección áurea.

para verlos con microscopios de luz comunes. Los diámetros de los virus son generalmente del orden de 10-100 nanómetros, unas 10 veces más pequeños que las longitudes de onda de la luz visible. Los virus sólo pueden verse con microscopios electrónicos. Pero para ver el material biológico en un microscopio electrónico, primero se tiene que fijar el material (matarlo), luego cortarlo en películas muy finas y cubrirlo con metal. Así que las fotos en que se ve al virus del sida brotar de una célula son fotografías de células muertas, no de células vivas. Lo que realmente necesitamos en la investigación es *rodar películas* de los procesos de las células vivas, con un poder de resolución suficiente para registrar partículas virales. Exactamente esto es lo que hace posible la invención de la microscopía y la holografía con rayos x.

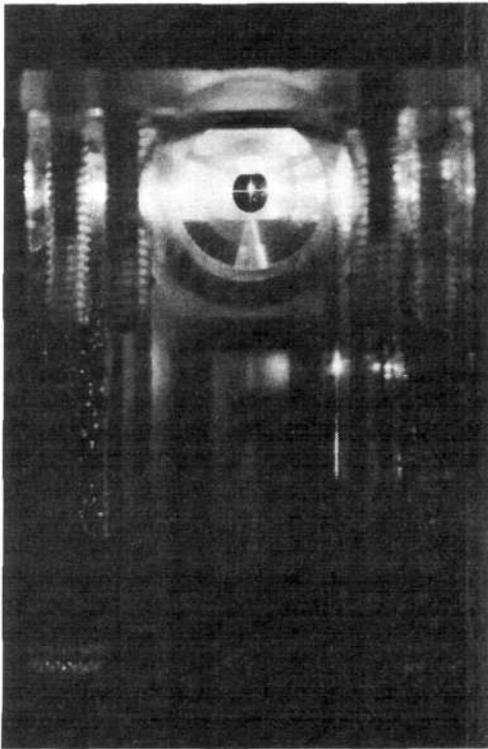
SIDA

En la Universidad de Gotinga se construye un prototipo de microscopio de rayos x. El aparato funciona a 4,5 nanómetros y su poder de resolución es 100 veces mayor que el mejor de los microscopios de luz. La fuente de rayos x es radiación sincrotrónica de un anillo de almacenamiento de electrones. Si bien dicho acelerador de electrones es una máquina enorme, hay planes para usar un dispositivo más compacto, producto de la investigación de fusión. Esto permitiría, en principio, construir microscopios de rayos x más o menos de las mismas dimensiones que los microscopios electrónicos de hoy.

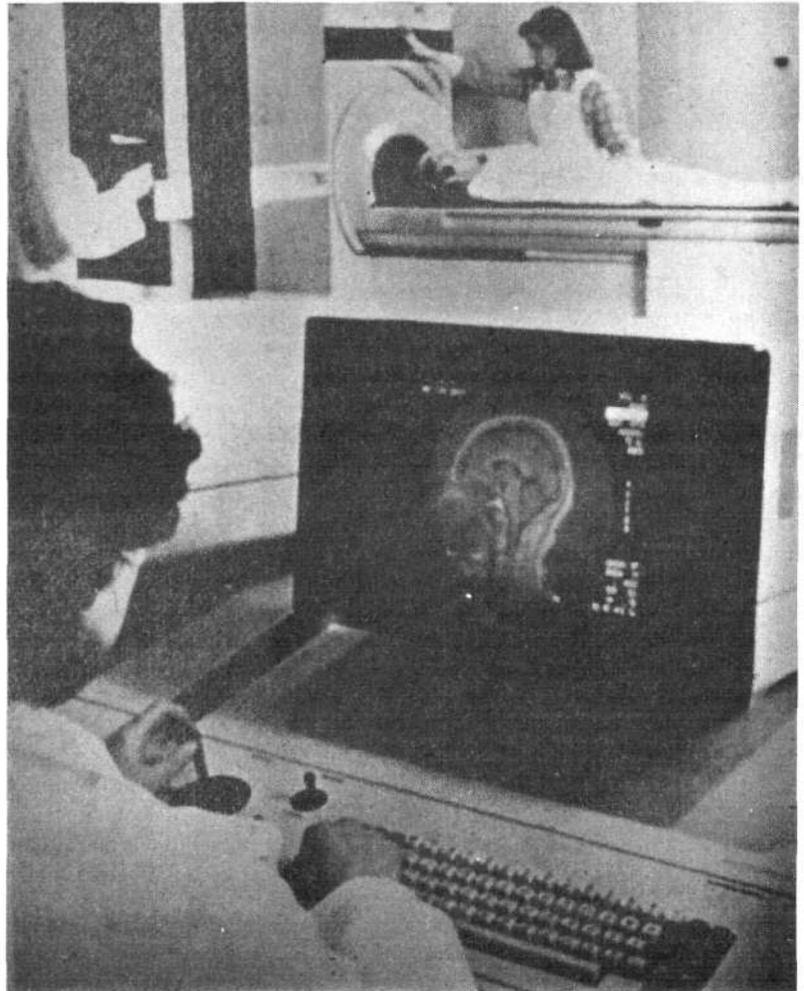
Aunque la capacidad de amplificar del microscopio de rayos x es menor que la de los microscopios electrónicos, la gran ventaja es que se pueden fotografiar *células vivas* en un medio ambiente nutritivo. Los estudios indican que las dosis de rayos x pueden disminuirse tanto que las células sobreviven muchas tomas sucesivas. Esto abre el camino al sueño de los biólogos: ¡cinematomicroscopía con rayos x de los procesos de las células vivas!

La clave de esta técnica revolucionaria son varios adelantos en la construcción de la *óptica de rayos x*. Las placas microscópicas se tienen que producir con precisión de unos cuantos diámetros atómicos. Gracias a la holografía de láser, a las técnicas de recubrimiento por haces moleculares y a otros descubrimientos, se ha logrado cumplir tan extraordinario requisito. El grupo de Gotinga planea empezar a trabajar con longitudes de onda todavía más cortas —2,4 nanómetros o menos—, en las cuales el contraste entre el agua y las estructuras proteicas se multiplica por 10. En vista de que los rayos x interactúan con el material celular de manera muy diferente a la de los haces de luz común o de electrones, podemos esperar que se hagan visibles nuevas estructuras y nuevos fenómenos que nunca antes se han visto. La microscopía con rayos x abrirá un campo enteramente nuevo en la microbiología.

Además del grupo de Gotinga, varios otros laboratorios del mundo trabajan en métodos diferentes para aprovechar la microscopía con rayos x. En estos momentos está en



Mediante la resonancia magnética nuclear se detectan las características de los campos electromagnéticos que experimentan diversos núcleos atómicos de una muestra, según se reflejan en los cambios de la frecuencia resonante de esos núcleos cuando se los coloca en un campo magnético intenso.



SIDA

marcha un acontecimiento histórico en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, de California, donde se hacen los preparativos para producir los primeros *hologramas de rayos x*: imágenes tridimensionales de las células vivas, lo cual es posible gracias a que el laboratorio, como parte del trabajo de la Iniciativa de Defensa Estratégica, creó láseres de rayos x para la defensa contra proyectiles. Para producir los rayos x, el Lawrence Livermore emplea una delgada película de selenio o itrio, la cual se vuelve plasma al recibir una descarga luminosa de más de 20 billones de vatios, producida por el láser Nova. Las colisiones entre electrones y átomos parcialmente ionizados en el plasma generan una onda de emisión coherente de rayos x que se propaga por el plasma.

En tanto imagen tridimensional, un holograma de rayos x contiene una cantidad de información varios órdenes de magnitud mayor que una simple micrografía tomada en la misma longitud de onda. De este modo estaremos, por ejemplo, en condiciones de estudiar los cambios precisos en la geometría del ADN de las células vivas en el curso de varias fases de los ciclos de la división celular y la reproducción viral. Quizá podamos ver lo que realmente le pasa al ADN proviral de un retrovirus en el núcleo de una célula infectada.

Con un intenso programa de investigación científica, se pudiera contar en unos cuantos años con las técnicas de microscopía y holografía con rayos x para investigar el sida.

Andamiaje teórico de la guerra científica al sida

Además de desplegar todas las capacidades de instrumentación científica existentes y las que se pueden adquirir a corto plazo, para que el esfuerzo contra el sida sea venturoso será decisivo mejorar la metodología. Algunos elementos se mencionaron ya al examinar los instrumentos biofísicos. El breve resumen que hacemos a continuación indica la naturaleza del planteamiento de conjunto.

Desde la Segunda Guerra Mundial, la investigación fundamental en biología ha estado dominada por el estudio de la mecánica de las grandes moléculas, a expensas del foco original de la atención de la biología: los procesos vivientes per sé. En palabras de Sidney Webb:

Los estudios de las tres o cuatro últimas décadas sobre la química de las entidades vivientes plantearon conceptos científicos de los procesos vivientes y condujeron a un gran avance en la tecnología asociada con cada uno de los aspectos prácticos de la biología moderna. Por lo tanto, es entendible que, merced a esos éxitos, los principales conceptos de lo que es la vida estén dominados hoy por consideraciones bioquímicas. Pero al aumentar el conocimiento de las funciones químicas de las entidades vivas, se hizo claro que las reacciones vitales y las síntesis en la célula viva ocurren en secuencias ordenadas, y que cada secuencia ocurre sólo en momentos específicos de la vida de una célula.

La existencia de este reloj metabólico o celular es cosa probada, como lo es el hecho de que . . . las velocidades de síntesis *in vivo* son muchas veces mayores que las que se observan en el tubo de ensayo, donde los reactivos están aislados de la célula y de sus barreras naturales. Dichos hallazgos hacen pensar que los metabolitos son dirigidos a sitios vitales de la célula, y el metabolismo *in vivo* se rige no por la cinética azarosa de la química física, sino por un proceso capaz de dirigir la posición de los reactivos tanto en el espacio como en el tiempo. . . La energía, también, tiene que ser dirigida a los sitios específicos en los cuales habrán de ocurrir las reacciones. . . No se reconoce en general que la célula no usa energía en forma de calor, y que, de hecho, el calor es a menudo un desperdicio tóxico del metabolismo. . . Vista en conjunto, la información experimental ahora asequible indica que la célula viva es un agregado único de macromoléculas que actúa como una sola unidad y usa propiedades que son mucho más que la simple suma de sus partes constituyentes. Esto, más su capacidad de realizar cada una de sus muchas funciones en una secuencia de tiempo establecida, a enorme velocidad y a lo que ha de considerarse como temperaturas bajas, sugiere que emplea alguna forma de propiedad "eléctrica" análoga a la de ciertos tipos de cristales. . .

En una palabra, la biología molecular se ha fijado sólo en el álgebra y no en la geometría de los procesos vivientes. Como Leonardo da Vinci lo planteó desde un punto de vista científico riguroso, los organismos vivientes se distinguen de la materia no viviente por una morfología sistemáticamente diferente en el espacio y en el tiempo. Las moléculas incorporadas a la geometría espacio-temporal de los procesos vivientes se comportan *de modo diferente* a como lo hacen en el tubo de ensayo del bioquímico.

La multiplicidad espacio-temporal de los procesos vivientes se construye, desde el punto de vista de la geometría sintética, por la acción cónica autosemejante, la forma matemática del proceso de crecimiento negatoentrópico que caracteriza a la vida. Este tipo particular de multiplicidad relativista espacio-temporal se revela, como Leonardo lo señaló, por el predominio de la *proporción áurea* en la morfología visual de los organismos vivientes. Hoy sabemos que la forma biológicamente activa del ADN se organiza en pentágonos que observan la proporción áurea. La proporción áurea refleja sencillamente, desde el punto de geométrico visual, la curvatura peculiar del espacio físico en el cual funciona el organismo viviente.

Ha sido sobre todo la obra de los físicos matemáticos del siglo 19 Gauss y Riemann, que elaboraron la geometría sintética del dominio complejo (construcción de las superficies de Riemann con cada vez más singularidades), lo que nos dio los rudimentos de un lenguaje matemático adecuado para describir los procesos vivientes en términos físico-

SIDA

geométricos precisos. Riemann, en particular, ideó un modo de abordar la física y la biofísica que recibe el adecuado nombre de "hidroelectrodinámica". En la hidroelectrodinámica de Riemann, entidades como los electrones, los átomos, y las moléculas se conciben como *singularidades* de la geometría espacio-temporal del universo, y las "fuerzas" aparentes entre ellas son simplemente expresión de esa geometría.

La idea de Einstein de la relatividad sólo fue una versión estrecha y confusa de la geometría física de Riemann. Einstein omitió el proceso decisivo: el agregado sucesivo de singularidades del cual es ejemplo un organismo en crecimiento. De ahí que los universos hipotéticos de la teoría de la relatividad general de Einstein estén muertos. En esos universos jamás podría existir la vida, y en particular, los científicos. En vista de que la vida existe, la teoría de Einstein de la relatividad general está fundamentalmente equivocada. De igual modo, los intentos de crear la biofísica matemática a partir de los mismos supuestos están destinados al fracaso. Riemann —y Kepler, antes de él— entendió que el universo mismo es un proceso negatoentrópico, en el que los organismos vivientes constituyen una expresión localizada e intensificada de la característica del universo en su conjunto.

Sólo desde el punto de vista de Kepler, Gauss y Riemann es posible comprender la importancia fundamental de la *información espectroscópica* sobre los organismos vivientes. Los conjuntos de líneas espectrales corresponden a modos de crecimiento negatoentrópico o de deterioro entrópico, como Gauss lo demostró en el desarrollo de su teoría de las funciones elípticas. Por ende, cuando observamos conjuntos armónicos de frecuencias en una muestra viviente, en general no son meras *oscilaciones*, como las vibraciones de una cuerda o de algún otro ente no viviente, sino que son valores orbitales elípticos que caracterizan un proceso de generación de singularidades. El objeto central de estudio de estos métodos espectroscópicos alineales, así como de la biología en general, es el proceso de la división celular, el proceso generador de singularidades característico de la vida.

La tarea inmediata del trabajo de laboratorio es levantar la carta espectroscópica completa del proceso mitótico, por todo el espectro de emisión y absorción electromagnética, así como de resonancia magnética. Para organizar las ingentes cantidades de datos espectroscópicos que se obtengan, necesitaremos arquitecturas de computadora más avanzadas (incluyendo sistemas híbridos análogo-numéricos), basados en la geometría sintética de Gauss.

El estudio de *procesos patológicos* como el sida debe realizarse en medio de esta investigación biológica fundamental. ¿Cuál es la relación de la reproducción viral con los procesos normales de división celular? ¿Cómo se refleja la infección del HIV en los rasgos espectroscópicos de la célula infectada? ¿Cuáles son los valores espectrales armónicos de un sistema inmunológico sano en contraste con uno

enfermo? Estas son algunas de las preguntas decisivas que se debe plantear la investigación científica del sida.

Organización de la guerra científica al sida

Conformarse con intensificar los esfuerzos actuales de investigación —como propone, por ejemplo, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos— no garantizará el buen éxito en la carrera contra el tiempo para encontrar vacunas efectivas y tratamiento para el sida. Lo que hace falta es nada menos que una guerra al sida coordinada internacionalmente. Como en una guerra declarada, las naciones tienen que formar alianzas contra el sida, y se tiene que formar un estado mayor científico que dirija la investigación y los esfuerzos sanitarios desde el nivel supremo. Los estados mayores no deberán omitir ninguna de las siguientes áreas de competencia:

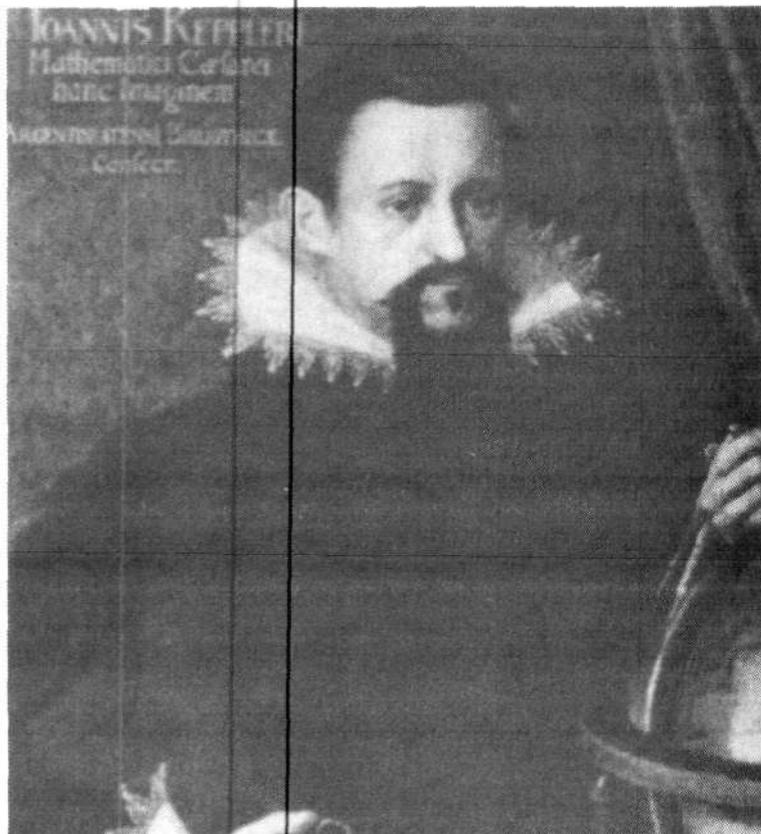
- 1) política de salud pública, política económica, política exterior y defensa nacional;
- 2) virología, inmunología, ingeniería genética;
- 3) biotecnología;
- 4) medicina clínica y epidemiología;
- 5) enfermedades tropicales, ecología de los microorganismos, insectos, animales y el hombre en diferentes condiciones geográficas y climáticas;
- 6) biofísica, con énfasis en la espectroscopía alineal;
- 7) física e ingeniería relacionadas con la creación y el perfeccionamiento de instrumentos científicos para el tratamiento y la investigación fundamental en biología y medicina;
- 8) geometría sintética del dominio complejo (física matemática gaussiana riemanniana);
- 9) computadoras y programas de computación avanzados.

En vista de que en este esfuerzo no hay más alternativa que triunfar, la guerra al sida tiene que librarse no sólo en el frente normal de la biología molecular y la virología clásica, sino que hay que lanzar asaltos múltiples y paralelos de flanqueo en muchas direcciones, con énfasis principal en la biofísica óptica. El esfuerzo tiene que contar con el máximo de recursos financieros y el mínimo de interferencia burocrática, a fin de *garantizar que uno de los métodos o una combinación de ellos, conduzca verdaderamente a la meta*. En este sentido, la guerra al sida se asemejará al Programa Manhattan, que produjo la primera bomba atómica.

Al igual que en una guerra declarada, el estado mayor debe tener *la autoridad de desplegar los recursos humanos y de otro tipo que considere necesarios* para garantizar la victoria. Ello significa, en particular, un *presupuesto ilimitado*. No podemos permitir que la victoria en esta guerra científica sea sabotada o retardada por consideraciones estúpidas de costos y ganancias.

La cooperación internacional será decisiva para triunfar en este esfuerzo. Los Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania, Japón, Israel y la Unión Soviética, por ejemplo, cuentan con el equipo y el personal en el campo de la

SIDA



Carl Gauss, a la izquierda, y Johannes Kepler, sentaron las bases de la metodología científica que permite realizar avances significativos en las diversas áreas de la ciencia. Esa es la metodología que se necesita seguir para descubrir una cura contra el sida.

biofísica, la biología molecular y otros campos afines. El sida es uno de los pocos renglones en que la cooperación sería entre el Este y el Oeste es posible y puede acarrear gran beneficio.

Bibliografía escogida

M. André-Jean Bertheaud y otros, "Action d'un rayonnement electromagnetique a longueur d'onde millimetrique sur la croissance bacterienne". *C.R. Acad. de Ciencias de Paris*, t. 281 (22 de sept. 1973) Serie D, pp. 843-846.

E. Del Giudice y otros, "Raman Spectroscopy and Order in Biological Systems", en *Cell Biophysics*, Vol. 6 (1984), pp. 117-129.

C.T. Gregg, "Multiparameter Light Scattering (MLS) and Microbial Identification", ponencia presentada en la conferencia "La importancia de los métodos de Louis Pasteur en la lucha contra el sida y otras pandemias", celebrada por la Fusion Energy Foundation en París, 5-6 de junio de 1986. Publicada en francés en la memoria de sesiones.

W. Grundler y otros, "Nonthermal Resonant Effects of 42 GHz Microwaves on the Growth of Yeast Cultures", en *Coherent Excitations in Biological Systems*, editado por H. Froehlich y F. Kremer, Springer-Verlag, 1983.

Hemminga y otros, "A Magnetic Resonance Approach to the Elucidation of the Molecular Basis of Virus Infection" en *Magnetic Resonance in Biology and Medicine*, Tata McGraw-Hill Publishing Ltd., Nueva Delhi, India (1986).

Institute of Medicine, National Academy of Sciences, *Confronting AIDS: Directions for Public Health Care and Research*, National Academy Press, Washington DC (1986).

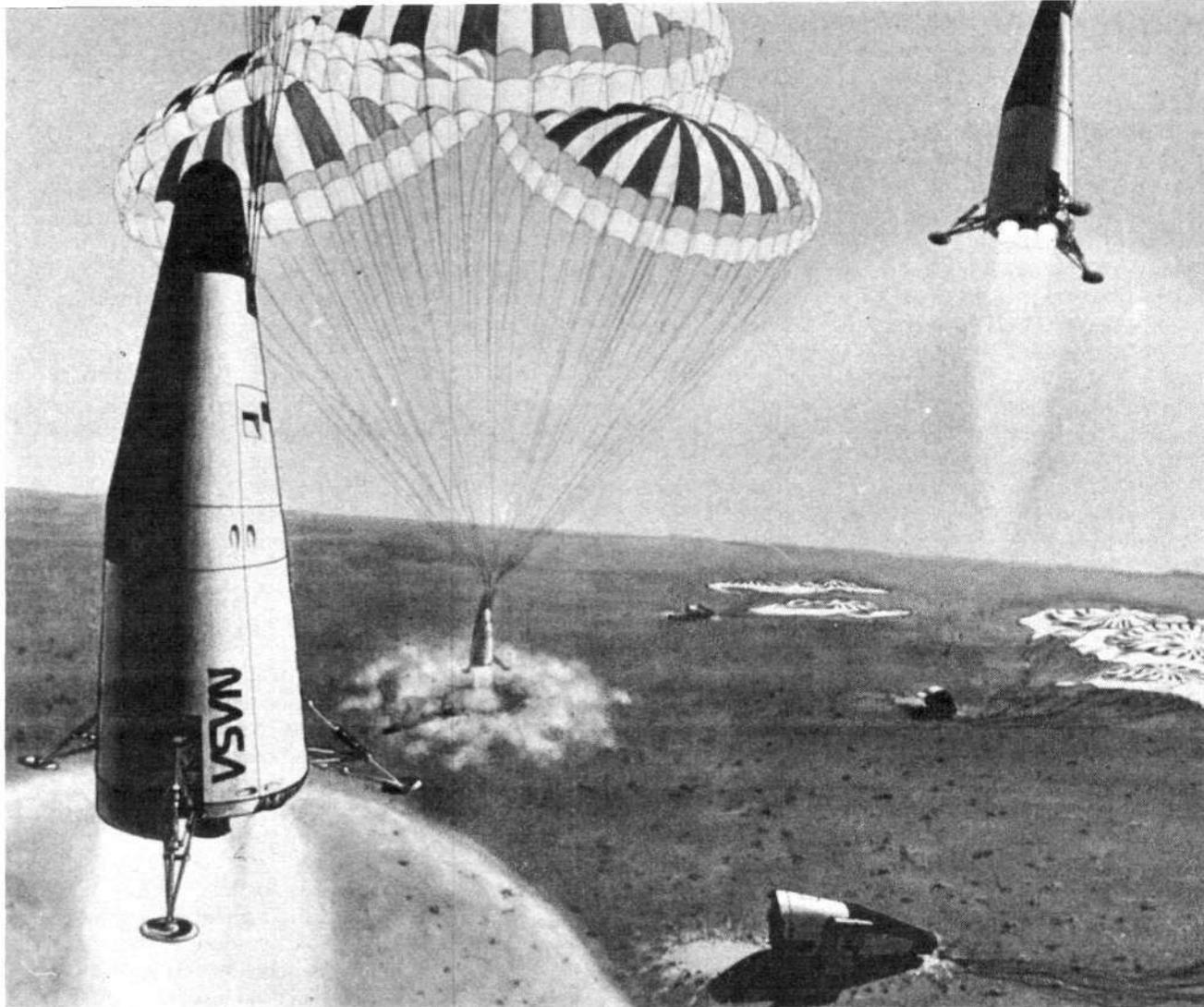
F.-A. Popp, *Biologie des Lichts*, Paul Parey, Berlín (1984).

F.-A. Popp, "On the Coherence of Ultraweak Photon Emission from Living Tissues", en *Disequilibrium and Self-Organization*, editado por C.W. Kilmister, D. Reidel Publishing Co. (1986).

D. Rudolf y otros, "The Göttingen X-Ray Microscope and X-Ray Microscope Experiments at the BESSY Storage Ring", en *X-Ray Microscopy*, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 43, Springer-Verlag (1984).

S.J. Webb, "Laser-Raman Spectroscopy of Living Cells", *Physics Reports (Review Section of Physics Letters)* 60, No. 4 (1980), pp. 201-224.

S.J. Webb, "Crystal Structure of Living Cells as Seen by Millimeter Microwaves and Raman Spectroscopy", en *The Living State*, editado por R.K. Mishra, World Scientific, Singapur (1985).



A diferencia de la Luna, Marte tiene una atmósfera muy delgada, que permite el aterrizaje con paracaídas para hacerlo más lento, además de los retrocohetes. A la derecha está el carguero; a la izquierda el que lleva a la tripulación.

La colonización de la Luna y Marte

por Lyndon H. LaRouche

Aunque hasta hoy rara vez se ha mencionado en los informes de los medios noticiosos, fuerzas en torno al presidente Ronald Reagan trabajan diligentemente para elaborar lo que generaciones futuras podrían considerar el logro culminante de la presidencia del señor Reagan: el empeño de los Estados Unidos en establecer la colonización permanente del planeta Marte de aquí a cuarenta años.

Semejante misión le es completamente factible actualmente a los Estados Unidos, a condición de que reconozcamos que para llegar al punto de poder hacer en Marte, bajo "domos", el primer medio ambiente artificial autosustentado, como el de la Tierra, se requerirán unos cuarenta años de trabajar paso por paso. En la actualidad tenemos en estudio todas y cada una de las nuevas tecnologías necesarias para lograrlo, aunque hacen falta unos cuarenta años de evolución científica y técnica antes de estar en condiciones de aplicar dichas tecnologías a esta tarea específica.

También económicamente es factible. Por cada centavo que los Estados Unidos gastaron en labores de investigación y desarrollo del alunizaje tripulado de la NASA, se recuperaron entre diez y veinte centavos de ingreso, o hasta más, por la aplicación de esas técnicas a la economía

civil. El uso civil de las nuevas técnicas que iremos creando en conexión con la misión colonizadora de Marte decuplicará la productividad promedio del trabajo en los próximos treinta o cuarenta años, y quizá la duplique o triplique para el cierre del presente siglo, más o menos.

La misión de colonización de Marte no sólo es factible desde el punto de vista técnico y económico; emprender este proyecto es también urgente, por motivos tanto científicos como económicos. Hay ciertas clases de problemas técnicos y económicos que se nos presentan hoy en la Tierra que no resolveremos en la Tierra sin ayuda de algunos de los subproductos científicos y económicos del proyecto de colonización de Marte.

Sobre todo, ya es tiempo de que comencemos a trabajar en este proyecto.

El propósito del presente informe, es ayudar tanto a quienes están en posiciones de mando como al público en general a entender los aspectos más elementales de la tarea de colonizar la Luna y Marte en cuarenta años. Describimos las características más elementales del proyecto mismo. Describimos también el modo en que el proyecto influirá en la vida terrestre en ese intervalo de cuarenta años. El objetivo del informe es proporcionar al lector una visión integrada tanto del proyecto en sí como de sus repercusiones en nuestras vidas acá en la Tierra.

La tecnología necesaria para los viajes regulares entre la Tierra y Marte

Para cuando nuestros astronautas descendieron por primera vez a la Luna, los Estados Unidos habían elaborado la mayor parte de la tecnología necesaria para establecer una colonia industrial en la Luna. De no haberse contraído repetidamente el programa de la NASA, comenzando con las reducciones de 1966-1967, los Estados Unidos ya tuvieran hoy una colonia industrial funcionando en la Luna. Con unos diez años de esfuerzo a partir del momento actual, pudiéramos reconstruir nuestras capacidades de exploración espacial al grado de poder comenzar esa colonización de la Luna.

Por razones varias, la colonización de Marte no puede llevarse a cabo con la misma tecnología que habíamos descubierto o estábamos por descubrir a principios de los años setenta. Esencialmente, la diferencia se reduce al hecho de que Marte se encuentra a una distancia mucho mayor de la Tierra que la Luna. Necesitamos una tecnología más avanzada para superar los distintos efectos de tan gran distancia.

Por lo tanto, antes de poder fijar una fecha para colonizar Marte hubo que esperar hasta que comenzáramos a dominar cuatro categorías de nuevos descubrimientos físicos: la fusión termonuclear controlada, como fuente primaria de energía a emplear; los láseres y otras formas de pulsaciones electromagnéticas coherentes, útiles como herramientas básicas, innovaciones en la ciencia biológica como las que surgen ahora en torno a la biofísica óptica; y com-

putadoras mucho más potentes y compactas, que nos ayuden a manejar toda esta nueva tecnología física. En los últimos doce años hemos realizado avances espectacularmente prometedores en las cuatro áreas recién enumeradas. A un ritmo fácilmente previsible de progreso continuo en estas cuatro áreas tecnológicas, todas las condiciones para establecer la primera colonia permanente en Marte pueden cumplirse de aquí a cuarenta años.

Por ejemplo: para cubrir las largas distancias entre la Tierra y Marte, necesitamos aceleración continua para la primera mitad del viaje, y desaceleración continua en la segunda. En aras de la salud de los pasajeros, fuera deseable mantener durante el vuelo el equivalente de la gravedad normal sobre la superficie terrestre; la manera más fácil de hacerlo es hacer andar la nave espacial a la debida tasa constante tanto de aceleración como de desaceleración. El mejor modo de lograr dicha aceleración continua es con el uso de fusión termonuclear controlada, preferiblemente usando las modalidades de fusión que se conocen como "confinamiento inercial".

En la superficie de Marte necesitaremos grandes cantidades de energía artificial. Simplemente para mantener un ambiente artificial adecuado, consumiremos mucha más energía por persona que en las actuales zonas industriales más desarrolladas de la Tierra. Las industrias básicas que construyamos en Marte, para producir materiales esenciales con los recursos naturales disponibles allá, funcionarán a temperaturas mucho mayores que las que se usan actualmente en cualesquier industrias básicas en la Tierra. Para esos usos, requerimos de energía generada a grandísima densidad energética. Para ello, se requiere llegar a lo que hoy llamamos la "segunda generación" de fusión termonuclear controlada, que deberá estar disponible dentro de veinticinco o treinta años.

La herramienta industrial más común que usaremos en Marte serán las formas superiores de lo que llamamos láseres y haces de partículas coherentes.

Para dominar los problemas de la biología tanto en Marte como en los vuelos interplanetarios prolongados hay que dar mayor impulso a lo que hoy llamamos "biofísica óptica". En este campo se vienen realizando labores en la Unión Soviética desde hace décadas, y en fechas más recientes ha comenzado a levantar vuelo en los países occidentales.

Para regular los nuevos procesos industriales que se emplearán tanto en Marte como en los vuelos interplanetarios, precisamos de sistemas basados en computadoras mucho más potentes que las existentes; computadoras capaces de realizar el equivalente de mil millones de operaciones aritméticas de punto flotante en el término medio de un segundo, y también computadoras de las que pueden realizar lo que denominamos cálculos "no lineales" a la velocidad de reacción de los procesos que se miden. El primer tipo de mejora de sistemas computarizados ya está en marcha, y en el segundo se están dando los primeros pasos.

Así que una de las razones por las que tenemos que dejar pasar cuarenta años para comenzar la colonización permanente de Marte es que se precisan décadas para perfeccionar estas cuatro áreas tecnológicas al grado de que sean plenamente confiables a grandes distancias de cualquier taller de reparaciones en la Tierra.

Hay otras razones por las que tenemos que dejar transcurrir tanto tiempo. Antes de comenzar de hecho a construir la primera habitación permanente en Marte, debemos completar una serie de pasos preliminares. La mejor manera de analizar esos pasos, es situarnos cuarenta años en el futuro y echar una mirada retrospectiva. En ese momento, habremos armado, en órbita sobre Marte, todo el equipo que necesitamos para bajarlo a la superficie marciana y comenzar a construir la primera habitación permanente. Consideremos algunos de los pasos a completar antes de estar en condiciones de comenzar la colonización permanente.

Comenzamos con el ensamblaje de todo el equipo en la órbita de Marte y de allí retrocedemos paso a paso, para indicar al menos algunos de los principales pasos preparatorios.

En la órbita de Marte

Antes de comenzar a construir en Marte la primera colonia permanente, deberemos haber completado un número considerable de vuelos interplanetarios de ida y vuelta entre la órbita terrestre y la marciana. En esos vuelos se acarrearán los materiales necesarios para comenzar la colonización a partir de una especie de gran patio de ferrocarril para clasificar la carga, en órbita de unos 35.000 kilómetros sobre la superficie de la Tierra. Las naves espaciales llevarán el material de la órbita terrestre a la marciana y regresarán por otro cargamento.

Supongamos que se emplee una de las lunas de Marte, Fobos, como destino al que han de llegar las naves espaciales que transportan carga de la órbita terrestre. Quizá prefiramos usar una gran estación orbital tripulada, que rote para proporcionarle al personal un cierto efecto gravitatorio. Lo primero sería construir esa estación tripulada, en la que técnicos y científicos desempeñarán turnos de servicio antes de tomar el vuelo de regreso a la órbita terrestre. Entre sus principales funciones, la estación servirá de puerto espacial y administrará el almacenaje de la carga encomendada a su cuidado, en órbita alrededor de Marte.

Volvamos la atención a esas embarcaciones espaciales que transportarán carga y personal. Cada una será muy grande; mucho más grande que los supertanques oceánicos de hoy. No realizarán largos viajes solitarios; desde que los Estados Unidos comenzaron a trabajar en la futura misión tripulada a Marte, a principios de los años cincuenta, quedó claro que las naves volarían en flotillas, cada nave comandada por su capitán, y toda la flotilla comandada directamente por un oficial con rango equivalente al de comodoro o almirante de armada. El número mínimo de naves será de unas cinco por flotilla. La comunicación física entre ellas durante los viajes interplanetarios será mediante veloces "lanchas espaciales".

Probablemente lanzaremos cinco o más flotillas en el lapso requerido para que una flotilla complete el viaje de la órbita terrestre a la marciana. Ello sugiere que en lo que se tarda cualquiera de ellas en completar el viaje redondo

habrá un mínimo de diez a quince flotillas en diversas etapas del recorrido de ida y vuelta: probablemente estén en servicio hasta 100 de estas embarcaciones espaciales gigantes en el período de acumulación de recursos previo a la colonización inicial de Marte.

¿Dónde construiremos aproximadamente 100 de estas gigantescas embarcaciones espaciales? Los componentes más pesados se producirán en su mayoría en las colonias industriales de la Luna. También, la mayor parte del peso de la carga transportada a la órbita de Marte se fabricará en la Luna. Mucho del preensamblaje se completará en la órbita lunar, y el trabajo final de ensamblaje y preparación, posiblemente, en la órbita terrestre.

Los componentes abastecidos de la superficie de la Tierra, así como el personal, probablemente llegarán a la terminal espacial en dos etapas. En la primera, el vuelo desde la superficie terrestre será en aeronaves transatmosféricas, naves que se elevan por la atmósfera como aviones, y luego mudan al vuelo espacial por el resto de su viaje extraatmosférico. Estas naves transatmosféricas llevarán pasajeros y carga a una terminal orbital a relativamente poca altura, donde los pasajeros o la carga serán transferidos a "transbordadores espaciales" por el resto del viaje hasta la terminal espacial.

Recontemos desde el futuro la sucesión de acontecimientos que culminan en 2026–2027. El resultado será más o menos como sigue. Las fechas indicadas son estimaciones que damos únicamente con el fin de ilustrar los respectivos conceptos.

Fase 1: despegue de la Tierra

(a) Primero tenemos que construir una terminal espacial, una estación espacial permanente y que se pueda seguir ampliando, a gran altura sobre la tierra. Construiremos también una red de estaciones orbitales a poca altura, como sitio donde atraquen tanto las naves transatmosféricas como los "transbordadores espaciales" para intercambiar carga y pasajeros. Tenemos que construir flotas de "conmutadores" transatmosféricos y "transbordadores espaciales". Esta fase concluye en el período 1995–2000.

(b) Completa ya la fase la debemos preparar los primeros pasos de colonización de la Luna. Esto se hace de manera parecida a los preparativos, más ambiciosos, para el comienzo de habitaciones permanentes en Marte, pero con un esfuerzo muchísimo menor que para Marte. Concluye en el período 2000–2005.

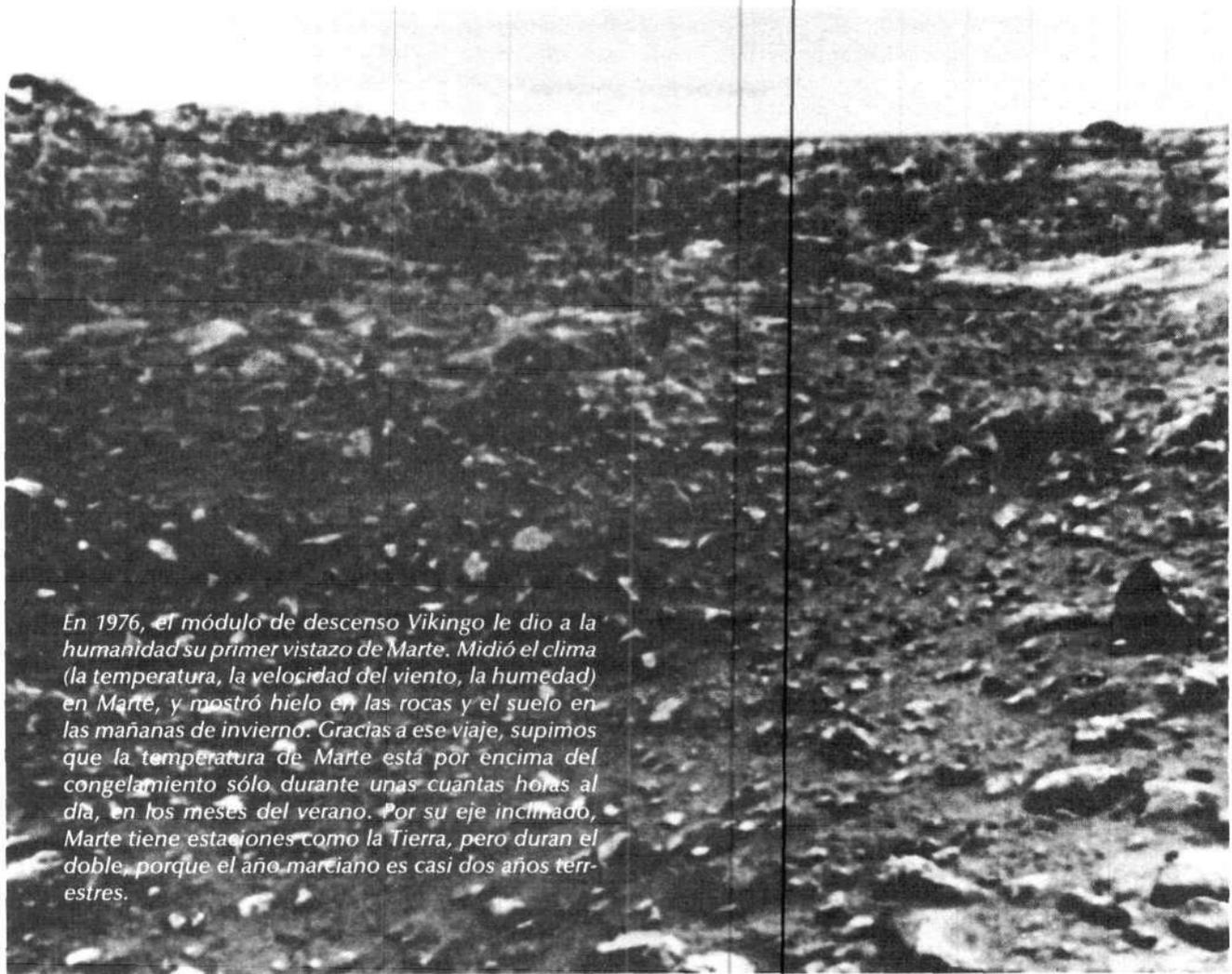
La primera habitación permanente en la Luna se construye alrededor de 2000–2005.

La fase 1 se realizó enteramente con materiales y tecnología provenientes de la superficie de la Tierra.

Fase 2: industrialización de la Luna

(a) Se establece en la Luna una red de energía industrial. Esto se hace en un lapso que antecede y sigue al establecimiento de la primera habitación permanente allá: alrededor de 2000–2010.

(b) Se establece el abasto autónomo de la mayoría de los alimentos y materiales requeridos en la Luna, como primer paso del desarrollo agroindustrial de la Luna, aproximadamente en 2005–2015.



En 1976, el módulo de descenso Vikingo le dio a la humanidad su primer vistazo de Marte. Midió el clima (la temperatura, la velocidad del viento, la humedad) en Marte, y mostró hielo en las rocas y el suelo en las mañanas de invierno. Gracias a ese viaje, supimos que la temperatura de Marte está por encima del congelamiento sólo durante unas cuantas horas al día, en los meses del verano. Por su eje inclinado, Marte tiene estaciones como la Tierra, pero duran el doble, porque el año marciano es casi dos años terrestres.

(c) Se dan los primeros pasos para producir en la Luna materias primas destinadas a la exportación espacial, aproximadamente en 2005–2015. Se amplían y mejoran las habitaciones permanentes en la Luna, a un ritmo que siempre exceda los requerimientos industriales: 2005–2015.

Las fases 1 y 2 de la operación se sustentan en tecnología ya perfeccionada, disponible en los años 1995–2010. Para el 2015, más o menos, la economía industrial de la Luna es un importante exportador espacial, que produce ciertos tipos de materiales cerámicos básicos para uso espacial y productos muy superiores a todo lo producido hasta ahora en la Tierra.

Fase 3: exploración tripulada de Marte

(a) Reconocimiento no tripulado de Marte: 1995–2005. Se pone en órbita alrededor de Marte una red permanente de satélites sin tripulación, y se dejan caer a la superficie de Marte estaciones sensoras interconectadas. Esto resultará en un gran complejo de observaciones astrofísicas, además de un estudio topográfico del planeta.

(b) Se colocan los elementos para ensamblar una futura estación tripulada, en órbita alrededor de Marte, por el año 2005.

(c) Una serie de visitas tripuladas a la órbita de Marte, en flotillas de aproximadamente cinco embarcaciones de exploración. En esta fase, se ensambla en la órbita de Marte una serie de naves para descender a la superficie: 2005–2010.

(d) Visitas tripuladas a la superficie de Marte: 2010–2015. El vuelo tripulado a la órbita de Marte se basa en tecnología perfeccionada en el intervalo 2000–2005. Las visitas tripuladas a la superficie se basan en tecnología perfeccionada en el intervalo 2005–2010.

Fase 4: construcción de la flota interplanetaria

Ensamblar cerca de 100 embarcaciones de éstas en el intervalo 2015–2025.

Fase 5: vuelos a Marte de flotillas a propulsión

(a) Se construye la terminal espacial en órbita marciana: 2020–2025

(b) Se comienza a enviar materiales para construir habitaciones permanentes sobre la superficie: 2020–2025.

(c) Entrega completa de materiales y personal para comenzar el descenso principal a la superficie de Marte para iniciar la colonización permanente: 2025–2026.

Fase 6: descenso a la superficie marciana, para iniciar trabajos de construcción: 2026–2027

La lista anterior simplemente da una idea del método de fases que se debe emplear. Nuestros principales objetivos son demostrar:

1. Que la colonización de la Luna y Marte son aspectos indispensables e integrales de la misión de colonizar Marte.

2. Que los pasos requeridos nos compelen a proceder por etapas bastante bien definidas y sincronizadas por adelantado.

3. Que cuarenta años es un plazo razonable para completar todas las etapas esenciales; ni demasiado apretado ni demasiado holgado.

Esta síntesis nos servirá ahora de fundamento para discutir los otros puntos clave a considerar. Luego consideraremos algunas de las razones principales por las que tenemos que colonizar Marte; y después, consideraremos los beneficios que ello le acarreará a la gente que se quede en la Tierra, tanto en cada una de las cuatro décadas entrantes, como después.

Los objetivos científicos

Los astrónomos son los primeros en decir por qué debemos ponernos a cierta distancia de la órbita terrestre. La atmósfera de la Tierra nos impide observar todo el espectro de radiación de las estrellas y las galaxias, y hemos llegado casi al límite de lo que podemos descubrir de nuestro vasto universo desde observatorios en Tierra. Las observaciones mejoran un poco con telescopios y radiotelescopios en órbita terrestre baja, pero para muchas mediciones importantes, el área contigua a la órbita solar de la Tierra es un lugar muy sucio y ruidoso. Debemos tener la capacidad de medir toda la gama del espectro de radiación electromagnética en el espacio, desde la onda muy larga hasta la muy, muy corta: de toda estrella, galaxia y demás fenómenos distantes observables.

La construcción de observatorios tan distantes como la órbita de Marte, y más allá, alegrará mucho a los astrónomos jóvenes, pero el fin de gastar todos esos miles de millones de dólares obviamente no es sólo darle a los astrónomos algún tipo especial de placer personal. La cosa es que con ayuda de dichos observatorios, nuestros astrofísicos podrán responder a muchas preguntas muy importantes para la vida en la Tierra, preguntas que no se pueden responder sin la información del antedicho conjunto de observatorios científicos instalados en el espacio.

A medida que la ciencia física avanza, lo que ayer se aceptaba como lo mejor de la física parece desmoronarse. Cuando eso ocurre, los físicos generalmente mascullan la maldición más horrible de su vocabulario científico: "anómalo". Al principio, ven con sospecha los incómodos resultados experimentales y piensan que alguien les jugó una mala pasada. Tarde o temprano, algunos físicos advierten: "De nada sirve calificar de 'anomalías' estos incómodos resultados experimentales. Tenemos que enfrentar los he-

chos científicos; algo anda mal en los textos científicos actuales".

La historia de las "anomalías" es la historia del avance fundamental en la ciencia. La ciencia moderna comenzó con la obra de Nicolás de Cusa. En 1440 Cusa publicó un libro, *La docta ignorancia*, el cual logró, principalmente, dos cosas. Cusa presentó un descubrimiento que la ciencia moderna llama el principio de acción mínima y al que los matemáticos se refieren como el "teorema isoperimétrico". Cusa demostró que la geometría, como entonces se enseñaba, contenía un error fundamental, y que ese error tenía malos efectos en el pensamiento físico. En el mismo libro, Cusa presentó un pensamiento físico que sentó las bases para la obra posterior de figuras tan destacadas como Leonardo da Vinci, Kepler y Leibniz. Desde entonces, cada paso del avance fundamental en la ciencia experimental se ha centrado en torno a descubrir errores, llamados "anomalías", en las doctrinas científicas generalmente aceptadas.

A mediados del siglo 19, más o menos, con la obra de Karl Gauss y sus colaboradores, la ciencia ideó un modo más efectivo de considerar el problema de las "anomalías". Se estableció como regla que para sentar cualquier principio fundamental de la física tenemos que alejarnos del rasero cotidiano del trabajo experimental y estudiar cómo se comporta el universo en sus extremos, lo muy, muy grande y lo muy, muy pequeño. En otras palabras, no podemos decir que sea cierto experimentalmente ningún principio físico hasta no haberlo demostrado mediante observaciones astronómicas y también a escala de conducta molecular, atómica y subatómica.

Se ha reconocido también, de tiempo en tiempo, a partir de la obra de Leonardo da Vinci, que además debemos demostrar los principios de la naturaleza en un tercer campo de experimentación y observación física: los procesos vivientes. El adelanto actual en la biofísica óptica nos lo recuerda una vez más.

En resumen: la importancia práctica de la astrofísica para la vida en la Tierra es que sin el tipo especial de conocimiento de las leyes del universo que obtenemos de la astrofísica, se nos cierra el camino del progreso científico en el plano de la práctica cotidiana. La astrofísica, la microfísica y la biofísica óptica son las fronteras de todo adelanto científico en la Tierra hoy.

Para explorar la actividad de estrellas y galaxias hay que medir toda la gama de radiación de estas fuentes. Hay que medir no sólo la luz visible, sino también las microondas y las radiofrecuencias, el enorme espectro infrarrojo, el ultravioleta, el de rayos X, y demás. Entre más lejos del Sol se hagan las observaciones, mejor. Lo que andamos buscando son las "anomalías" de nuestros libros de física actuales. Buscamos el tipo de prueba que, al compararla con el trabajo en microfísica y biofísica óptica, nos permitirá no sólo descubrir esas "anomalías", sino resolverlas.

El ritmo al que la ciencia avanza en la superficie de la Tierra depende mucho de este género de investigaciones coordinadas.

Se puede obtener considerable beneficio de estaciones de observación no tripuladas, puestas en varios sitios de nuestro sistema solar. Encaramos cada vez más el hecho de

que también debe haber en el espacio laboratorios y observatorios tripulados.

Hasta ahora, el grueso de nuestra exploración espacial se ha basado en objetivos de este tipo. Ello seguirá constituyendo una gran parte del trabajo y la vida del hombre en el espacio en las próximas décadas.

Una vez tomamos medidas para poner observatorios y laboratorios espaciales a distancias interplanetarias, surge la idea de colonias espaciales permanentes. Una vez se piensa en poner algunas docenas de científicos y técnicos a distancias interplanetarias, se está planteando el asunto de la colonización del espacio.

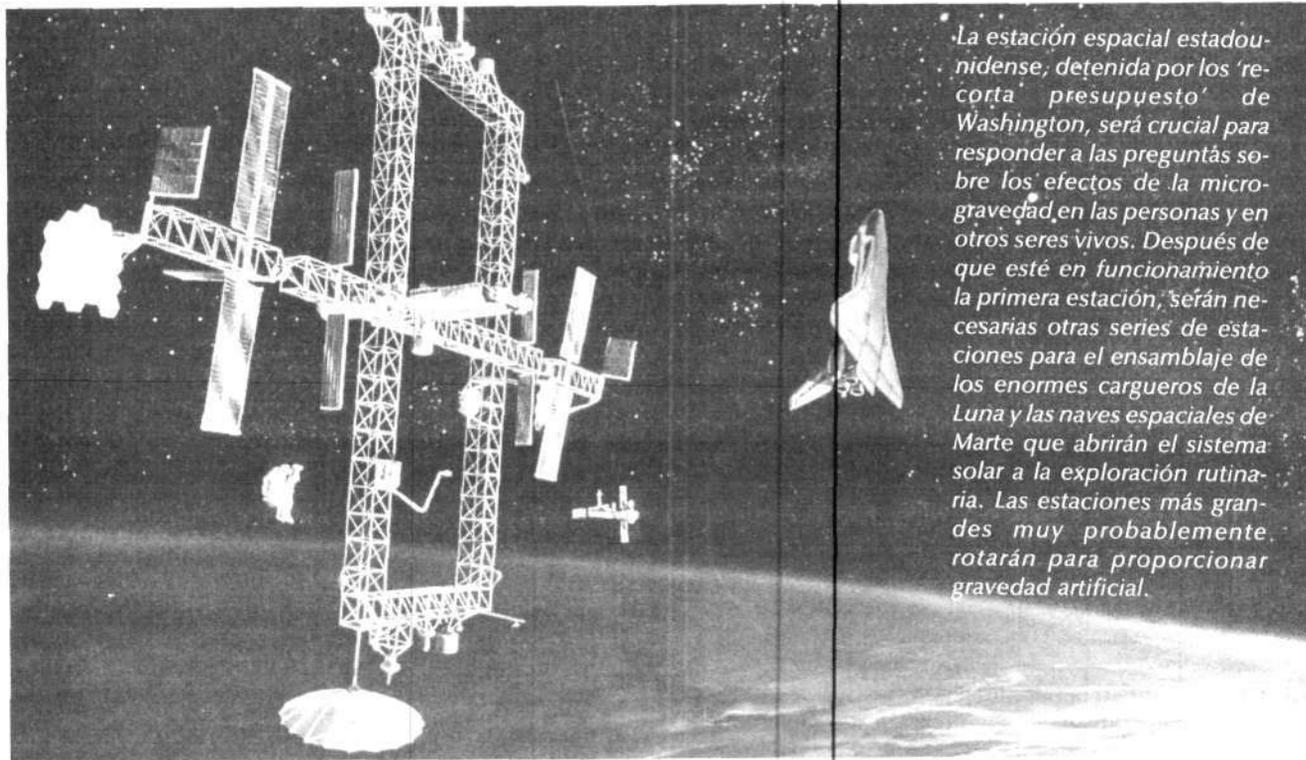
La lógica del problema es bastante simple. Para sustentar a unas cuantas docenas de científicos y técnicos en las misiones de "primera línea" de investigación espacial, necesitamos mandar un número mucho mayor de personas para mantener los dispositivos que sostienen las condiciones de vida de las que dependen esos científicos y técnicos. Tan pronto se hace el organigrama de las personas necesarias simplemente para mantener esos dispositivos, vemos que mientras decidamos poner unas cuantas docenas de científicos y técnicos en misiones espaciales de primera línea, igual podríamos mandar cientos de tales científicos y técnicos. El tamaño del personal encargado de mantener las condiciones de vida necesarias para sostener a unas cuantas docenas de científicos, en efecto sostendría a cientos con un esfuerzo apenas un poco mayor.

Una vez decidimos colocar observatorios y laboratorios a un tramo considerable de la distancia que hay a la órbita de Marte, vemos que es mucho mejor esa distancia completa y sacarle ventaja al hecho de que Marte es el sitio más conveniente para establecer una base logística para las estaciones más remotas.

Una vez resuelto mentalmente este punto, tenemos que calcular la población mínima necesaria en Marte para mantener todas las funciones indispensables que sostengan la vida en ese planeta. Incluso con apoyo logístico continuo de la base industrial en la Luna, nuestra colonia inicial en Marte sería de la magnitud demográfica de una ciudad. Debemos dejar de pensar en una "base" en el sentido de la palabra con que dijéramos "base antártica". La palabra que debemos emplear es "colonia permanente"; una colonia permanente en Marte, que se sostenga principalmente con sus propios recursos.

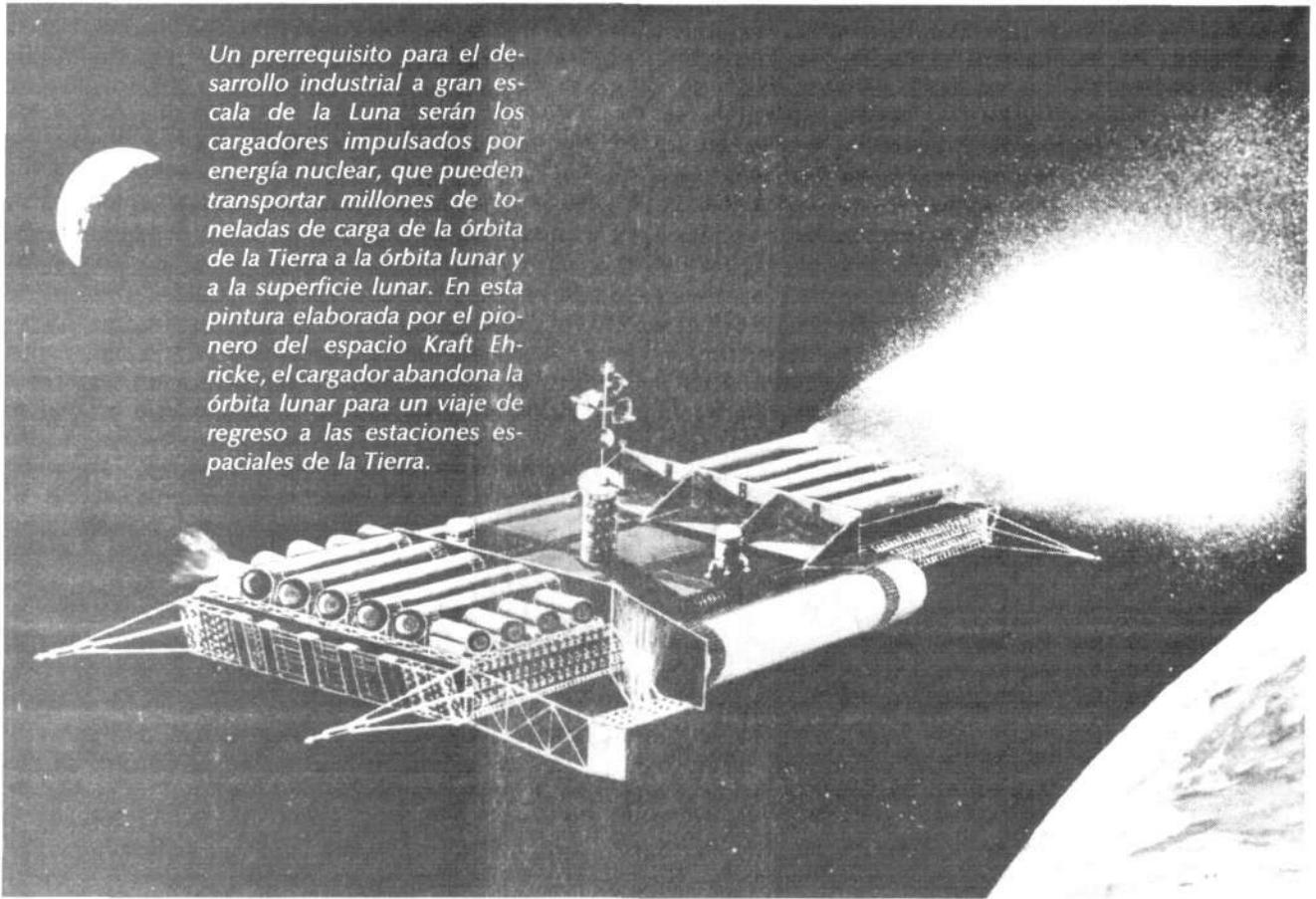
Pudiéramos ver el proyecto de la siguiente manera: veámoslo como el reclutamiento de miles de científicos y técnicos auxiliares de la investigación para dotar de personal el más grande laboratorio estadounidense de investigación espacial. Pero en vez de fundar este centro de investigación, estilo universidad, en el desierto de Arizona, lo colocamos en Marte. Para suministrar los bienes y servicios que necesitan los equipos de científicos y sus familias, construimos una pequeña ciudad alrededor del centro científico, como en el caso del laboratorio nacional de Los Alamos.

Esta población está compuesta de seres humanos, no autómatas, ni sujetos que deambulan torpemente en trajes espaciales, en una especie de ópera espacial estilo ciencia-ficción de Hollywood. Sin un ecosistema humano, muchos se volverían locos o casi locos. Crear una atmósfera en Marte, de modo que los colonos puedan andar en bicicleta o viajar en automóvil por las carreteras del planeta, quizá sea un poco aventurado para el futuro previsible; ciudades y granjas en ambientes artificiales parecidos al de la Tierra, bajo grandes domos o cúpulas, es la perspectiva más probable para el futuro previsible. Adentro de esos domos, la actividad y el ambiente humanos tienen que ser tan pare-



La estación espacial estadounidense, detenida por los 'recorta presupuesto' de Washington, será crucial para responder a las preguntas sobre los efectos de la micro-gravedad en las personas y en otros seres vivos. Después de que esté en funcionamiento la primera estación, serán necesarias otras series de estaciones para el ensamblaje de los enormes cargueros de la Luna y las naves espaciales de Marte que abrirán el sistema solar a la exploración rutinaria. Las estaciones más grandes muy probablemente rotarán para proporcionar gravedad artificial.

Un prerequisite para el desarrollo industrial a gran escala de la Luna serán los cargadores impulsados por energía nuclear, que pueden transportar millones de toneladas de carga de la órbita de la Tierra a la órbita lunar y a la superficie lunar. En esta pintura elaborada por el pionero del espacio Kraft Ehrlicke, el cargador abandona la órbita lunar para un viaje de regreso a las estaciones espaciales de la Tierra.



cidos a los de la Tierra como sea posible. Imaginemos un centro similar en medio del desierto del Sahara: fuera del oasis con aire acondicionado encerrado por el domo, todo sería bastante inhóspito y desolado.

Una ilustración

Para aclarar un poco qué clase de trabajo es la que requiere grandes colonias de científicos en el espacio, describimos algunos de los rasgos sobresalientes de un tipo de trabajo que se debe realizar.

Con el fin de analizar y medir la radiación de objetos astronómicos muy distantes, con la precisión que exigen las principales cuestiones científicas del momento, tenemos que construir a cierta distancia de la Tierra, flotando en el espacio, lo que llamamos "lentes" de grandísima apertura. Estos "lentes" miden una gran variedad de tipos de radiación de fuentes distantes.

Dichos lentes astrofísicos supergigantes no son las láminas sólidas que comúnmente asociamos con los espejos telescópicos gigantes. Están hechos de un tipo de mosaico de muchos dispositivos sensoriales independientes, cada uno de los cuales está separado de los demás por distancias relativamente grandes de espacio solar interplanetario. El número total de tales dispositivos sensoriales estaría distri-

buido en un área de miles de kilómetros de diámetro, e incluso mucho mayor. La radiación recibida por todos y cada uno de estos dispositivos integrados es coordinada, a manera de "información", por una supercomputadora con capacidad extraordinariamente superior a las que se tienen en la actualidad. Entre mayor es el área del "lente", con mayor precisión pueden enfocarse objetos muy distantes y regiones del espacio galáctico e intergaláctico. Los principios en cuestión son principios muy elementales y conocidos de la óptica electromagnética.

Preguntémosle a un astrofísico joven, maduro, que trata con emisiones anómalas de rayos cósmicos y otras radiaciones de la región de la nebulosa del Cangrejo, o complejos estelares binarios de rotación rápida, o zonas de "hoyos negros": ¿qué le gustaría de veras para la Navidad, algo tecnológicamente factible, que sería de gran valor práctico para explorar con precisión los más importantes fenómenos anómalos? Mientras piensa en todo eso, interrumpámoslo con una sugerencia: "Imagínese un lente con apertura del tamaño de la órbita de Marte". Responderá con exclamaciones de este jaez: "Técnicamente, eso es posible; acaba usted de describir el sueño de todo astrofísico".

Lo que lograremos de aquí al 2027, será mucho más modesto que eso, pero estaremos avanzando en esa dirección.

Esto no es fantasía de la ciencia-ficción. Simplemente describe en gran escala algo que ya se hace en la actualidad. Ya empleamos tecnología de este tipo. La importancia de

colocar en el espacio interplanetario lentes de esta índole, de apertura muy grande, no sólo es un requisito tecnológico muy bien definido; hay una clara necesidad de tales observatorios en términos de los principales problemas de la física actual. Cualquier físico competente puede formular las especificaciones para construir y poner en servicio dichos dispositivos en el espacio, así como enumerar algunas de las observaciones indispensables para determinar ciertas anomalías fundamentales de la física actual. Esta lista de requisitos de tecnología mejorada queda plenamente cubierta por las áreas tecnológicas que indicamos como necesarias y realizables para comenzar la colonia permanente en Marte en 2026–2027.

Hay principios fundamentales de la física que recomiendan construir dichos instrumentos de observación a lo largo de una de las órbitas keplerianas asequibles del sistema solar. La importancia física de las órbitas keplerianas es que son lo que se denomina a veces "vías de energía libre", o mejor llamadas, vías de "acción mínima". Tenemos que usar este principio de la física "neokepleriana" (la obra de Kepler corregida por Gauss, y otros) para garantizar la estabilidad deseada en el mosaico de lentes y para reducir al mínimo las perturbaciones en la posición relativa lente-objeto con respecto a los otros elementos del mosaico. La órbita de la Tierra es una de las que nos serán accesibles en las décadas venideras; la órbita de Marte es una decisión más acertada.

La clase de observatorios que justifican y requieren que se colonice a Marte, pertenecen en mayor o menor medida a la familia de los instrumentos que acabamos de describir. Por lo tanto, se trata de miles de elementos por cada mosaico grande, cada uno de los cuales precisa de la intervención tripulada directa o de la intervención automatizada, con coordinación humana, en esa localidad del espacio interplanetario.

Consideraciones similares se aplican a los laboratorios tripulados y a los laboratorios semiautomáticos en el espacio interplanetario. Hay en juego toda una gama de proyectos de investigación y producción industrial y de otro tipo, casi todos de importancia práctica ya conocida para la vida en la Tierra.

De modo que, en lo que abarca el futuro previsible, unas dos o tres generaciones adelante, tenemos que anticipar la presencia de decenas de miles de científicos e ingenieros trabajando en el espacio interplanetario. Gran parte de este trabajo tiene más o menos una urgencia bien definida para resolver cuestiones que son importantes para la vida en la Tierra misma. Para sostener esos miles de científicos relacionados con dichos proyectos, ya sea permanentemente en el espacio o en viajes prolongados de trabajo allá, se necesitan colonias en el espacio, con poblaciones de la magnitud actual de las ciudades importantes de la Tierra.

Todo lo anterior requiere del vuelo espacial a propulsión, de preferencia a aceleraciones y desaceleraciones con el efecto de una gravedad terrestre, o aceleraciones mayores en vehículos modificados para reducir el efecto en los pasajeros y la tripulación al de una gravedad terrestre. Ello precisa de condiciones que sólo pueden proporcionar cuarenta años del tipo de desarrollo que acabamos de describir.

El imperativo espiritual de conquistar el espacio

Los empiristas en general, y particularmente los conductistas, tienen una definición de "naturaleza humana" muy simplista, muy errada y moralmente muy degradada. Insisten en que la "naturaleza humana" se basa esencialmente en formas irracionales de arranques hedonistas, o "instintos". No es accidental que los psicólogos conductistas basen sus investigaciones sobre la "naturaleza humana" en detalladas observaciones de monos y otras bestias. Están totalmente equivocados; los seres humanos no son bestias, cuando menos no el tipo de individuo que quisiera uno tener de vecino, o casado con una hija.

Los seres humanos se distinguen absolutamente de las bestias en virtud del hecho de que cada recién nacido normal tiene lo que a veces llamamos "la chispa divina de la razón". Esa chispa, si se nutre, nos da la capacidad de cultivar la facultad del razonamiento creador, esa cualidad racional que vemos en la obra de los mejores descubridores científicos. Potencialmente, esas personas son de gran beneficio tanto para la sociedad contemporánea como para las generaciones futuras: una idea nueva, útil, descubierta por esa mente individual, es de beneficio para toda la humanidad. Ese beneficio es, en parte, directo. También es indirecto: nuevas y mejores ideas venideras partirán de los descubrimientos más avanzados de los científicos que les precedieron.

Esa misma chispa de la razón le da al hombre no sólo una capacidad de descubrimiento científico que las bestias no tienen. Esa chispa de la razón es el fundamento de cualquier idea duradera de belleza, y de la cualidad de amor hacia otras personas encarnada en el amor cristiano: no las formas bestiales de "amor" erótico, sino lo que los griegos clásicos llamaban "ágape". Todo lo que es bueno y hermoso en una persona, refleja el desarrollo de esa chispa divina de la razón.

Su capacidad de cultivar esa chispa divina de la razón es que coloca al hombre por encima de las bestias; es lo que define al hombre como imagen del Dios viviente. Esa cualidad que nos separa a todos de las bestias es nuestra verdadera "naturaleza humana". Nuestro auténtico interés propio es realizar por completo ese hermoso potencial que llevamos por dentro.

Si esa es nuestra "naturaleza humana", ¿qué nos dice entonces esa naturaleza que es el destino propio del hombre mortal? ¿Puede ser otra cosa que el desarrollo eficiente de esa capacidad propia para el bien, que es la chispa divina de la razón que está en nosotros? Ser bueno no se puede separar de las buenas acciones, de las obras acordes con la bondad. ¿Entonces cuál es la meta: las acciones de las que el bien nos hace capaces, o la bondad que expresan esas acciones? La respuesta a esta aparente paradoja es elemental: las buenas acciones son necesarias para la realización de la cualidad del bien en nosotros mismos. Respondiendo con buenas acciones a los problemas que nos rodean es como reforzamos el bien en nosotros mismos. Nuestro

interés, nuestra meta auténtica, es ser buenos, con la ayuda de acciones que respondan adecuadamente a cualesquier dificultad práctica que enfrentemos.

Lo que recién dijimos va más allá del pensamiento ordinario actual. Normalmente sólo se preocupan por tales ideas teólogos, filósofos y un puñado de científicos que piensan filosóficamente. Por esa razón, la mayoría de los lectores pudieran tener cierta dificultad, tanto en comprender el concepto que acabamos de describir, como en reconocer la importancia práctica de tales ideas en la vida diaria. Ahora debemos aclarar más la importancia práctica de tales ideas.

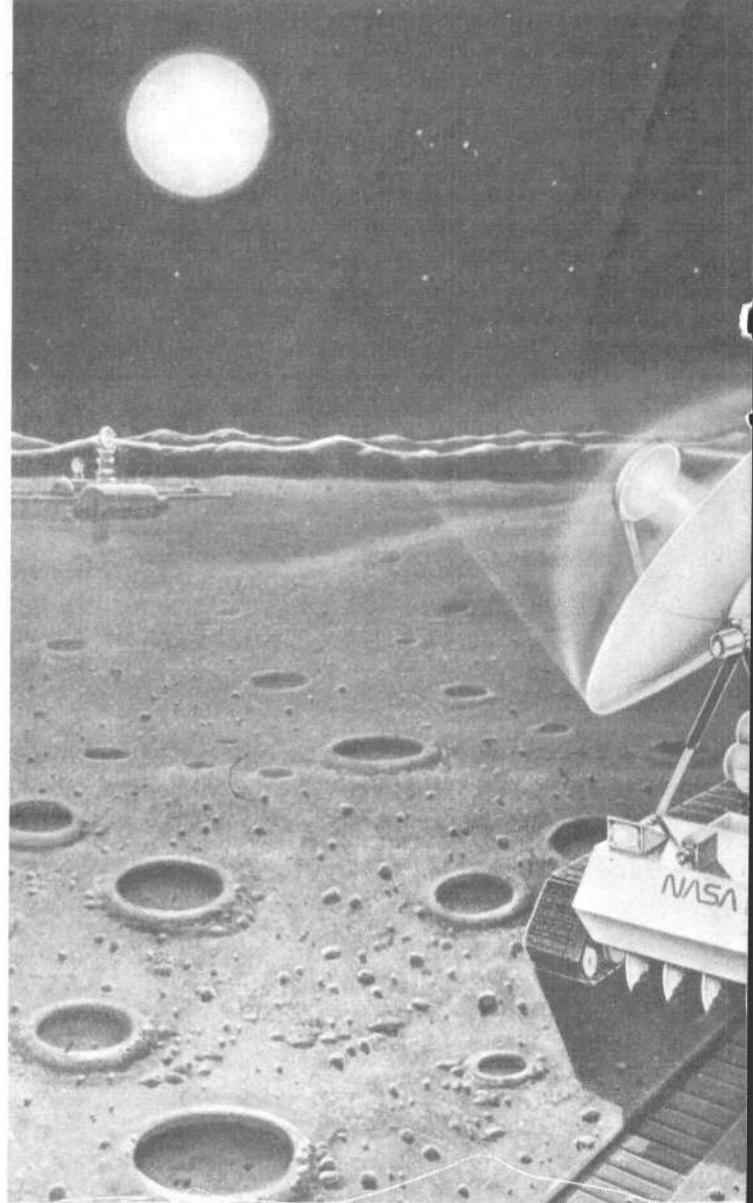
La filosofía que acabamos de esbozar es indispensable para cualquier sociedad que haya entrado a la era de la exploración y la colonización espacial. Sin adoptar este punto de vista, nadie podrá sobrevivir por largos períodos en la colonización y exploración del espacio; sin esa perspectiva filosófica, muchos sufrirán un quebranto psicológico, bajo el peso de una acumulación gradual de tensión psicológica "subliminal".

Tarde o temprano este resultará ser el principal defecto humano del programa espacial soviético. Ya han aparecido aquí y allá problemas psicológicos de este tipo, por el impacto de la exploración espacial en sectores de la población estadounidense, incluso entre los veteranos de ese programa. La diferencia entre nosotros y los soviéticos en este sentido es que la cultura occidental nos arma de los medios necesarios para superar el "shock cultural" de la exploración espacial, en tanto que la cultura soviética, tanto la "cultura materialista" soviética como las reliquias actuales del misticismo presoviético, no lo hace.

Aunque esta "tecnología" filosófica es indispensable para la colonización y exploración espacial de largo plazo, la realidad e importancia del principio es más fácil de demostrar si reflexionamos sobre los últimos 2.500 años de cultura europea. El problema que abordamos "siempre ha existido"; las condiciones de la exploración espacial en gran escala, por largos períodos, simplemente hacen aflorar ese "factor" como asunto práctico inmediato de gran importancia.

Pensemos en los más grandes héroes de la cultura europea, desde Solón de Atenas en el 599 a. de C. Aunque ciertos aspectos de sus contribuciones a nuestra civilización todavía son de importancia práctica hoy día, la mayoría de los logros prácticos de cuando vivieron desaparecieron ya en el polvo: partes gastadas, superadas, de épocas anteriores de nuestra civilización. Pero no obstante lo obsoleta que devino la mayor parte de su labor práctica, nuestra civilización no hubiera progresado hasta donde lo ha hecho en sus mejores períodos hasta la fecha, si no hubieran vivido estos héroes. La pregunta que nos plantea a todos el ejemplo de esos héroes, es: "¿Qué es lo duradero, y por consiguiente lo más importante, de nuestras vidas mortales?"

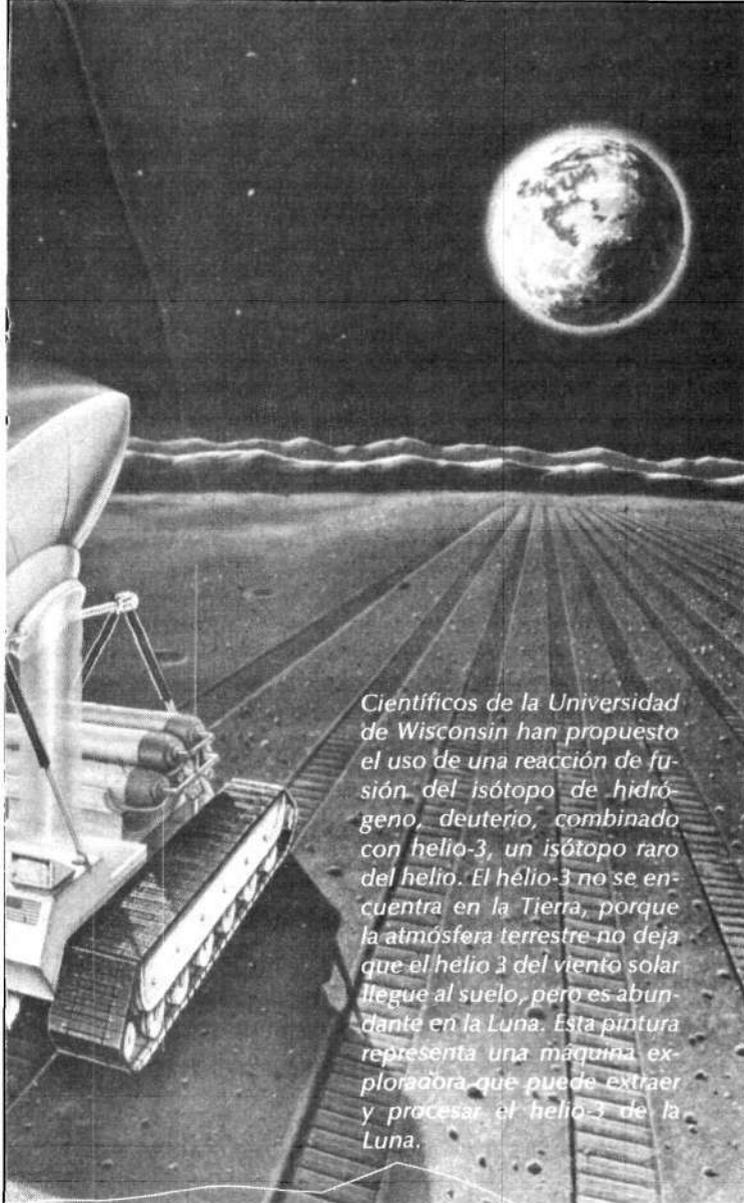
Los nuevos y brillantes descubrimientos de hoy vuelven obsoletas muchas ideas del pasado. Más adelante serán obsoletos también muchos de los descubrimientos y grandes logros de hoy. Así que estamos obligados a reconocer que hay dos formas de ver nuestras vidas mortales. Por un lado, haciendo énfasis en los actos concretos que al parecer hacen a la persona importante o no en el transcurso de su



vida: actos que la hacen aparecer importante o no ante sus contemporáneos. Por el otro lado, nos vemos a la luz de aquellos grandes héroes o gente infame del pasado remoto; muchas de las cosas que parecían más importantes en opinión de sus contemporáneos desaparecieron en el polvo de lo que ya pasó.

El segundo punto de vista instruye a nuestra conciencia: lo importante de vivir y haber vivido es nuestra contribución al progreso humano. Los actos específicos que realizamos tienen su importancia, por supuesto. Pero lo que sobrevive de esas acciones es la forma en que contribuyeron al avance del desarrollo moral y material del hombre, o a su efecto contrario.

El caso más sencillo es el de una pareja cualquiera de padres de familia, dedicados a sostener y criar amorosamente a un niño. Para que el niño crezca, se le debe sostener materialmente, por supuesto. Por lo tanto, el cuidado físico del niño es parte esencial de un acto moral. Pero lo esencial es la formación del carácter del niño. Por pequeña que sea la contribución que hagan a la formación del carácter de un niño sus padres, la escuela, etc., ésa será más adelante la capacidad y la resolución de ese niño, ya adulto,



Científicos de la Universidad de Wisconsin han propuesto el uso de una reacción de fusión del isótopo de hidrógeno, deuterio, combinado con helio-3, un isótopo raro del helio. El helio-3 no se encuentra en la Tierra, porque la atmósfera terrestre no deja que el helio 3 del viento solar llegue al suelo, pero es abundante en la Luna. Esta pintura representa una máquina exploradora que puede extraer y procesar el helio 3 de la Luna.

de cultivar el carácter de sus propios hijos y nietos. En esa forma, las actividades más ordinarias de la vida de los padres, incluso de una madre ignorante confinada a los límites de la vida hogareña ordinaria, la familia, la comunidad, tienen repercusiones morales que se extienden a generaciones remotas.

Desde este punto de vista histórico, esta forma histórica de ver individuos tanto del pasado remoto como del presente, el aspecto más esencial de los actos buenos e importantes de una persona viviente es ese carácter moral y la formación intelectual científica de la persona. Es su capacidad de elegir entre el bien y el mal, y su capacidad de responder a las dificultades en forma eficientemente acorde con el bien, lo que le permite a un individuo o una nación entera escoger y realizar el tipo de acciones que juzgarán beneficiosas las generaciones posteriores.

Llamemos a ese desarrollo conjunto del carácter moral y la formación intelectual de tipo científico, la búsqueda del bien. Esa cualidad de bondad, tal como se desarrolla en el individuo y en la nación, constituye la capacidad de esa persona o nación de responder a las exigencias del momento en una forma que tendrá valor duradero.

Tal como lo hemos indicado hasta ahora, al menos implícitamente, nuestra capacidad de prever las tareas prácticas que corresponderán a nuestros nietos y bisnietos tiene límites. Por cada década que pretendamos anticipar, la naturaleza exacta de esas tareas se va haciendo cada vez menos concreta, menos exacta. Ni los científicos más avanzados pueden ver mucho más allá de los próximos cincuenta años, para predecir los niveles generales de tecnología y problemas afines que tendrán nuestros nietos y bisnietos.

En tal caso, ¿cómo saber si a final de cuentas tendrá resultados buenos o desastrosos la labor de nuestra generación? Nuestra capacidad de responder en términos prácticos es limitada. Sólo estaremos sobre piso seguro si llevamos a cabo nuestra meta fundamental, el enriquecimiento del carácter moral y la formación intelectual y científica de las próximas generaciones. Logrando eso, tenemos la seguridad de que nuestros nietos y bisnietos tendrán una capacidad moral y científica mayor que la que nosotros tenemos hoy. Por lo tanto, estarán mejor dotados que nosotros para perpetuar el bien cincuenta años más allá de sus propias vidas.

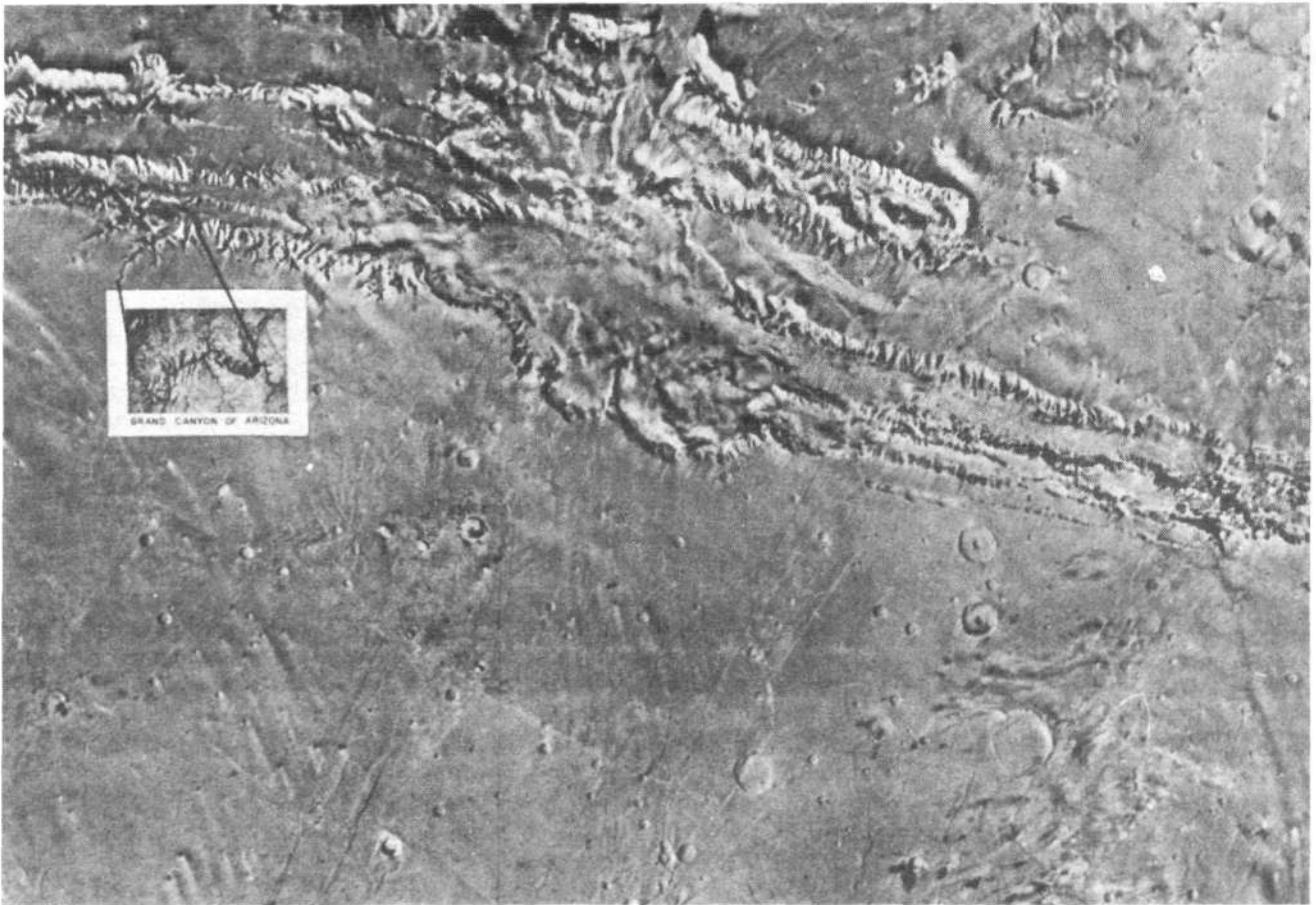
Para aclarar más el punto, pongamos por caso que hiciéramos de los Estados Unidos una gran potencia económica y militar, a la que ninguna otra nación o naciones del planeta pensarían retar; no obstante, descuidamos cultivar el carácter moral de nuestros hijos y nietos. En tal caso, como vemos en las naciones e imperios destruidos en el pasado, esos nietos y bisnietos destruirán la nación con decisiones erradas.

Esa ha sido precisamente la raíz de nuestra ruina en el período de posguerra hasta la fecha. El Departamento de Estado apartó nuestra política exterior de la perspectiva de construcción de naciones que fomentara durante la guerra la presidencia de Franklin Roosevelt. Permitimos que se subvirtiera la moralidad del núcleo familiar, piedra angular de la formación del carácter del niño. Permitimos la subversión inmoral de nuestro sistema educativo. En los últimos 25 años toleramos la propagación de la contracultura del rock, las drogas y el desenfreno sexual. Aunque a mediados de los años sesentas seguíamos siendo la mayor potencia económica y militar del mundo, en los últimos veinte años hemos perdido ambas cualidades, por haber descuidado el cultivo del carácter moral de nuestros hijos y nietos. Esos niños maltratados son los que ahora encabezan la destrucción de las instituciones de las que dependen el futuro de la nación.

Nuestra tarea esencial es doble.

Primero, del lado práctico de la gestión política, una nación sabia establece con cincuenta o más años de anticipación las bases del legado material que dejará a la posteridad. El lado práctico de nuestras obligaciones para con el bienestar general de nuestra posteridad queda satisfecho, en lo esencial, subordinando las principales metas prácticas de la nación a la misión de colonización de la Luna y Marte.

La misión de colonizar la Luna y Marte ilustra el hecho de que lo que hagamos o dejemos de hacer en cada una de las cinco décadas que vienen, determinará a dónde llegarán el mundo y nuestra nación dentro de cincuenta años. Para construir una casa o una industria, primero deben cons-



Valle Marineris, un enorme cañón de 4.800 kilómetros, pudiera decirnos algo sobre la historia de Marte. El cañón tiene corrientes tributarias que indican que probablemente en un tiempo hubo agua corriente en la superficie de Marte.

truirse la infraestructura económica y los cimientos de esa casa o industria. Para operar una granja, primero debe convertirse el páramo en tierra fértil. Para nuestra posteridad sería imposible, de aquí a cincuenta años, hacer el tipo de cosas que hará posible una misión a Marte y la Luna, a menos que en cada una de las cinco décadas entrantes realicemos cada una de las tareas necesarias para hacerlo posible. Eso no lo puede decidir nuestra posteridad; es nuestra responsabilidad moral con las futuras generaciones de esta nación, algo que nadie más puede hacer.

Segundo, el que nuestros nietos y bisnietos construyan o destruyan lo que les leguemos, depende principalmente de la formación de su carácter moral. Siempre que dotemos a nuestra posteridad de una buena base material, el resto dependerá de su carácter moral.

El primer requisito, la base material para los próximos cincuenta años, es indispensable; pero lo esencial y fundamental es el segundo, la formación del carácter moral de nuestra posteridad.

La cuestión práctica que abordaremos ahora es la siguiente: ¿Cómo hay que pensar para poner tanto lo esencial como lo indispensable en su debida relación y perspectiva? Lo que tiene efecto permanentemente eficaz es el fomento del carácter moral bueno y de la formación inte-

lectual de tipo científico, tanto del individuo como de la cultura nacional. Para perpetuar el bien es indispensable cumplir las tareas prácticas de la sociedad actual; pero si el fomento del carácter moral y de la formación intelectual de tipo científico del individuo y de la cultura armoniza con el principio del bien, entonces cada generación tenderá a tomar decisiones acertadas en las tareas prácticas importantes.

Debe pensarse en un proceso de autodesarrollo del bien en nuestra cultura nacional. En ese proceso, lo fundamental es el desarrollo del bien, y las tareas prácticas son simplemente la actividad indispensable del bien.

Nuestra capacidad potencial de actuar y pensar en esa forma, es el hilo esencial de nuestro legado de la cultura agustina. La obra de Filón de Alejandría, gran reformador judío y colaborador de San Pedro, contribuyó a nutrir la elaboración del cristianismo, tal como resume en forma integral ese legado judeocristiano la obra de San Agustín. Esa cultura recoge el método socrático de Platón, al tiempo que corrige el defecto teológico crucial del paganismo platónico.

El centro de la cultura agustina, desde el punto de partida especial exclusivo del estadismo de la civilización europea, es la forma en que el cristianismo agustino define al ser

humano. Definimos al individuo como hecho a imagen de Dios viviente, en lo tocante a la chispa divina del potencial de razón creativa del individuo. Esa chispa divina define a cada persona como una existencia universal, tanto espiritualmente como desde el punto de ventaja de la práctica de gobierno.

El mejor retrato de esa universalidad se obtiene desde el punto de referencia del descubrimiento científico individual. Aunque cada descubridor científico depende de los aportes de toda su sociedad, pasada y presente, para el fomento de sus capacidades individuales, cada descubrimiento científico particular es el trabajo de una mente humana individual. Así como el descubrimiento de esa idea práctica tiene repercusiones para toda la humanidad, presente y futura, así ese descubridor es un ser universal, en virtud de la formación de su carácter individual, en tanto carácter individual.

Como ya indicamos, la misma universalidad de la personalidad individual se extiende también al simple padre que consigue resultados positivos en la formación del carácter de un hijo. Se extiende a todos los que se valen del desarrollo de su carácter moral, de su formación intelectual científica, como parte integral de cualesquier trabajo que realicen.

Si el individuo, formado en este molde moral, es consciente de la universalidad de su identidad personal, y ella es el centro esencial de sus intereses personales en la vida, entonces tenemos aquí un tipo de persona moral, filosóficamente preparada para el trabajo de la exploración espacial.

La analogía militar

El astronauta que viaja por largos períodos en las profundidades del espacio interplanetario, experimenta una tensión parecida a la del soldado en guerra. Está muy lejos de lo que su niñez y adolescencia fijaron como circunstancias aceptables, envuelto en un medio extraño, hostil, letal. Ese efecto que experimenta el astronauta se proyecta a su vez a la nación y a la civilización terrestre que el astronauta representa, así como la suerte del soldado en combate tiene profunda influencia en la población de su nación. Del mismo modo que una nación participa, mediante sus combatientes, en una guerra lejos de su territorio, así la nación participa psicológicamente en la exploración espacial del astronauta. No es sólo el astronauta quien trabaja en el espacio; todos, como sociedad, estamos en el espacio. Todos experimentamos socialmente la esencia del impacto cultural que enfrenta más inmediatamente el astronauta que viaja a una gran distancia.

Guerra es guerra, y la exploración espacial es justamente eso; pero la experiencia psicológica varía entre determinados tipos psicológicos de soldados y, de igual forma, entre determinados tipos de exploradores espaciales. Las analogías entre la guerra y la exploración espacial, y en la comparación de tipos psicológicos de combatientes en guerra, arroja una importante luz sobre la filosofía moral adecuada

para una sociedad exploradora del espacio. Arroja luz directamente sobre las consecuencias de una mala elección de filosofía, y también vierte luz, implícitamente, sobre las bellezas de la participación de la sociedad en dicha exploración.

Matar seres humanos es intrínsecamente bestial y, por lo tanto, tiene el efecto de bestializar a quien mata o simplemente se prepara para matar. En el caso del peor tipo psicológico de combatiente, predomina la tendencia a "volverse monstruo": se deja surgir la bestia salvaje de lo más profundo e infantil de la personalidad. En el caso psicológico contrario, matar existe sólo como un acto indispensable al servicio de un propósito moral; es el tipo de combatiente cuya mentalidad se parece más a la de un astronauta. Este último tipo psicológico es un combatiente distante de su hogar, física y psicológicamente. Ya como soldado o como astronauta, ataca al adversario en forma impersonal; este tipo de soldado no mata por "razones personales", sino por amor a su deber hacia la causa moral superior de su nación, motivo que lo condujo al teatro de guerra. Lo esencial es ese motivo, al cual se subordina psicológica y filosóficamente lo indispensable.

Ilustra el contraste entre los dos tipos psicológicos de combatiente la forma en que el general Douglas MacArthur combinó su magnífica demostración de los principios del despliegue móvil en la Segunda Guerra Mundial y en la de Corea, y el modelo administrativo, congruente con esa excelencia militar, que empleó en Japón tras derrotar a esa potencia. El mismo punto puede ilustrarse comparando la aplicación del despliegue móvil por el general Patton con la relativa incompetencia del mariscal Montgomery. La misma diferencia se ve en la superioridad intrínseca del carácter de un soldado estadounidense de la Segunda Guerra Mundial, frente a un comandante o soldado soviético de la Segunda Guerra Mundial o de hoy día.

Los comandantes soviéticos son excelentes profesionales, pero hay en su carácter, y en el carácter de los actuales planes y capacidades de guerra soviéticos, un defecto potencialmente fatal de moralidad y cultura. Ese mismo defecto debe tender a aflorar en lo que por lo demás parecería un brillante programa soviético de exploración espacial. El punto en que queremos hacer énfasis por el momento es ese defecto, ya que algo similar pudiera aparecer en nuestro propio programa de exploración espacial.

En los libros de ajedrez, hay muchos casos de jugadas que se consideran "brillantes". El espectador incauto siente admiración por la brillante y aplastante humillación del jugador derrotado. Pero, al examinar más de cerca cada caso, la "jugada brillante" del vencedor es más el resultado de algún error del perdedor que de alguna capacidad extraordinaria del vencedor. Los actuales planes de guerra soviéticos, de aplastar militarmente a los Estados Unidos en el primer golpe, apuntan a este tipo de "jugada brillante". Los líderes soviéticos precalcularon hasta el mínimo detalle un primer golpe totalmente aplastante, seguido de un "final" militarmente brillante. Contra un adversario capaz, esa misma "jugada brillante" soviética pudiera ser la clave de una derrota soviética, tan decisiva como la que asestó Aníbal a los romanos en Cannas. El flanco más vulnerable de la capacidad estratégica soviética, de poder explotarse efecti-

vamente ese flanco, es la cultura y la psicología soviética. Los soviéticos son mucho mejores de lo que fue Montgomery, pero así como Patton hubiera derrotado decisivamente a Montgomery, también los soviéticos tienen una vulnerabilidad psicológica similar.

Los soviéticos son buenísimos, siempre y cuando cuenten de antemano con una abrumadora supremacía de fuerzas de despliegue, y que su adversario esté de acuerdo en jugar por las reglas, tal como conciben esas reglas los soviéticos mismos. Siempre y cuando los soviéticos se muevan como se planeó, del punto A al objetivo B, y que el adversario, con menor capacidad de fuego, acepte pelear así, probablemente ganen. Si el adversario cambia súbitamente el escenario para hacer más decisivos los objetivos C, D, etc., que B, el plan de guerra soviético entra en dificultades. Son incapaces de improvisar nuevas dimensiones de despliegue móvil, como lo hicieron en el pasado los mejores comandantes estadounidenses y sus fuerzas.

En la reciente guerra estadounidense en el sudeste asiático sufrimos un error parecido de política militar. Nuestras fuerzas militares se desplegaron conforme a definiciones de los objetivos y medios de guerra hechas por el *establishment* de la política exterior de los Estados Unidos. El general Giap y otros explotaron esa estupidez "estilo Montgomery" de los mandos políticos estadounidenses, aplicando el principio del "despliegue móvil" a una dimensión de la guerra mucho más amplia que la que podía enfrentar efectivamente la doctrina vigente de combate de las fuerzas estadounidenses. Desde el punto de vista puramente militar, la posición de Giap se hubiera podido atacar por los flancos si nuestra propia doctrina se basara en poner en juego la superioridad estadounidense de una manera efectiva. Pero mientras los Estados Unidos jugaban según las reglas de la "guerra de colocación de piezas", mandada por el *establishment* de la política exterior, la posición estadounidense quedó efectivamente encerrada por la estrategia de flancos de Hanoi. Se excluyó del juego la superioridad de la sociedad y la cultura estadounidenses: nuestras ventajas tecnológicas y determinante aptitud cultural para el despliegue móvil innovador.

Lo que hemos identificado, pues, como los rasgos más admirables de la política militar, también son de primera necesidad en la exploración espacial. La calidad superior de capacidad de combate y aptitud para el despliegue móvil de la sociedad estadounidense, que en general no es militarista, fluyen del hecho de que nuestra nación se fundó en una forma republicana de evolución de la cultura agustina: nace del énfasis en la igualdad social del individuo, valor que sólo puede modificarse en tanto una persona alcanza un mayor grado de formación de su carácter moral y desarrollo científico intelectual que otra. Estas son las cualidades que mejor se adaptan al éxito en la exploración espacial prolongada.

La falta de este aspecto de nuestra superioridad cultural y moral, históricamente determinada, frente a los soviéticos, es lo que representa para ellos los peores problemas psicológicos en la exploración espacial prolongada. Su cultura presente y pasada le impide a la mayoría formarse la perspectiva filosófica indispensable para aguantar la tensión psicológica de la exploración espacial prolongada.

Hablando en términos generales, los estadounidenses de hoy carecen de la aptitud psicológica para la exploración espacial que tuvieron hasta los años sesenta. Por influencia de sectores irracionistas tales como los "ecologistas" y la contracultura en general, muchos de nuestros ciudadanos dejaron de identificarse con los principios de carácter moral y formación intelectual de tipo científico, tradicionales de la herencia agustina.

Como nación, nos encontramos en proceso de destruirnos nosotros mismos, por la creciente influencia de los "ecologistas" y la contracultura radical. En los últimos veinte años, hemos atravesado un "cambio de paradigma cultural", trocando nuestra tradición agustina por una perspectiva filosófica como la de los rusos.

Pero estas recientes dificultades no son un argumento contra la exploración espacial. Son precisamente lo contrario; las exigencias psicológicas que le plantean a nuestra sociedad las audaces empresas espaciales son, precisamente, lo mejor que puede recomendarse para estimular el retorno a nosotros mismos, a nuestro legado moral.

Hay muchas cosas prácticas que urge que hagamos para salvar a nuestra nación. Ellas son lo indispensable, en cuya realización nos faltará empeño a menos que integremos nuevamente lo esencial a nuestras decisiones.

Ahí tenemos el espacio. Es un desafío al alcance del hombre. Es un desafío relacionado con el mejoramiento de la vida en la Tierra. Debemos responder con bondad al desafío.

¿Cuál es el deseo de un individuo bueno? ¿Cuál otro que el de descubrir en forma siempre menos imperfecta las leyes de la creación, a fin de que nuestro conocimiento, guía de nuestra práctica, se aparte menos de la voluntad del Creador, expresada en el legítimo ordenamiento del universo? ¿Cómo se puede ser bueno, si no se desea vivamente estar a tono con el Creador y, en ese sentido, reducir la imperfección de la comprensión propia del ordenamiento legítimo de la Creación?

¿Qué acontecimiento más bello pudiera haber en la existencia de la humanidad mortal, que levantarnos del lodo de nuestro planeta, hacia el espacio, y aceptar cualquier reto que descubramos allá esperándonos? Concebir esa tarea como algo inminente que tenemos por delante, es experimentar un sentido exaltado de belleza interior.

En los últimos veinte años, especialmente, sectores cada vez mayores de la población de este planeta, incluso en Europa occidental y las Américas, sufren de desesperanza cultural.

"No hay futuro", dicen los fatalistas "ecologistas". La juventud se cree la propaganda "ecologista" y busca una salida momentánea en el aquí y el ahora: prolifera el uso de estupefacientes que destruyen porcentajes crecientes de nuestra juventud. El mismo hedor del irracionismo y el pesimismo cultural que dio lugar al surgimiento del nazismo en la Alemania Weimar, se propaga entre nuestras naciones, destruyendo su voluntad misma de sobrevivir.

Debemos volver los ojos de la mente de nuestra juventud hacia arriba, a los cielos, al tiempo que señalamos: "Ahí descansa el futuro de la humanidad".

En ese sentido, la conquista del espacio es una presea invaluable.

Los beneficios económicos de colonizar el espacio

Los beneficios económicos de la exploración espacial son de dos clases. De esas dos clases de beneficios, los menos importantes son los productos importados del espacio a la Tierra. El principal beneficio es la tecnología mejor que la Tierra obtiene de los conocimientos derivados del proceso de la exploración espacial.

Consideremos brevemente la primera clase de beneficios, para sacar del paso el asunto. Entonces podremos concentrarnos libremente en los beneficios de la segunda clase, mucho más complejos e importantes.

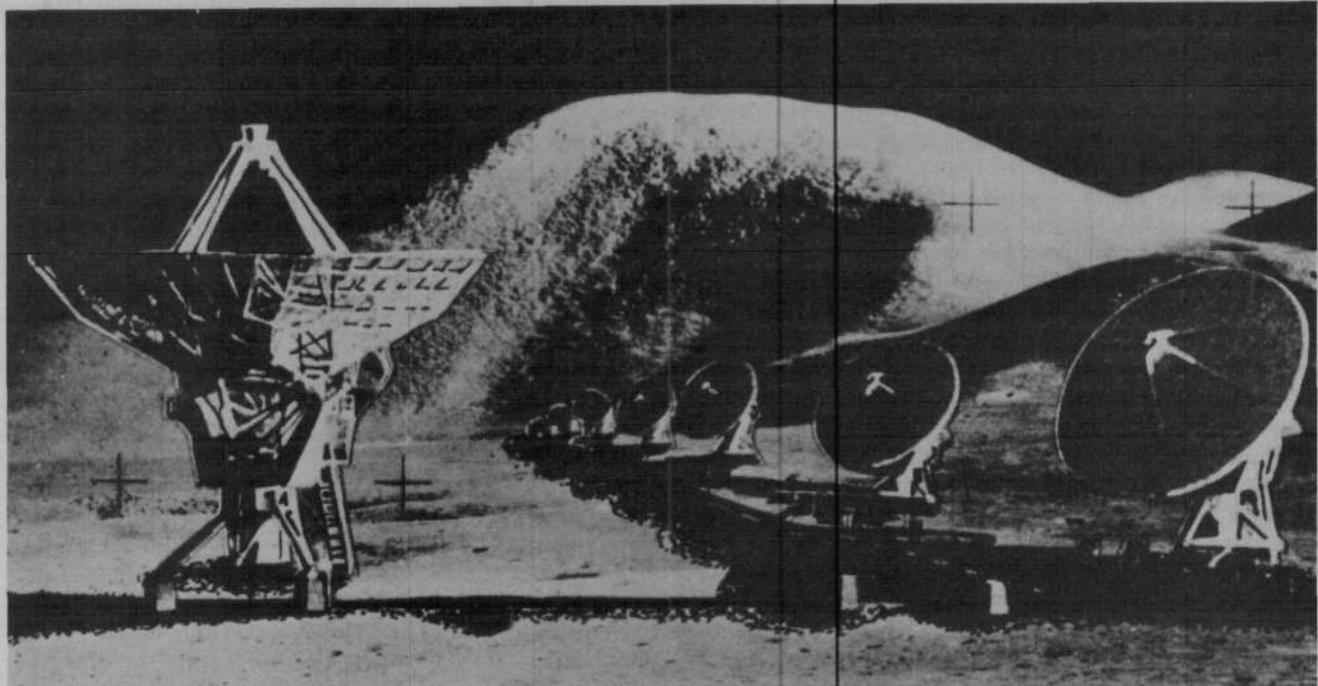
Traer cualquier tipo de carga pesada del espacio a la superficie terrestre es una idea que no tiene mejor lugar que la mente anticientífica de algún autor hollywoodense de óperas espaciales. El costo por tonelada del vuelo interplanetario, y el de bajar a Tierra carga de una órbita espacial, atravesando la atmósfera hasta la superficie del planeta, significa que nunca se emplearán las minas de la Luna, Marte o los asteroides para extraer materiales destinados a la producción aquí en Tierra.

Los únicos productos que tal vez traiga del espacio a la Tierra la gente racional serán productos de valor relativamente grande por unidad de peso. La muy mentada producción de cristales industriales en medios de baja gravedad en órbita terrestre es típica de las pocas clases de pro-

ductos que se importarán de los laboratorios espaciales. Por lo demás, se importarán muestras científicas para nuestros laboratorios e instituciones docentes, y quizá uno que otro recuerdo.

La idea de construir enormes espejos espaciales para capturar grandes borbotones de luz solar y proyectarlos a la superficie terrestre no tiene caso. La discusión de esa posibilidad plantea ciertos problemas interesantes de ingeniería, pero en el sentido económico la idea es sumamente necia. La "energía solar" para uso industrial o residencial no es "gratis". La recolección de esa energía es la forma más cara de obtener energía, en dólares por kilovatio; mucho más cara que la de los combustibles fósiles y las centrales nucleares. Actualmente se gasta más energía produciendo y manteniendo los recolectores solares, que el total de energía que se obtiene en toda la vida útil de esos recolectores. La idea de que la energía solar industrial alguna vez competirá económicamente con otras formas de energía industrial es una fantasía fuera de toda ciencia, que sólo le cabe a uno de esos guionistas de Hollywood; la densidad energética por sección transversal de energía solar, medida en kilovatios por metro cuadrado, por hora, significa que nunca será posible una solución a ese problema económico.

Eso no significa que los recolectores solares sean inútiles; son útiles en el sentido de ser muy ligeros y portátiles y, por lo tanto, pueden usarse donde no hay disponibilidad de otras fuentes de energía. Por ejemplo, hasta que establezcamos una red de energía industrial en la luna, los recolectores tendrán funciones valiosas como parte suple-



Una de las principales razones para estar en la Luna es llevar a cabo estudios científicos que no pueden hacerse en la sucia atmósfera de la Tierra, llena de ruidos electromagnéticos. Los telescopios de la Luna, como este juego de radiotelescopios, tendrán una plataforma estable, pero no una atmósfera distorsionadora o que interfiera las radiotransmisiones. Una vez que estemos en Marte, podremos colocar radares espaciales con rangos efectivos de millones de millas.

mentaria del total de fuentes de energía empleadas por los primeros grupos de exploración y construcción.

Sin embargo, aun en tales casos excepcionales, nunca sería posible depender en gran medida de la recolección de energía solar. Entre los rasgos esenciales de la colonización de la Luna está la obtención de oxígeno e hidrógeno a partir de la roca, para los suministros de agua y aire sintéticos. Para lograrlo económicamente, se requiere energía de gran densidad energética por sección transversal, según las normas de la industria. Debemos depender de la generación de energía en las modalidades de la fisión y la fusión, así como de herramientas de energía muy densa, como los láseres.

Lo que exportará al espacio la Tierra generalmente será mucho, en toneladas, y muy poco lo que importará del espacio a cambio. La producción en el espacio será para la exportación. Debemos explotar los minerales de la Luna para producir la mayor parte del peso de nuestra flota espacial, y la mayor parte del peso que llevaremos en las primeras etapas de la colonización de Marte. La mayor parte de la explotación minera y la producción fuera de la Tierra se hará con unos cuantos fines elementales:

1. Para reducir el costo de transportar carga de la superficie de la Tierra a la órbita circunterrestre.

2. Para limitar el agotamiento de las materias primas de la Tierra.

3. Para suministrarle a las colonias espaciales bienes de allá mismo.

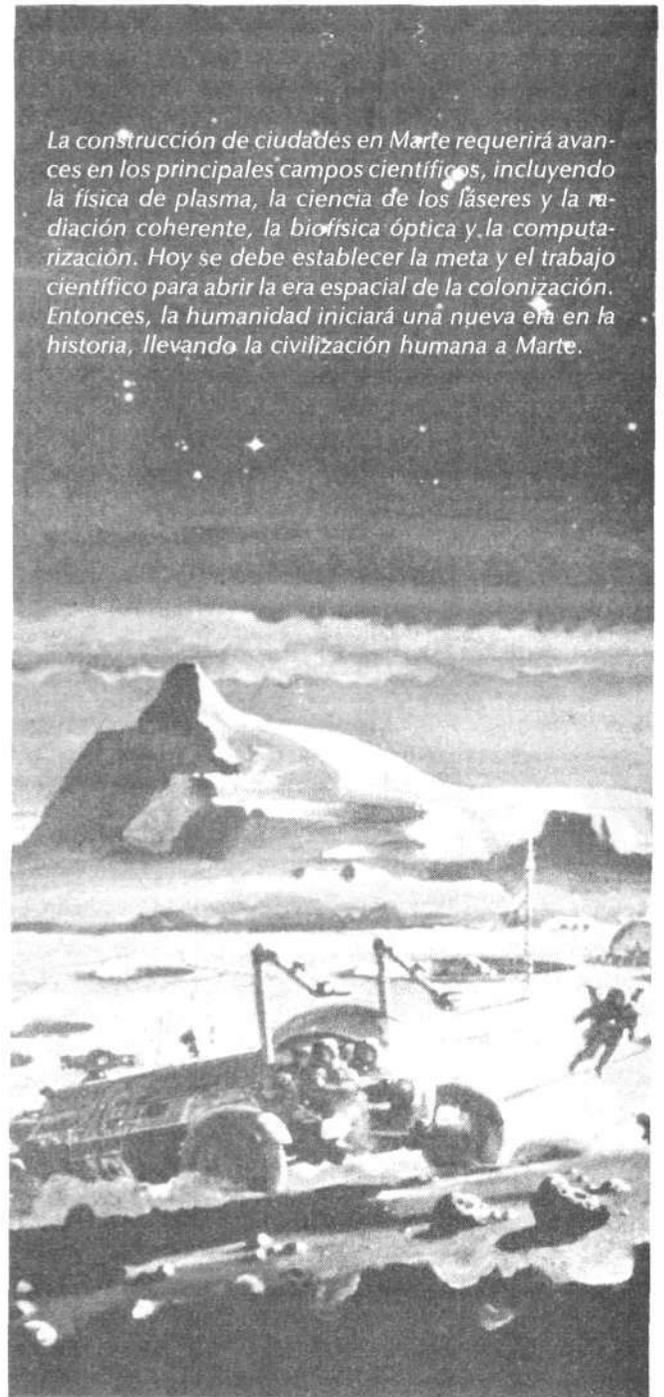
El principal producto de exportación del espacio a la Tierra será el conocimiento. El conocimiento será mucho más valioso para los habitantes de nuestro planeta que cualquier objeto físico que pudiésemos importar de otros planetas y lunas. Ese conocimiento será de mucho mayor valor que la inversión total de la Tierra en la exploración espacial.

El "reembolso" de la inversión ocurrirá en dos formas.

En los próximos cuarenta años, el principal "reembolso" será el mayor ritmo de crecimiento de la productividad que haya visto la humanidad en toda su historia. Si empezamos ahora, para fines de este siglo la productividad estadounidense será más del doble que la actual. Para el año 2027, la productividad promedio de los Estados Unidos será, cuando menos, diez veces la actual.

Todos esos aumentos de la productividad, o al menos casi todos, resultarán del desarrollo de ramas de la ciencia física que ya se están elaborando hoy día en la Tierra. Al forzarnos a perfeccionar toda esa tecnología, a medida que el programa de colonización de la Luna y Marte nos fuerza a resolver un problema tras otro, creamos inventos, basados en esa tecnología, que aumentarán enormemente la productividad de la industria, y también resultarán en grandes mejoras en la calidad de productos que se compran en empresas y los hogares.

Una vez hayan funcionado por cierto tiempo nuestros observatorios y laboratorios, se agregará un nuevo elemento al aumento de la productividad en la Tierra. Eso empezará a suceder más o menos para cuando termine el presente siglo, siempre y cuando sigamos aproximadamente la sucesión de pasos ya sugerida en este informe. Validos de nuestro trabajo en los observatorios y laboratorios espaciales, haremos descubrimientos tocantes a las leyes funda-



La construcción de ciudades en Marte requerirá avances en los principales campos científicos, incluyendo la física de plasma, la ciencia de los láseres y la radiación coherente, la biofísica óptica y la computación. Hoy se debe establecer la meta y el trabajo científico para abrir la era espacial de la colonización. Entonces, la humanidad iniciará una nueva era en la historia, llevando la civilización humana a Marte.

mentales de nuestro universo. Muchos de ellos serán descubrimientos que tal vez nunca hubiéramos podido hacer sin ayuda de la exploración espacial.

Así, mientras que en los primeros 20 ó 30 años del programa la mayoría de los aumentos de la productividad en la Tierra resultarán de extender hasta sus límites los campos científicos ya establecidos, dentro de 20 a 40 años el rasgo dominante del progreso tecnológico en la Tierra serán las repercusiones de nuevos descubrimientos realizados a partir de la exploración espacial.

Dentro de 50 ó 60 años, la principal fuente de progreso

científico y tecnológico en la Tierra será la exploración espacial. Nos convertiremos en una "civilización espacial", a diferencia de la civilización atada a tierra. Dentro de 65 años, quizá sólo unos cuantos millones de pioneros estén realmente trabajando en el espacio, pero aun así seremos una "civilización espacial". Nuestra cultura en la Tierra, nuestras nuevas ideas, se entremezclarán con ideas surgidas de la exploración espacial, y éstas dominarán cada vez más.

En los próximos 50 años, sin embargo, por lo menos, la forma en que la nueva tecnología impulsará la productividad estará regida por los mismos principios de la ciencia económica que rigen el progreso humano desde el Renacimiento Dorado del siglo 15 en Italia y Francia. Dentro de 100 ó 200 años, incluso, la ciencia económica habrá cambiado muy poco en cuanto a sus aspectos fundamentales, porque habrá cambiado muy poco la forma en que los seres humanos asimilan el progreso tecnológico para causar aumentos de la productividad.

En otras palabras, podemos tener absoluta confianza en que, si basamos nuestra misión a la Luna y Marte en directrices económicas correctas hoy, dentro de 40 ó 50 años la opción correcta serán esas mismas directrices.

El problema al que debemos volver la atención ahora es el hecho de que muy pocos "economistas" saben algo de ciencia económica; de hecho, saben mucho menos que los principales economistas estadounidenses de la primera mitad del siglo 19, e incluso mucho menos que los fundadores de nuestra república. El problema es que lo que se enseña hoy en las universidades como "economía" en realidad no es eso, sino algo que debiera llamarse "teoría monetaria". Incluso en nuestras industrias básicas, los administradores saben mucho menos de economía que los administradores de los años 40, 50 y 60. Hasta hace unas dos décadas, los administradores de nuestras principales empresas eran —al igual que los actuales administradores de la industria japonesa— o ingenieros capacitados, o gente de conocimiento más o menos equivalente, acumulado al ir subiendo en las filas de la empresa desde un puesto de producción. Los actuales economistas y la "nueva generación" de administradores de empresas producidos en serie en Harvard, son especialistas en comprar y vender, pero conocen y les interesa poco la economía de la producción agrícola e industrial.

El problema práctico que se presenta, en tanto afecta a la misión a la Luna y Marte, es el siguiente. Casi ninguno de nuestros economistas profesionales, o los estamentos dirigentes en los que influyen, tiene idea del tipo de programa económico y monetario que los Estados Unidos tendrían que instituir, ya sea para salir del actual desplome industrial y agrícola, o para lanzar un programa espacial como el indicado. Todavía hay en nuestra industria espacial o entre militares unos cuantos veteranos —ya sea jubilados o a punto de jubilarse— que recuerdan por experiencia propia cómo y por qué tuvo un éxito tan brillante el programa aeroespacial de los años 60. En ese entonces, incluso hasta los años 70, buena parte de los principales funcionarios oficiales y dirigentes industriales, y una gran cantidad de ingenieros y otros profesionales, tenían el tipo de conocimiento y experiencia necesarios para poner en marcha

el programa de viajar a la Luna y asegurar cumplidamente su éxito. Hoy esos son una pequeña minoría, que desaparece rápidamente de los medios de conducción política.

Lo anterior se refleja en los aspectos más obviamente incompetentes de los informes emitidos por la Comisión Rogers. Haciendo a un lado la cuestión del sabotaje, el hecho es que "la NASA ya no tiene la reserva de competencia profesional que tenía hasta hace apenas unos años, para no hablar de principios de los 70. En los últimos diez años se han saqueado los recursos humanos y materiales de la NASA, de nuestra industria aeroespacial en general, y de los abastecedores nacionales de los servicios aeroespacial y militar. Al igual que en nuestras ancianas aerolíneas comerciales, el agotamiento, la obsolescencia y la mutilación brutal del presupuesto nos han llevado hasta el punto en que debe esperarse una sucesión de desastres. Siempre que se lleve a la ruina a una industria antes orgullosa, como se saqueó nuestro programa aeroespacial, tarde o temprano se descompondrá todo lo que pudiera descomponerse".

No obstante la nómina de expertos que aparecen en la Comisión Rogers, los esfuerzos de esa comisión por echarle la culpa a casi cualquier cosa menos la cadena de reducciones del presupuesto oficial para la investigación aeroespacial (o la inexperiencia del actual oficial encargado de la NASA), vuelven esencialmente incompetentes todos sus informes. El problema yace no en la NASA misma, sino en lo que han contribuido a acabar con las capacidades de la NASA los virajes de la política oficial. Lo peor del informe de la Comisión Rogers, en lo tocante al asunto que aquí tratamos, es que el hecho de tolerar esa incompetencia de la comisión, tal como la hemos mostrado, indica una forma de pensar del gobierno. En tanto perdure esa forma defectuosa de pensar, ningún programa, nuevo o viejo, en el sector aeroespacial o en otros muchos programas vitales, acabará en más que un torrente de desastres sucesivos.

Por lo tanto, urge que la elaboración programática de la misión a la Luna y Marte se base en educar con el abecé de la ciencia económica a los encargados de esa política. No presentaremos aquí cosa tan amplia como un curso de urgencia de la ciencia económica; simplemente identificaremos ciertos principios básicos, e indicaremos cómo los principios se relacionan directamente con la política que dirige la tarea de la misión.

La 'economía física'

El secretario de Hacienda Alexander Hamilton y los economistas estadounidenses que le siguieron entendieron como nadie más en el mundo que la "economía", o "economía política", consiste en la coordinación de dos procesos muy distintos. Uno de ellos se llama "economía física", y tiene que ver con la producción y distribución física de bienes y servicios. El segundo proceso, el flujo de crédito, deuda y moneda, es el proceso monetario. Lo que Hamilton denominó por primera vez "Sistema Americano de economía política", sienta como realidad esencial el proceso de

la "economía física", y prescribe que se conforme el proceso monetario a los criterios de la economía física. La doctrina contraria de economía política, el dogma de la "libre empresa" de los adversarios londinenses y suizos de los Estados Unidos cuando la Revolución Americana, exige someter a la economía física a un concepto "librecambista" del proceso monetario como tal.

El primero, el Sistema Americano, mide la actividad económica, a grandes rasgos, según el criterio del aumento de la producción física per cápita, y por el papel de lo que describía Henry C. Carey como "economía de trabajo". Lo que significa "economía de trabajo" es la reducción de la cantidad de trabajo necesaria para producir una canasta básica de bienes domésticos o de producción, midiendo la canasta tan sólo por su contenido de bienes físicos, más una lista mínima de servicios esenciales. Esa "economía de trabajo" se consigue mediante el progreso tecnológico, invirtiendo gran energía y capital en la infraestructura económica básica, la agricultura y las manufacturas.

El segundo, el sistema monetarista, desprecia las consecuencias de reducir los precios por debajo del costo real de la producción de los bienes, para que los inversionistas puedan comprar esos bienes al menor precio y venderlos con la mayor ganancia monetaria posible. En lugar de medir el crecimiento económico en producción física per cápita, los monetaristas miden el crecimiento en términos de ingresos monetarios de la venta de bienes acabados, contando los ingresos monetarios de todo tipo de comercio que no esté prohibido por la ley. Según la teoría monetarista, el producto nacional bruto de los Estados Unidos crecería si se legalizara la prostitución y el tráfico de drogas perniciosas, por más que eso acelere la destrucción de la agricultura y la industria.

La política monetaria del Sistema Americano se estrenó en la colonia de la Bahía de Massachusetts, en el siglo 17: la mancomunidad monopolizó la emisión de moneda y empleó los préstamos de esa moneda para impulsar el comercio y la inversión en la producción física. En el siglo 18 impulsaron esa política para las Américas Cotton Mather y Benjamin Franklin. El gobierno estadounidense siguió las mismas pautas monetarias bajo los federalistas y los whigs americanos, incluyendo la movilización económica de principios de la década de 1860, lanzada por el presidente Abraham Lincoln, que transformó a los Estados Unidos en una gran potencia militar y una destacada potencia agroindustrial.

Los principios de la economía física fueron descubiertos por Gottfried Leibniz. Esos principios los introdujo a los Estados Unidos Jonathan Swift, aliado inglés de Leibniz, y luego los reforzó la estrecha colaboración de Benjamin Franklin con círculos leibnizianos europeos. La primera aplicación elaborada de esos principios de economía física, como política del gobierno estadounidense, apareció en el informe *Sobre las manufacturas*, de Hamilton, presentado al Congreso en diciembre de 1791. Ese informe es el principal documento de política gubernamental en que quedó plasmado el Sistema Americano de economía política.

Yo soy actualmente el principal exponente del Sistema Americano de economía política, y también soy el autor del único avance de la ciencia económica (de la economía físi-

ca) desde la década de 1870. Mi descubrimiento tiene una gran relación directa en la realización de una misión a la Luna y Marte. A raíz de mi refutación de los dogmas de Von Neumann y Wiener-Shannon sobre la "teoría de la información", descubrí una manera de medir la conexión de causa y efecto entre la introducción de un avance tecnológico y el aumento de la productividad del trabajo que de él resulta. Ahora recopilamos los aspectos de la ciencia económica directamente relacionados con la realización exitosa de una misión a la Luna y Marte.

La idea de que la sociedad humana primitiva era del tipo que se conoce como "sociedad de caza y recolección" es un supuesto que se ha puesto en boga en los últimos 140 años. En esa forma de existencia, se requeriría un promedio de diez kilómetros cuadrados de extensión de tierra para sostener la vida de un individuo promedio, en un estado de existencia miserable, y con una longevidad considerablemente menor a diez años. Eso hubiese permitido un máximo de población humana en nuestro planeta de aproximadamente diez millones de individuos.

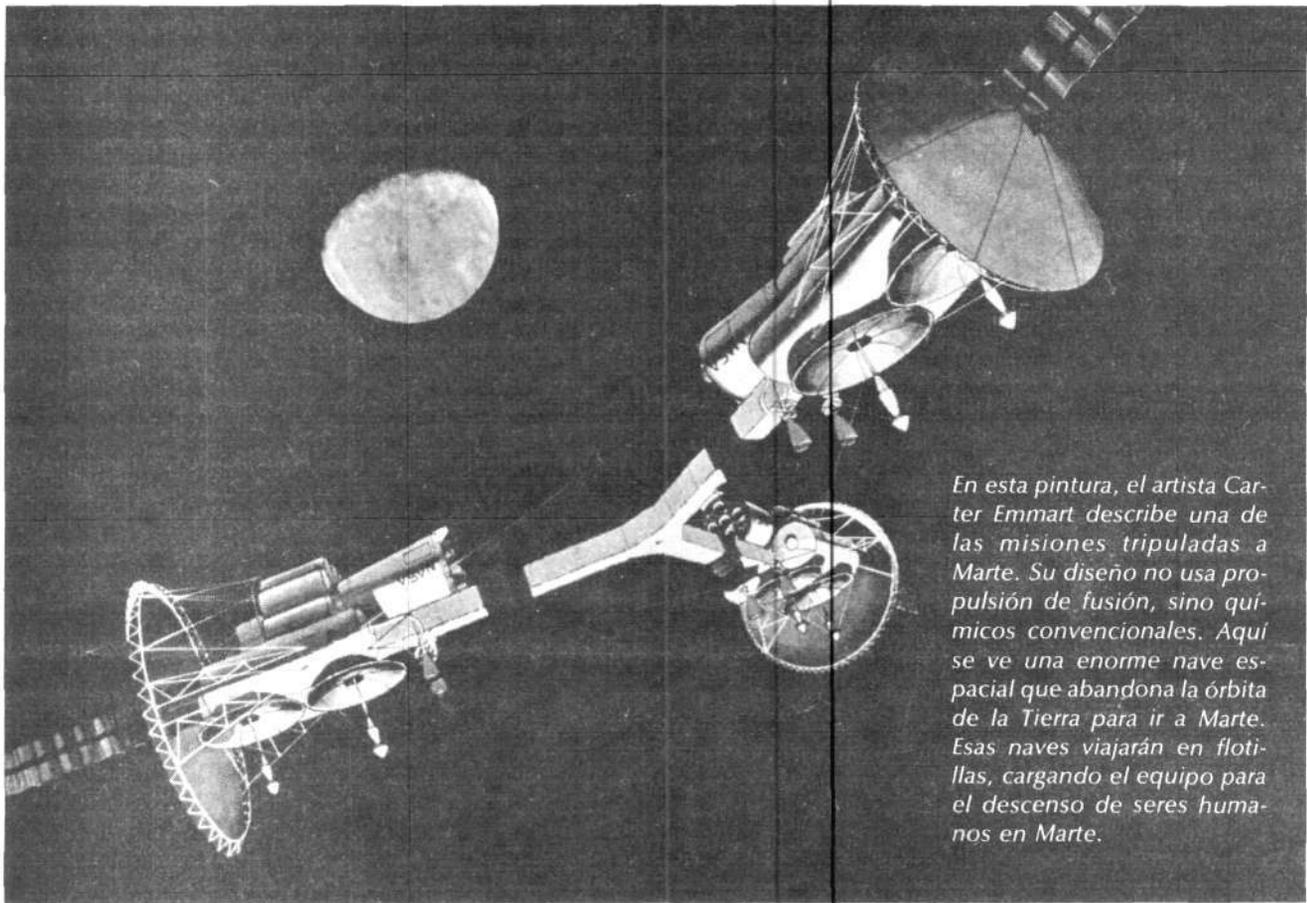
Ahora la población de la Tierra ya va llegando a los 5.000 millones de individuos. Tres cuartas partes de ese aumento se dio a partir del Renacimiento Dorado del siglo 15, debido principalmente a los resultados directos o indirectos de una política de progreso científico y tecnológico, incluyendo medidas incipientes de salud pública que se pusieron en práctica durante el Renacimiento. Fue un aumento de la densidad potencial de población de casi tres órdenes de magnitud arriba del nivel de esa "sociedad primitiva" a la que quisieran devolvernos los "ecologistas" de hoy, con ayuda del peor genocidio imaginable.

Esencialmente, medir el rendimiento económico de una sociedad, es medir el ritmo de crecimiento de su densidad potencial de población. Tales mejoras resultan de ciertos cambios en la conducta humana, relativos al progreso tecnológico. Para que haya ese progreso, se deben concentrar en el empleo productivo grandes inversiones de energía y capital.

Si no hay ese progreso, entonces la continuación de la existencia en un nivel relativamente estancado de tecnología productiva, conlleva el agotamiento relativo de buena parte de la gama de recursos primarios requeridos. Ese agotamiento provoca un aumento del costo promedio de producción de la canasta básica. En consecuencia, se reduce la densidad potencial de población. Cuando ese potencial se reduce a un nivel considerablemente menor que la densidad demográfica real, parte o la mayoría de la población afectada será arrasada en la secuencia lógica del hambre y las epidemias.

Por consiguiente, para mantener el mero equilibrio de una economía (sociedad) existente, es indispensable un ritmo mínimo de progreso tecnológico, sustentado en fuertes inversiones de energía y capital. Hay ciertas restricciones generales que definen las condiciones mínimas, ya sea para el crecimiento económico o aun tan sólo mantener el equilibrio económico. Pasamos a identificar, tan brevemente como se pueda, esos requerimientos interconexos.

Estadísticamente, el análisis económico debe partir de medir el contenido de la canasta básica tanto de bienes de consumo doméstico como de bienes de producción, en



En esta pintura, el artista Carter Emmart describe una de las misiones tripuladas a Marte. Su diseño no usa propulsión de fusión, sino químicos convencionales. Aquí se ve una enorme nave espacial que abandona la órbita de la Tierra para ir a Marte. Esas naves viajarán en flotillas, cargando el equipo para el descenso de seres humanos en Marte.

relación con el nivel de tecnología existente. Para que haya transformación, la cantidad de trabajo productivo per cápita requerido para suministrar una canasta básica, tanto de bienes de consumo como de bienes de producción, debe disminuir, y la cantidad y calidad del contenido de esa canasta básica debe aumentar con el progreso tecnológico.

En la práctica económica, cualquier solución analítica que no satisfaga esas condiciones de la canasta básica, es una solución falsa.

Siempre y cuando se satisfaga ese requerimiento, también deben satisfacerse las siguientes condiciones interconexas para sostener el progreso tecnológico:

1. Debe aumentar, tanto per cápita como por hectárea, la cantidad de energía útil que se suministra. Una mejor alternativa para medir esto es como aumento del flujo de energía útil por unidad per cápita de densidad potencial de población (aumento de la intensidad energética, en primera aproximación).

2. Debe tender a aumentar el equivalente de la temperatura media de las fuentes primarias de energía suministrada para la producción básica (aumento de la intensidad energética, en segunda aproximación).

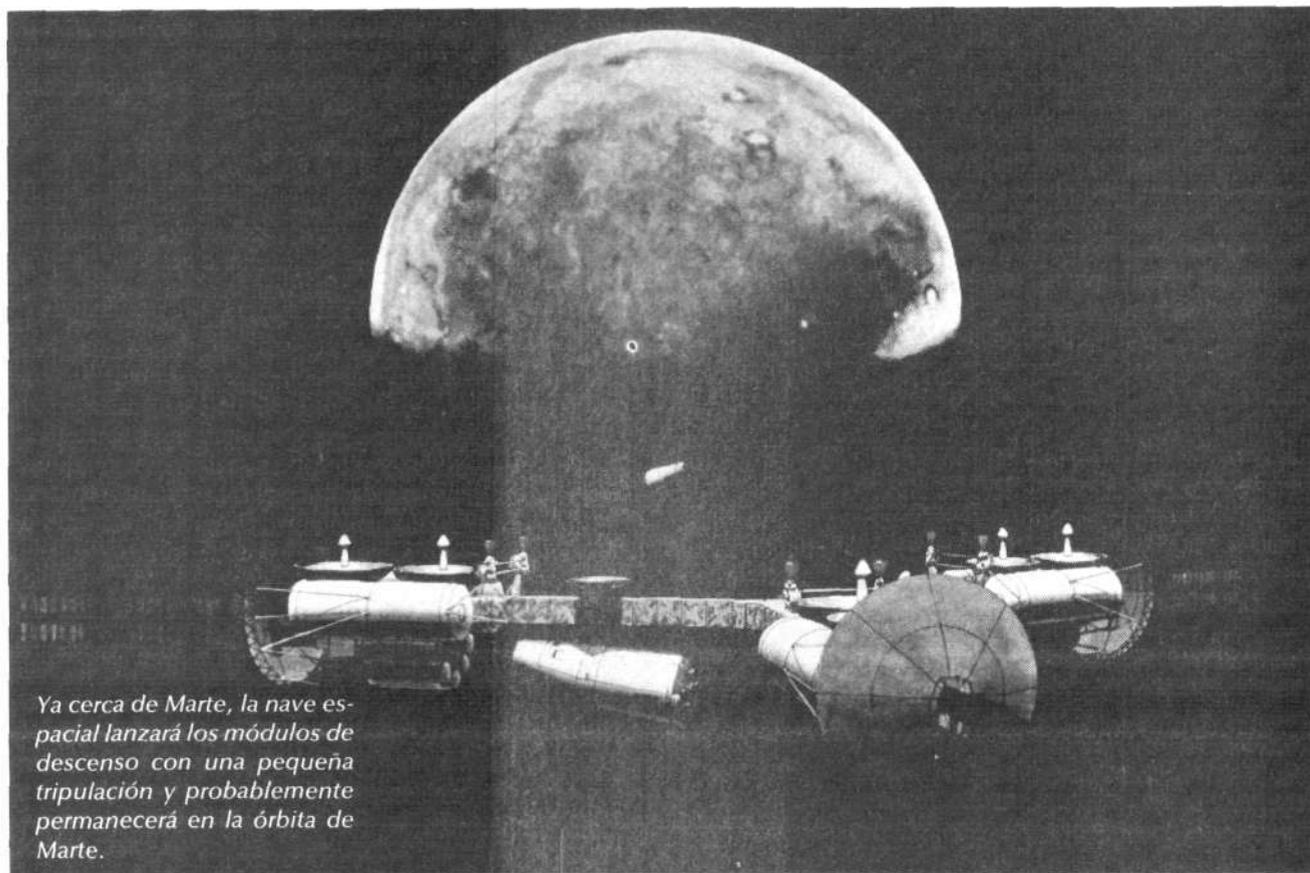
3. Debe disminuir el porcentaje de la fuerza de trabajo (familias) empleado en la producción rural, en relación con el empleo urbano en infraestructura y manufacturas, siempre y cuando aumente la producción per cápita de alimentos y textiles de la sociedad (intensidad de capital, en primera aproximación).

4. Debe disminuir el porcentaje de la fuerza de trabajo (familias) empleado en la producción urbana de bienes de consumo, en relación con la producción de bienes de producción, siempre y cuando la canasta básica per cápita de bienes de consumo mejore en cantidad y calidad (intensidad de capital, en segunda aproximación).

5. La tecnología, tal como Leibniz definió inicialmente ese término, debe avanzar.

Estos requisitos delimitan un proceso de introducción de avances tecnológicos al proceso productivo. Se da por sentado que la economía estadounidense se dedique al crecimiento neto de la productividad, mediante el progreso tecnológico en la forma de grandes inversiones de energía y capital. También se da por sentado el grupo de restricciones que acabamos de enumerar. Para identificar la conexión entre la misión a la Luna y Marte y los rápidos aumentos de la productividad que se "filtran" a la economía a partir de ese programa, debemos fijar la atención en las repercusiones de la quinta limitante de las anteriormente expuestas.

Para seguir adelante con este punto, debemos empezar por subrayar de nuevo que el término "ciencia económica" debe limitarse en su definición y uso al significado de "economía física" tal como la fundó Leibniz. "Economía física" significa conceptualmente el enfoque físico-matemático de un proceso interdependiente de producción y consumo. Como lo implica la anterior lista de restricciones, esa física matemática se inclina marcadamente hacia la termodinámica.



Ya cerca de Marte, la nave espacial lanzará los módulos de descenso con una pequeña tripulación y probablemente permanecerá en la órbita de Marte.

mica. La definición adecuada de "tecnología", concepción suministrada explícitamente por Leibniz por primera vez, es el concepto central de "economía física".

Mis descubrimientos originales en materia de ciencia económica nacen de una mayor elaboración del concepto de "tecnología" de Leibniz. Se puede mostrar que mis descubrimientos pueden reducirse, formalmente, a una aplicación retrospectiva de la obra de Gauss, Dirichlet, Weierstrass, Riemann y Cantor, para enriquecer la elaboración de la definición original de Leibniz. También es importante recalcar que el concepto de "tecnología" así elaborado es totalmente incompatible con las ideas de la "teoría de la información" de Von Neumann y Wiener-Shannon, y también es incompatible, por motivos directamente relacionados, con la definición estadística ("reduccionista") de "negatoentropía" asociada con la obra de Boltzmann.

Este informe tomará de la definición correcta de "tecnología" tanto como se relacione directamente con los rasgos programáticos esenciales de la misión a la Luna y Marte; no estudiaremos las ramificaciones de las distinciones recién identificadas más que en cuanto sean directamente pertinentes al asunto que tenemos por delante.

La elaboración de Leibniz de la ciencia económica empezó con un pequeño trabajo de 1672, titulado "Sociedad y economía", cuyo tema es la delimitación más general de lo que identificamos antes como el requisito inicial del que dependen las cinco condiciones interconexas que enumeramos. Su obra posterior en la elaboración de la ciencia económica hace énfasis en el estudio de las características

generales de la maquinaria movida por calor. Ese estudio iba de la mano con la colaboración de Leibniz en la creación del primer motor de vapor (el de Denis Papin), y Leibniz se refirió a él en sus propuestas de reformar la minería, el transporte y las manufacturas, mediante la introducción del uso generalizado del motor de vapor producido por combustión del carbón. La consigna de Leibniz para esa reforma, que luego se llamaría "la revolución industrial", era que mediante el empleo de la máquina movida por calor, "un hombre puede hacer el trabajo de cien" que emplearan los métodos prevalecientes hasta entonces.

En general, dado cierto género de maquinaria movida por calor, la productividad del operador aumenta en función del aumento de la cantidad de calor suministrado para mover la máquina. Cabe agregar que al aumentar la densidad de energía por sección transversal y la coherencia relativa del suministro de energía, las capacidades productivas del trabajo también crecen en función de ese factor. Es en este marco que aparece el concepto de tecnología de Leibniz.

Para resumir, supongamos el caso hipotético de que un mismo operador emplee alternadamente dos máquinas movidas por calor para producir el mismo tipo de trabajo (producto). Supongamos el caso muy especial de que las dos máquinas consumen la misma cantidad de energía, derivada del carbón, por hora (la misma densidad energética por sección transversal), pero el operador produce más con una de las máquinas que con la otra.

Este caso ilustrativo pudiera refinarse con mayor exacti-

tud, pero el punto queda suficientemente bien ilustrado para nuestros fines con ayuda del caso planteado.

La única diferencia discernible entre la actividad de las dos máquinas es una diferencia en su organización interna. La idea de que esa diferencia sea la causa eficiente del aumento de la productividad es el significado esencial del término "tecnología".

El concepto de "tecnología" puede precisarse otro poco de la siguiente forma. Descubramos una forma en que podemos medir formas relativamente mejores y peores de organización interna de máquinas movidas por calor, desde el punto de vista que acabamos de dar en el ejemplo. El punto de vista desde el que puede lograrse tal medición es el principio geométrico de acción mínima, de Leibniz. De hecho, para hacerlo en la forma exacta que requerimos, debemos recurrir a la obra de Gauss, Dirichlet, Weierstrass y Riemann que se relaciona con ello, sobre el tema de la construcción de funciones continuas "no lineales". No hace falta profundizar aquí en el posterior refinamiento basado en las contribuciones de Riemann; basta señalar que existe esa provisión necesaria.

El hecho es que existe un principio ordenador de la física, mediante el cual podemos definir si un grado de organización interna de un proceso es superior a otro; lo que es más, ese principio ordenador guarda correspondencia funcional con el aumento de la productividad de los operarios. La función que define esa correspondencia entre grados sucesivos de organización y el aumento de las capacidades productivas del trabajo, es la definición estricta de "tecnología".

El problema práctico del que depende la interrelación entre progreso científico y aumento de la productividad del trabajo, es la necesidad de descubrir un principio común que, por un lado, describa esos conceptos científicos que llamamos descubrimientos y, por el otro, describa los cambios en la organización de maquinaria o procesos análogos, que resultan de introducir al proceso productivo descubrimientos científicos en forma de tecnología mejorada. Eso significa que, por un lado, debemos poder aislar, en el proceso mental del científico, aquel aspecto que viene a este caso, de la misma manera que las mejoras tecnológicas en la organización de la maquinaria. Para los presentes fines prácticos, podemos limitarnos a describir esa conexión.

En los casos de Nicolás de Cusa, Leonardo da Vinci, Pascal, Leibniz, Monge, Gauss, Riemann, y otros casos destacados, sabemos que la organización de su pensamiento científico era congruente con lo que hoy llamamos "geometría constructiva". La elaboración de esa geometría en el siglo 19, principalmente por obra de Gauss, Dirichlet, Weierstrass y Riemann, es indispensable para rastrear el proceso de pensamiento científico de la mente en términos más que descriptivos y generales. Todo descubrimiento científico conlleva la generación de una o más "singularidades" en un modelo geométrico previamente establecido. Ese proceso mental pertenece al tipo de soluciones a funciones continuas "alineales" que desarrollaron Dirichlet, Weierstrass y Riemann.

Aquí pudiéramos tomar un atajo. Hemos indicado que el concepto mental que llamamos descubrimiento científico puede tratarse como una clase especial de "modelo" geo-

métrico. Hemos indicado que hay congruencia entre ese modelo mental de una idea científica y el cambio de organización interna de una máquina, que resulta de aplicar esa idea científica, esa "tecnología", para mejorar el diseño de la máquina.

En otras palabras, el debido tipo de pensamiento matemático riguroso en la física, es un reflejo de lo que sucede, de hecho, en el proceso mental de un físico que genera un nuevo descubrimiento. Es simplemente indispensable construir en forma adecuada esa matemática: de hecho, una geometría sintética riemanniana. (Los modelos matemáticos basados en una aritmética o álgebra axiomática deductiva, no suministran tal representación). Lo que queremos decir es que un modelo físico-matemático correcto del pensamiento del físico, es un modelo de los cambios en la organización (tecnología) de la maquinaria mejorada que resulta de ese descubrimiento.

A primera vista esto podrá parecerle exótico a algunos.

Un poco de sentido común ayuda a disipar esa impresión. El pensamiento práctico es práctico sólo en la medida en que las ideas generadas hagan que las manos del pensador adapten su conducta al efecto previsto por la idea. Para lograr ese resultado, la mente debe pensar en términos de interacciones estructuradas de causa y efecto, entre las manos del pensador y el proceso que trata de controlar. A este tipo de estructura llamamos "geometría"; el tipo de geometría que satisface ese requisito es lo que se conoce indistintamente como geometría "constructiva" o "sintética".

En un caso ideal, un fabricante que no está satisfecho con la productividad que obtiene con cierto diseño de una máquina, llama a un pensador creativo ideal que conoce ese tipo de máquinas. El pensador estudia la organización interna de los procesos de la máquina. Asimila en su proceso mental la idea de esa organización, en tanto idea de organización. Manipula en la mente esa imagen geométrica, con el fin de descubrir algún tipo mejor de geometría interna para una máquina de ese tipo. Regresa a adaptar a su idea geométrica el nuevo diseño de la organización interna de la máquina.

En general, la idea puede compararse con los planos de un nuevo diseño. De hecho, cuando el diseñador traza un plano, plasma geoméricamente en el papel ese tipo de pensamiento.

La introducción de la ciencia a la producción, como tecnología mejorada, se da como creación de un modelo físico de un concepto mental.

Eso es precisamente lo que se hace en la física experimental. Como lo demuestra el profesor Felix Klein en la forma más efectiva, todos los buenos físicos experimentales piensan geoméricamente, no algebraicamente. Así, para esos físicos, toda hipótesis experimental tiene de suyo, más o menos, la forma del diseño físico de un aparato experimental. Ese físico va al taller de la universidad y trabaja con los ingenieros para construir un aparato compatible con su idea.

Más tarde, los experimentos mejorados cobrarán la forma de cambios en la estructura del primer modelo. La correspondencia entre la forma geométrica del pensamiento científico y los cambios en la organización del aparato, es

más o menos obvia para un observador perspicaz del proceso.

En el caso del progreso tecnológico, el físico va a las fábricas y colabora estrechamente con los ingenieros y los mecánicos para construir una nueva variedad de máquina herramienta u otros bienes de producción. Aquí la lógica es la misma que en el caso de los científicos que trabajan en el taller universitario, cuando construyen un aparato experimental.

Cuando se introduce a la planta de producción la nueva *máquina herramienta o bien de capital de que se trate*, se vuelve un medio por el que el progreso científico se expresa en progreso tecnológico y aumenta la productividad de la planta productiva.

Esta forma de ver el proceso de introducción de tecnología siempre mejor, apunta a la política económica apropiada para la colonización de la Luna y Marte:

1. Acelerar la investigación científica fundamental en todas las áreas que atañen al programa.

2. Aumentar el presupuesto y el personal para construir aparatos experimentales.

3. Aumentar enormemente el flujo de capital operativo en el sector de máquinas herramienta de la industria.

4. Estimular el flujo preferencial de retenciones salariales, inversión de ahorros y crédito barato hacia la inversión de capital de producción en los renglones industriales del caso.

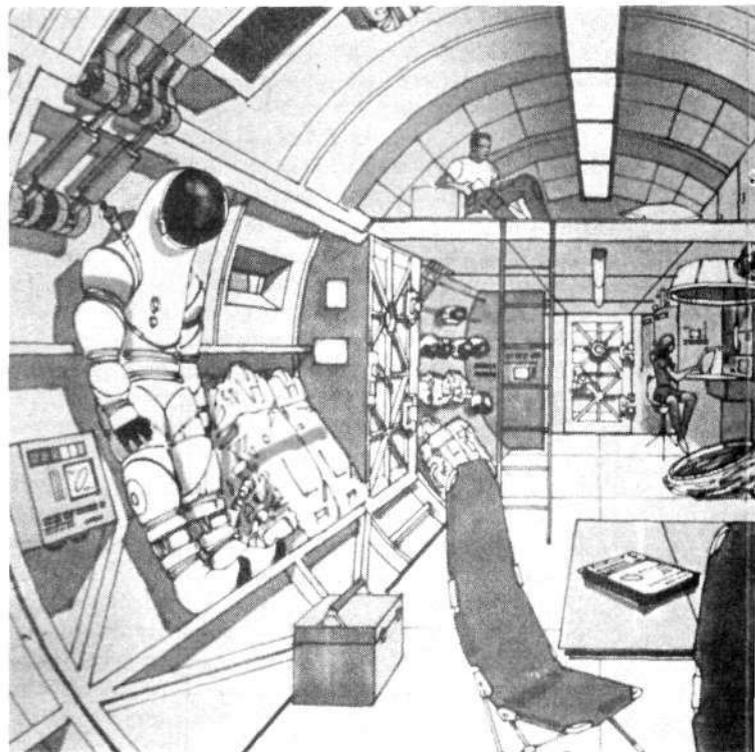
5. Fomentar el aumento del volumen de producción de máquinas herramienta y otros bienes de capital, y proporcionar mayores alicientes para acelerar el ritmo de innovación tecnológica en el diseño de esos bienes de capital.

Política económica nacional

La anterior política tiene un parecido importante precisamente a lo que hicieron los Estados Unidos entre los años 1939 y 1943, especialmente, cuando se hizo andar la economía estadounidense al ritmo necesario para mantener el esfuerzo de guerra. La similitud no es coincidencia.

Los izquierdistas —especialmente los izquierdistas— solían insistir en que fue la guerra la que estimuló la retardada recuperación estadounidense de 1939–1943, tras la gran depresión de los años treinta. Los izquierdistas se basaban en el pensamiento monetarista; usualmente tendían a una mezcla del *fabianismo británico* de John Maynard Keynes y un Carlos Marx del tipo que se enseñaba en el King's College de Cambridge. Su argumento era que la demanda de artículos de guerra estimuló la recuperación económica: la doctrina de que el burro de la "demanda" es el que tira del carro de la inversión y la expansión de la producción.

Tras la recesión de la posguerra, hubo una recuperación que coincidió con la guerra de Corea. Más tarde, tras la recesión de 1957 a 1959, hubo la "recuperación post Sputnik", que duró hasta 1966. En cada caso, la mayoría de los economistas sindicales se aferraron al dogma del burro keynesiano, de que la "demanda de la guerra" amplió el



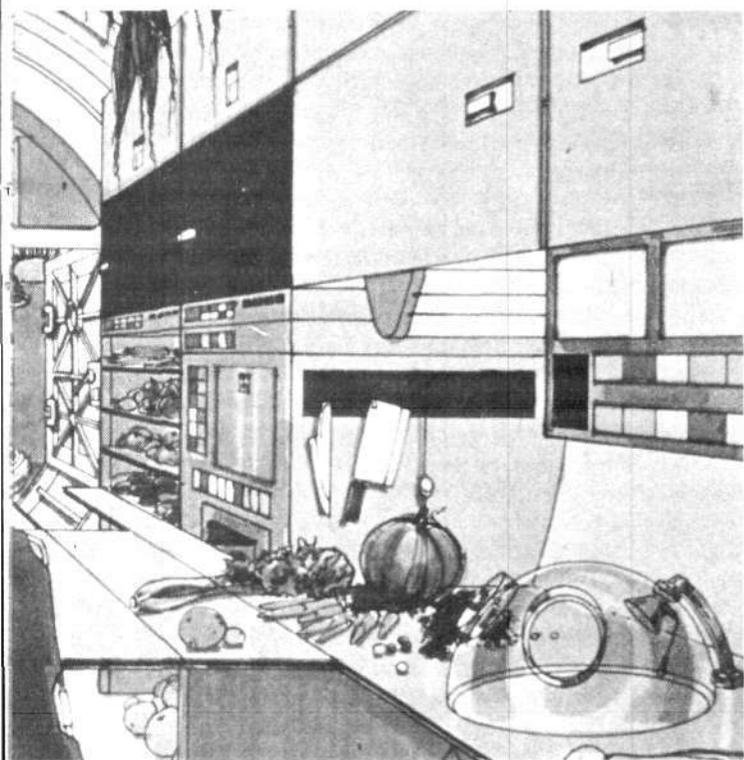
mercado para los bienes producidos, lo cual estimuló la recuperación.

Los monetaristas nunca han entendido: lo que genera la "demanda" es la inversión productiva. Si los monetaristas de izquierda son fieles a su pasado, nos acusarán de revivir el desafortunado mito de Herbert Hoover, del "goteo": que si la gente rica se hace más rica, parte de ese dinero, a la larga, "goteará" al resto de la población.

Lo que recomendamos no es emular a Herbert Hoover, ni a Paul Mellon, quien fraguó el lado estadounidense de la crisis bancaria de 1931, desde su puesto en el Departamento de Hacienda. Todo lo contrario; recomendamos la perspectiva tomada por Franklin Roosevelt y sus asesores a fines de los años treinta. Imponer altos impuestos a las clases de mayores ingresos, pero con grandes exenciones tributarias a la inversión productiva, de gran contenido de energía y capital, que redunde en progreso tecnológico. Poner a disposición de esas formas de inversión grandes cantidades de crédito especialmente barato. Gastando en armas, o sin gastar en armas, la economía estadounidense puede despegar cuando quiera, en vigorosa recuperación, de cualquier recesión.

Estas fueron las medidas, más cierta aproximación del mismo tipo de medidas, que Roosevelt tomó para impulsar la economía en el período de 1939 a 1943. Una vez superados los obstáculos de su campaña de reelección en 1940, la economía se encaminaba ya decididamente hacia el punto de "despegue" de la recuperación.

Es verdad que ya desde 1936, o en todo caso desde 1938, Roosevelt sabía que los Estados Unidos apoyarían a Gran Bretaña en una guerra con la Alemania nazi; en casi todo su segundo gobierno, Roosevelt estuvo planeando la participación estadounidense en esa guerra. Políticamente es



Al principio, los pioneros vivirán en la superficie dentro de los módulos de descenso. Aquí se ve el diseño interior de esos módulos de vivienda. Dado que la atmósfera de Marte no es suficientemente densa ni tiene la composición adecuada para la respiración humana, los trajes espaciales serán necesarios para pasear en su superficie.

cierto que Roosevelt pudo llevar a cabo sus reformas económicas a fines de su segundo período de gobierno, porque obtuvo el apoyo de poderosos anglófilos y otros, que querían que los Estados Unidos se movilizaran cuanto antes para intervenir en la Segunda Guerra Mundial. Pero aparte de ese factor político, la guerra no tuvo nada que ver con la recuperación económica en sí misma. Si no hubiera habido guerra, las mismas reformas económicas hubieran tenido aun mayor éxito, libres de la inflación monetaria que se acumuló durante la guerra.

La recuperación funcionó porque las inversiones la iban "empujando", no porque la demanda la fuera "jalando".

Al evaluar hoy en día las opciones programáticas para el proyecto de colonización de la Luna y Marte, es útil poner en una perspectiva general el período de 1931 a 1936 de la economía estadounidense.

Con los programas de los presidentes Coolidge y Hoover, la economía estadounidense de fines de los años treinta parecía solazarse en una orgía de prosperidad, aun cuando la agricultura se precipitaba al desastre y tambaleaban los cimientos de la industria. El fracaso del "Plan Young" para reorganizar las deudas de Alemania por reparaciones de guerra desató una reacción en cadena en todos los mercados financieros del mundo. La quiebra del mercado de valores en 1929 fue principalmente un síntoma de eso, así como resultado de las tonterías de Paul Mellon y el presidente Hoover. En 1931, con la caída del *Kreditanstalt* de Viena y la posterior caída de la libra esterlina, el sistema financiero mundial se vino abajo, y la economía de los Estados Unidos se hundió en una profunda depresión, seguida por una lenta erosión a todo lo largo de los años treinta. Lo que los ilusos vieron como recuperaciones económicas parciales a mediados de los treinta, de hecho se basaron en

el agotamiento de inversiones en riqueza real, acumuladas en décadas anteriores. No hubo recuperación económica alguna hasta después del cambio que hubo entre 1939 y 1940.

Entre 1939 y 1943 la economía estadounidense atravesó una acelerada recuperación, que comenzó movilizandole toda la maquinaria utilizable que aún quedaba, por desvencijada que estuviera, y reclutando de entre los desempleados gente que a menudo trabajaba en edificios hasta entonces abandonados o semiabandonados. Luego de 1940, esa fase de la movilización, de trabajar con lo que pudiera encontrarse, dio lugar a una fase de reequipamiento de la planta productiva, la que llegó más o menos a su auge durante la campaña electoral de 1944.

Ese reequipamiento ocurrido durante la guerra fue lo que le dio a nuestra economía la estructura industrial que luego nos transportó hasta mediados de los sesenta, con ciertos altibajos de por medio.

Generalmente, salvo en el caso de la efímera burbuja de crédito y consumo que hubo en 1955-1956, tras la guerra de Corea, durante el primer gobierno de Eisenhower, el camino de la recuperación de todas las recesiones parecía depender de movilizaciones armamentistas. Visto en más detalle, lo que sucedió en realidad fue que reanudamos ciertos aspectos de los incentivos de inversión que quedaron incorporados al sistema de seguridad nacional vigente de 1946 a 1966, a raíz de la movilización de 1939-1943.

De 1966-1967 en adelante quedó incrustada en nuestra estructura política nacional la doctrina de la "sociedad postindustrial". Fue entonces que comenzó a abandonarse la política de seguridad nacional de 1946-1966. Cada vez más de entonces en adelante se apoderó de Washington la nueva doctrina de la sociedad "postindustrial" o "tecnocrónica". Hoy, tras la apariencia de una "prosperidad" cada vez más frágil e inestable, la infraestructura, la agricultura y las manufacturas estadounidenses han llegado ya a un estado de agotamiento más o menos como el de la Gran Depresión de los años treinta.

Lo que debiéramos haber aprendido de esa experiencia de los últimos sesenta años de altibajos, coincide con lo que enseña la ciencia económica. Siempre que el gobierno de los Estados Unidos ha regresado al Sistema Americano de economía política, o incluso a una aproximación razonable del mismo, nuestra economía ha prosperado. Siempre que hemos adoptado la política de Adam Smith, como resultado hemos experimentado una nueva depresión. La depresión de 1815-1818, la depresión de la década de 1830, provocada por los programas de Jackson y Van Buren, las depresiones de la década de 1850, la larga depresión del período de 1873 a 1886, las depresiones de la década de 1890, la de 1905-1907, la de principios de los años veinte, y la depresión de Hoover, todas fueron provocadas por doc-

trinas "librecambistas" adoptadas por el gobierno. El vigoroso crecimiento durante el gobierno del presidente Washington, la recuperación de la década de 1820, el repunte económico de la década de 1860, las recuperaciones durante las guerras de este siglo, y la recuperación "post Sputnik" bajo el gobierno del presidente Kennedy, todas se debieron a que nuestro gobierno adoptó total o parcialmente los programas del Sistema Americano.

El aspecto del Sistema Americano que hay que acentuar para poder producir hoy día una verdadera recuperación económica y poner en marcha la colonización de la Luna y Marte, se puede describir, en simplificación, del siguiente modo.

Imaginemos poder considerar a cualquier economía nacional importante —la de los Estados Unidos, digamos— como una gigantesca empresa agroindustrial. Nuestra economía es una mezcla de funciones gubernamentales y empresas privadas, pero las actividades económicas de estas varias empresas son tan interdependientes que el destino de cada una depende en gran medida de la orientación práctica y el rendimiento de las demás.

Los rasgos principales de esta "empresa consolidada" son los siguientes:

1. La construcción y el mantenimiento de la infraestructura económica básica, por acción conjunta del gobierno federal, los gobiernos de estados y municipios, y las compañías de servicios públicos. Esta es la base en que se sustentan la agricultura, la manufactura y la economía familiar.

2. La producción agrícola e industrial de bienes físicos fuera de los generados por los servicios públicos.

3. La producción de ciertas categorías especiales de servicios, entre ellos la ciencia, la ingeniería, la medicina y la enseñanza, esenciales para mantener y mejorar la tecnología de la producción y el potencial productivo de la fuerza de trabajo.

Este es el rendimiento económico de nuestra economía; es lo único que debe contabilizarse en las estadísticas que miden el producto nacional y el ingreso nacional neto. Además de este rendimiento económico, la economía nacional debe soportar "gastos generales" cada vez mayores. Desde el punto de vista de la economía física, esos "gastos generales" se dividen en las siguientes subcategorías prácticas principales:

1. "Gastos generales" económicos. Son los gastos administrativos en los que se incurre por razones distintas de la administración directa de la producción o la distribución física de bienes, pero que tienen que ver directamente con la organización de la inversión productiva.

2. "Gastos generales" institucionales. Los costos de venta y administración necesarios para mantener el funcionamiento institucional de las organizaciones gubernamentales o empresariales esenciales.

3. "Gastos generales" superfluos. Comprenden el desempleo, la usura, ingresos provenientes de servicios redundantes y de mucha mano de obra, las actividades inmorales y la delincuencia.

En nuestro descarriado sistema de contabilidad del ingreso nacional, reciben igual trato los ingresos monetarios de cualquiera de estas actividades. En otras palabras, el "valor agregado" que se atribuye al ingreso que viene de activi-

dades clasificadas en "gastos generales" ¡se cuenta en la misma categoría que los ingresos de la producción nacional de bienes y servicios esenciales!

Es por esa razón, cuando menos principalmente por ella, que nuestro gobierno reporta un ingreso nacional creciente durante un período en que la infraestructura, la agricultura y la manufactura se desintegran a ritmo de depresión, desintegración que se ha mantenido a un ritmo promedio de entre 2,5 y 3 por ciento de 1981 a 1985, acelerando a partir de 1985.

Uno de los índices financieros más importantes de cualquier empresa privada, es la razón de gastos generales a costos de capital fijo y de operación empleado para producir bienes físicos y servicios esenciales. Si esa razón aumenta considerablemente, la empresa está en malas condiciones. Lo mismo se aplica a nuestra economía nacional, medida en los ya referidos términos de contabilidad del ingreso nacional.

En 1946, casi el 60 por ciento de nuestra fuerza de trabajo estaba empleada en la producción física, o sea que la razón de gastos generales a costos de producción era 2:3. Hoy se emplea en la producción de bienes físicos un porcentaje de la fuerza de trabajo que va por 25 por ciento y sigue bajando; la razón de gastos generales a costos de producción es 4:1, más o menos. Tenemos una economía muy, muy enferma.

Casi a lo largo de los últimos 15 años permaneció esencialmente estancado el número absoluto de trabajadores, hasta su reciente precipitación acelerada. A lo largo de todo ese período han disminuido tanto la productividad del trabajo como el contenido de la canasta básica del ingreso familiar per cápita. Las principales causas de la caída de la productividad del trabajo han sido las siguientes tendencias de las décadas de 1970 y 1980:

1. El deterioro acelerado de la infraestructura económica básica, especialmente a partir de la crisis de Nueva York de 1975.

2. La erosión de las existencias netas de capital de la agricultura y la industria a partir de la crisis monetaria de 1970-1971, exacerbada en 1974 por la crisis del petróleo y otra vez en octubre de 1979, cuando el jefe de la Reserva Federal estadounidense, Paul Volcker, impuso la política de "desintegración controlada de la economía mundial".

3. La política del gobierno y la banca central de fomentar la descapitalización de los renglones de producción de bienes físicos de alto valor energético y capital.

4. La transformación de la composición interna del trabajo, que ha tendido a apartarse de los empleos altamente capacitados, favoreciendo en cambio el empleo de baja capacitación y compensación salarial, con énfasis en servicios inútiles o redundantes, de mano de obra intensiva.

5. La caída acelerada tanto del nivel general como del potencial de capacitación de la fuerza de trabajo, causada por la destrucción de la educación y la influencia de la "contracultura".

Esta no es forma de administrar las cosas.

La causa de la enfermedad yace principalmente en las pautas programáticas del gobierno, de la banca central y los vaivenes del consenso empresarial en los últimos veinte años. El gobierno debe tomar acción en estos tres terrenos.

Se deben cancelar terminantemente las pautas gubernamentales y bancarias del caso. El gobierno debe tomar la iniciativa para reanimar el consenso empresarial con perspectivas de inversión a mediano y largo plazo.

El gobierno y la banca central deben tomar acción para corregir las tendencias de los últimos veinte años en la razón de gastos generales a costo de producción y en la composición interna de la fuerza de trabajo. El gobierno y la banca central deben adoptar programas de crédito e impuestos que restrinjan severamente el flujo de ingresos, ahorro y crédito público a las categorías de gastos generales, orientando ese flujo a concentrar grandes cantidades de energía y capital en el progreso tecnológico.

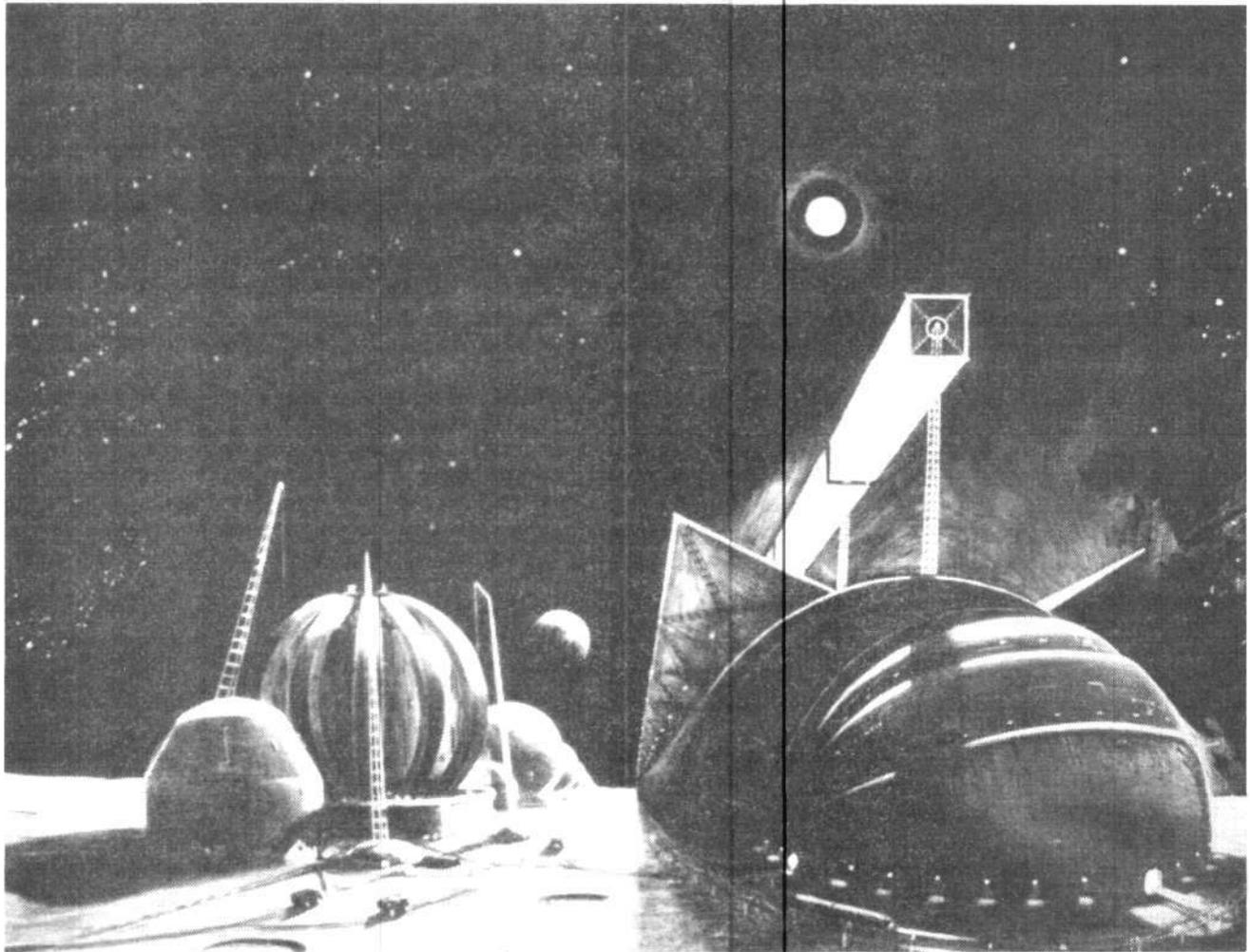
El gobierno debe moverse para organizar a las principales fuerzas públicas y empresariales de la economía en torno a proyectos que den estructura al desenvolvimiento de la tecnología. Los saltos tecnológicos deben al sector que produce de bienes de capital, especialmente el renglón de máquinas herramienta. El gobierno debe concentrarse en las áreas de responsabilidad económica que le asigna la

Constitución: gastos militares y de infraestructura, y estimular la economía interna mediante la protección arancelaria y la promoción de las exportaciones estadounidenses de bienes de tecnología avanzada.

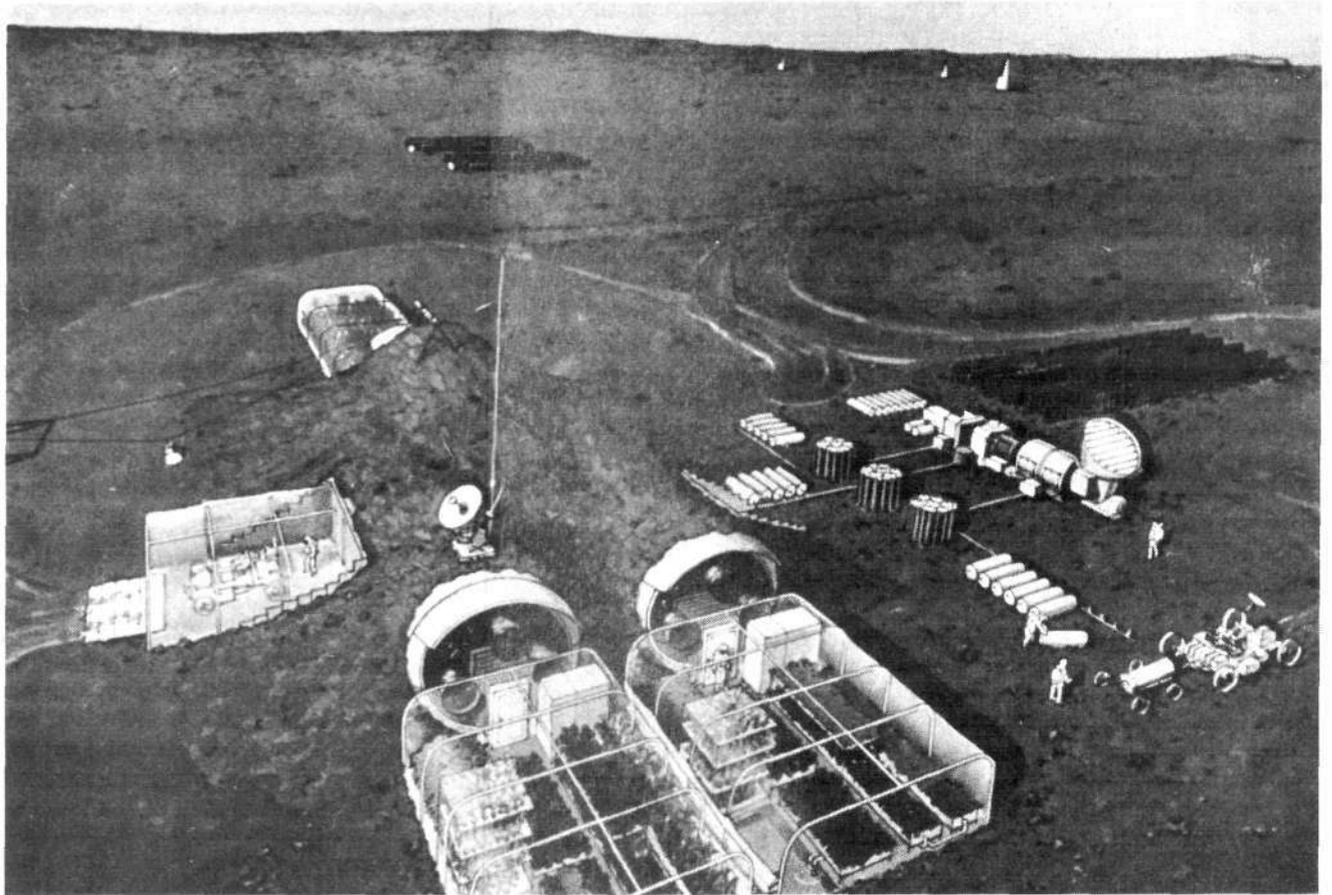
Aparte de la infraestructura, hoy esas iniciativas oficiales de recuperación se concentran en los sectores militar y aeroespacial, en el liderato del gobierno en la investigación biológica y en los programas médicos del sector oficial, tales como el sistema de hospitales de veteranos de guerra.

En el sector de tecnología avanzada, diremos que se trata de un 10 por ciento del total de manufacturas y categorías relacionadas, del que los gastos gubernamentales son una pequeña fracción. Un buen ejemplo de este proceso es el caso de los gastos militares en bienes manufacturados y adquisiciones afines.

Del total de gastos militares, quizá menos del 10 por ciento del presupuesto de defensa se gasta en la introducción de tecnología nueva. La mayoría de las adquisiciones del Departamento de Defensa en el sector manufacturero —cerca del 10 por ciento de la producción total del sector



Esta pintura representa la ciudad lunar Selenópolis, donde miles de personas hacen trabajo científico, supervisan la producción de objetos e inician las industrias que construirán las naves espaciales para ir a Marte. Se ven los reactores de fusión tokamak que proporcionan la energía a la ciudad. Dado que la Luna no tiene atmósfera, la radiación es un peligro y la gente debe vivir en estructuras blindadas.



Las viviendas estarán bajo suelo, para proteger a los habitantes de la dañina radiación de la superficie. A diferencia de la Tierra, Marte no tiene cinturones de radiación que capturan las partículas de alta energía que arroja por el Sol. Tampoco tiene una capa de ozono en la atmósfera superior para proteger de la radiación ultravioleta. Los alimentos pueden producirse en viveros para proteger a las plantas de la radiación ultravioleta, pero éstos pueden ser transparentes. A lo lejos se ve un banco de plantas de fisión nuclear que, en este diseño, sirven para proporcionar energía a la base de Marte.

manufacturero actual— se gasta en tecnología existente; sólo un margen relativamente pequeño, pero a fin de cuentas decisivo, se gasta en la creación de tecnología nueva. Ese pequeño margen ha ido menguando, particularmente en los últimos diez años.

Por ejemplo, los principales abastecedores de la industria aeroespacial se han apartado de la innovación tecnológica y dependen cada vez más de tecnología ya dada. La porción de las inversiones dedicada a aumentar la calidad de los productos incorporando innovaciones tecnológicas ha menguado hasta casi desaparecer. Ello refleja en parte el abandono de la tecnología avanzada en las adquisiciones de defensa; pero más enfáticamente, quizá, resulta de la política crediticia y fiscal de la banca central y el gobierno.

Ha habido normas gubernamentales y bancarias que fomentan la tendencia a agotar las reservas de capital para generar ingresos que se gastan defendiendo empresas de la piratería financiera, o “diversificando” la producción hacia las categorías de “gastos generales”, en vez de bienes y servicios esenciales.

Para devolver la economía estadounidense al camino de la tecnología avanzada, bastaría un cambio relativamente

pequeño del flujo total de ingresos de esas empresas, que dé marcha atrás a las tendencias que referimos. Bastarían unos cuantos miles de millones de dólares al año—el 5 por ciento del presupuesto de defensa, más o menos—, siempre y cuando se reanuden normas fiscales y crediticias que fomenten la inversión privada en el progreso tecnológico, con alta concentración de energía y capital. La mayoría de esa porción del gasto gubernamental irá a las áreas de la investigación científica y la industria de máquinas herramienta. Este cambio de rumbo, relativamente pequeño, sirve de “palanca” para cambios a mayor escala. Los cambios de política crediticia y fiscal crean en el sector privado las condiciones que le permiten a esa pequeña “acción de palanca” por parte del gobierno producir los efectos requeridos en la economía entera.

El objetivo general para los próximos 15 años es un aumento promedio anual de 5 a 7 por ciento de la productividad de los operarios.

La “productividad” de los operarios se mide en relación con la canasta básica per cápita de bienes de consumo y de producción correspondiente a 1967. El ritmo de crecimiento propuesto es comparable al experimentado en la pri-

mera mitad de los años sesenta, resultado de los incentivos fiscales a la inversión durante el gobierno de John Kennedy, y del estímulo tecnológico de la investigación y el desarrollo en el sector aeroespacial (en otras palabras, es un ritmo cuya factibilidad está demostrada por logros pasados).

Este aumento de la productividad provendrá principalmente de tres fuentes:

1. El aumento de la porción de la fuerza de trabajo total empleada como operarios: un porcentaje creciente de la fuerza de trabajo empleada en la producción física.

2. El aumento de la intensidad promedio de energía y capital utilizados en la producción.

3. Mayor flujo de capital en el sector de bienes de producción, con innovación tecnológica más acelerada en el diseño de esos bienes.

No obstante generosas exenciones tributarias a las inversiones en las categorías favorecidas, la base tributaria del gobierno crecerá a un ritmo comparable al de principios de los años sesenta, si no mayor, siempre y cuando el trato fiscal privilegiado se limite a capitales obtenidos de inventos y mejoras físicas útiles, y se le niegue a otras clases de ganancias.

Para resumir este punto sobre política económica y monetaria del gobierno, los problemas aparentemente muy grandes para hacerles frente directamente, por fuerza bruta, se pueden resolver con una selección inteligente de operaciones de flaqueo. Los flancos de un proceso económico son aspectos pequeños pero decisivos de ese proceso, sumamente sensibles a los saltos tecnológicos.

No es ésta una innovación radical o especulativa. No es más que el replanteo programático de la lección más importante de los últimos 500 años de civilización europea.

Cómo transforma la economía entera un programa impulsado por la ciencia

La idea de que la ciencia sirva de impulsora al rápido crecimiento de economías enteras quedó implícitamente establecida con las reformas del florentino Cosimo de Medici, pero fue Leonardo da Vinci quien le dio forma elaborada. La perspectiva de Medici se introdujo a Francia con el gobierno del rey Luis XI. El impacto de la obra de Leonardo se reflejó en los programas de la Inglaterra Tudor, con el gobierno de Enrique VII y, en cierto sentido, el de Enrique VIII. El siguiente gran esfuerzo en el mismo sentido lo lanzó exitosamente Jean Baptiste Colbert, en Francia. Los principios de la "impulsión científica" en política económica fueron definidos más rigurosamente por Leibniz, como lo refleja el *Informe sobre las manufacturas* de 1791, de Hamilton. El principal modelo moderno del método de "impulsión científica" es el que inició Lazare Carnot durante el período en que sirvió como "organizador de la victoria" de Francia, de 1793 a 1795. La elaboración posterior del método con que Carnot salió victorioso de una situación de inminente derrota y rescató del desmembramiento a Francia,

fue el patrocinio de Carnot a la Ecole Polytechnique de Gaspard Monge, y su colaboración con ella en el intervalo 1793-1814.

La resurrección de la economía estadounidense en la década de 1820, se basó directamente en que el gobierno de Monroe adoptó las lecciones del programa de Monge y Carnot de 1793-1814, como aspecto que enriqueció el renovado programa del Sistema Americano. En el intervalo 1861-1865, los Estados Unidos se transformaron en la primera potencia agroindustrial del mundo, basados en este mismo principio. Se basó en esa misma política. El desarrollo de Alemania, que en el siglo 19 pasó del empantanamiento económico a ser la primera potencia económica y científica del mundo, se basó en la doble influencia del Sistema Americano y el programa de Carnot y Monge, introducidos bajo auspicios de los Humboldt. Los grandes "programas de urgencia" del siglo 20 se han basado en el impacto institucional de esos modelos del siglo 19.

A esa luz histórica, la propuesta que se nos plantea equivale, en la práctica, a hacer de la Iniciativa de Defensa Estratégica y de la colonización de la Luna y Marte, juntos, el programa de "impulsión científica" que transforme a los Estados Unidos en una potencia económica mayor de lo que alcanzan a imaginar todos menos un puñado de trabajadores científicos actuales, obteniendo buena parte de los resultados en los próximos veinte años.

A grandes rasgos, lo que proponemos es lo siguiente. Hacer un inventario de los avances previsible en los confines del descubrimiento científico actual. Seleccionar una tarea que se necesite realizar urgentemente, y que hará uso de todos los beneficios de esas áreas de avance tecnológico. Orientar hacia esta misión el grueso de la capacidad nacional científica y de producción de máquinas herramienta en los próximos 40 a 50 años. Así crearemos objetos manufacturados que serán en sí mismos de gran utilidad y rentabilidad económica, en los que se refinará y probará todo tipo de tecnología nueva que vaya surgiendo. La producción de esos objetos manufacturados específicos nos permitirá aplicar esa misma tecnología y sus beneficios en todas las partes de la economía total. De la tecnología avanzada que se desarrolle en realización del proyecto se derivarán todas las aplicaciones prácticas empresariales y comerciales que se quiera.

El resultado es que aumentaremos por dos o por más la productividad promedio de los Estados Unidos en lo que resta de este siglo, y más de veinte veces en los próximos 30 a 40 años. Este esfuerzo requerirá de la economía una inversión equivalente a una pequeña fracción de nuestro presupuesto de defensa; algo así como lo que se gastó en los años sesenta en la NASA y proyectos aeroespaciales afines. La inversión del gobierno le será más que remunerada a mediano plazo, con la expansión de la base tributaria que resultará del "rebose" tecnológico a la economía general.

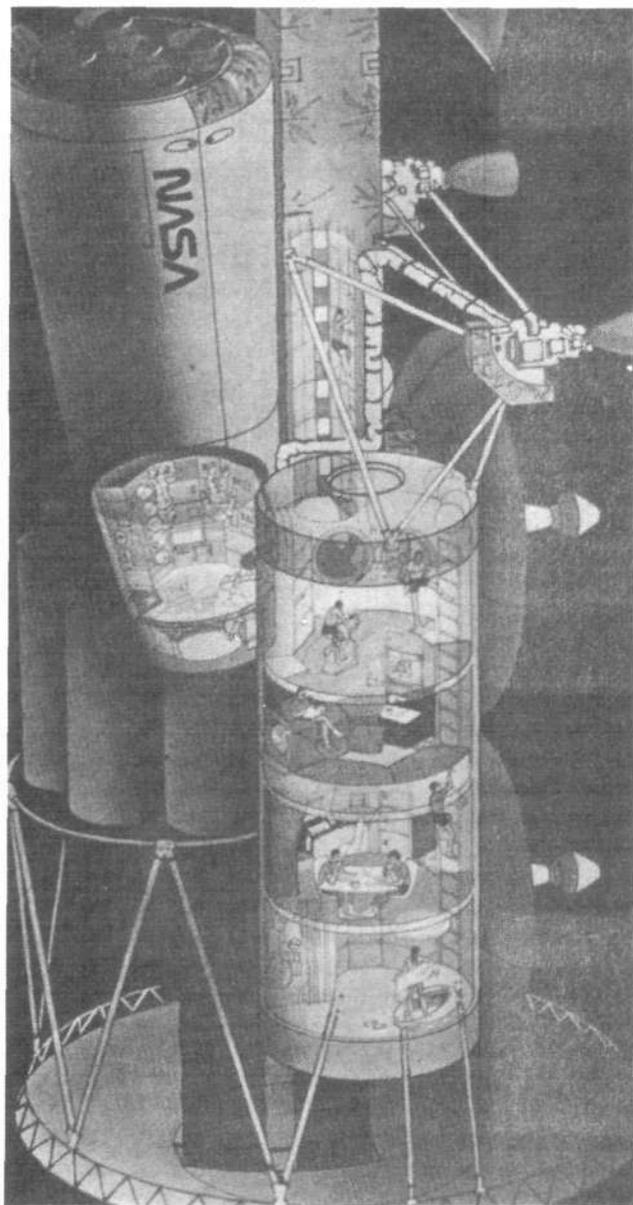
¿De dónde saldrá esa bonanza de nueva riqueza? Del cerebro humano.

El economista Lyndon H. LaRouche es miembro de la junta directiva de la Fusion Energy Foundation, y precandidato presidencial demócrata de los Estados Unidos.

América Latina necesita su propia agencia espacial

Charla con el doctor y astronauta Franklin Chang Díaz

por Marsha Freeman



“Una de las cosas que me he dedicado a promover es que se funde una agencia espacial latinoamericana, un organismo de trabajo como la Agencia Espacial Europea, que pondría a América Latina al día en la tecnología espacial y sus beneficios”.

El que hace la proposición es el doctor y astronauta estadounidense Franklin Chang Díaz, de origen costarricense. Chang señala con razón que “Europa tiene una organización, la Agencia Espacial Europea, que representa a la comunidad europea en la empresa espacial. Otras regiones, como los países del sudeste asiático, también vienen reuniendo sus recursos para formar su propia comunidad con el mismo propósito”.

“Creo que de las zonas del mundo en desarrollo, sólo América Latina y África no tienen organismos que las representen en la arena espacial. Por tanto, sólo países muy grandes y poderosos, o más o menos poderosos, como Brasil y Argentina, pueden participar, y eso en forma muy limitada, porque incluso ellos no pueden competir, por sus presupuestos”.

Proa a Marte

Hablamos con el doctor Chang a fines de julio, en Boulder, Colorado, donde se celebró la tercera conferencia anual Case for Mars (En pro de Marte). Alrededor de trescientos científicos y técnicos, más uno que otro charlatán, como Carl Sagan, discutieron por tres días la necesidad de que los Estados Unidos adopten la resolución nacional de emprender la exploración y colonización de Marte.

El astronauta fue uno de los que presentaron ideas sobre los motores que han de emplearse para esa empresa. Dichos motores son muy diferentes de los que usan los navíos que ha enviado el hombre al espacio exterior: *motores de plasma a temperatura elevada*. Son los que permitirán viajar a la velocidad adecuada para mitigar el problema de la falta de gravedad y acortar la duración del viaje.

“Mientras más elevada es la temperatura de los gases de escape de un cohete, mayor es su eficiencia”, explica Chang. “Se puede generar impulso con una gran descarga a baja velocidad o con una descarga reducida a gran velocidad. Es a todas luces preferible que la descarga sea pequeña y la velocidad elevada, porque eso reduce la cantidad de combustible necesario. Ahora, un escape muy veloz quiere decir también que la descarga tiene que ser de temperatura muy elevada, y esto a su vez supone serios problemas en cuanto a los materiales que se pueden utilizar para hacer los motores o las toberas”.

Sin duda, como lo han hecho Chang y sus compañeros, hay que recurrir a la tecnología de la fusión termonuclear. “En fusión se trabaja con plasmas a una temperatura de millones de grados, pero nunca entran en contacto con las paredes del recipiente, porque los contiene un campo magnético. Así que hemos tratado de inventar una tobera magnética en lugar de una tobera común y corriente. Y con esta idea venimos experimentando en el Instituto Tecnológico de Massachusetts”.

Uno de los rasgos más atractivos de un cohete de plasma como éste—nos explica—es que la velocidad de descarga del motor deja de ser constante. Se puede tener al principio una velocidad de descarga más bien baja, e ir la aumentando



Franklin Chang Díaz, doctor y astronauta, de origen costarricense, trabaja para la NASA y ha hecho diversas contribuciones al avance de la ciencia, y a su promoción entre la juventud.

conforme el vehículo cobra velocidad. Lo cual quiere decir que, en principio, siempre es posible tener la velocidad óptima. Si los gases salen a la velocidad del vehículo, las partículas que los forman salen del cohete sin energía: se la han cedido toda al vehículo. Naturalmente, eso ahorra mucho combustible.

Hay que tomar parte

"Cuando visité América Latina, dije que una de las cosas más importantes de las que puede beneficiarse de inmediato es de la detección desde el espacio", nos dice. "También de las comunicaciones por satélite. Ya sabe usted cómo es eso de las comunicaciones: muchos de los satélites son geoestacionarios, en órbita ecuatorial, y como hay una sola órbita ecuatorial, el espacio es limitado. Cuando esos países estén en condiciones de colocar sus satélites, ya no va a haber espacio".

"Así que todas estas cuestiones tienen que resolverse en un foro internacional. Es cierto que se han abordado, pero se tienen que abordar de modo serio. A la larga, creo, cuando nos mudemos de la Tierra y todos seamos ciudadanos de la Tierra, no seremos realmente ciudadanos de ningún país particular. Es razonable que empecemos a reunirnos, antes de que eso suceda".

Transcribo a continuación una parte de nuestra charla.

Freeman: La NASA encuentra continuamente nuevas aplicaciones a la tecnología de detección desde el espacio,

como, por ejemplo, para rastrear la migración de insectos portadores de enfermedades, lo cual sería de gran valor para los países de América Latina. ¿Qué piensa usted de los posibles beneficios de esta tecnología para América Latina?

Chang: Creo que América Latina puede obtener sus beneficios muy, muy rápidamente. Le permitiría tomar un atajo en su desarrollo y llegar al final del siglo 20 sin tener que pasar por todo el complicado proceso de desarrollo por el que pasaron las naciones desarrolladas. Eso sería una cosa. La otra es que, cuando un país se desarrolla, se convierte en consumidor de tecnología avanzada, y un país como los Estados Unidos puede ser un abastecedor importante de países que se tornan de repente consumidores de tecnología avanzada.

Hay una relación simbiótica que no se aprovecha. Un país que carece de tecnología avanzada depende de la ayuda de los Estados Unidos; se le tiene que dar dinero para que sobreviva. Pero si esos países se desarrollan, serán capaces de pagar la tecnología con su propio dinero y de vivir mejor, lo cual sería mejor también para nosotros. Quiero decir que es razonable crear y cultivar tecnología en esos países. Creo que el problema básico en América Latina es la tremenda ineficiencia con que se explota la tierra y los recursos. Todo mejoraría drásticamente con comunicaciones eficientes, con poderle decir a la gente de las costas dónde están los cardúmenes para que puedan ir a pescarlos, con poderle informar a los agricultores que vienen las inundaciones, o saber qué hace El Niño [la corriente cálida que causa estragos cíclicos en las costas del Pacífico sudamericano].

En México, uno de los grandes problemas es que un agricultor de papas que obtiene una gran cosecha a menudo no sabe dónde puede venderlas. Un modo de resolverlo es comunicarse por satélite y averiguar dónde hacen falta papas. Estos problemas que afectan a todas las naciones en desarrollo y que se pueden resolver.

Freeman: ¿Debe haber esfuerzos por incorporar a estos países más directamente en el programa estadounidense, por medio, por ejemplo, del programa de astronautas invitados?

Chang: Si hay verdadera participación humana. Una cosa son las relaciones públicas y otra, diferente, la cooperación genuina y honesta. Creo que necesitamos adoptar un programa de cooperación más realista. Creo, por ejemplo, que con un cuerpo u organismo que supervise esta clase de participación, pudiéramos asegurar, como los países de Europa, que los latinoamericanos de veras participen en el espacio, en vez de quedarse simplemente boquiabiertos o, quizá, ser invitados a ver esto o aquello, pero sin ser partícipes de la tecnología.

Freeman: Pareciera que lo más razonable es que se traiga a los Estados Unidos a un centenar de personas a recibir adiestramiento en el empleo de la tecnología. . .

Chang: Exactamente. Para mí, eso sería lo decisivo. Si pudiéramos utilizar algunas de las estaciones de rastreo que ya no necesitamos, como la de Chile o la de Ecuador que usamos para el transbordador, y enseñar gente de esos países a usar esas estaciones para conectarse con el Landsat o con el satélite francés Spot, entonces haríamos algo bueno.

El aporte de los científicos extranjeros al desarrollo de la aeronáutica argentina

por Leopoldo Frenkel



1. Kurt Tank: en la punta de la tecnología aeronáutica

El 11 de junio de 1983, el diario *Clarín*, de Buenos Aires informaba la muerte del ingeniero Kurt Tank, ocurrida días antes en Munich a los 85 años de edad. La noticia iba acompañada de dos ilustraciones: una fotografía de 1951 en la que se ve Tank en la cabina de vuelo de un avión de combate, colocándose un casco de piloto de jet y, sobre la misma, el perfil de dicha aeronave, el "Pulqui II", por él diseñado y construido en el Instituto Aerotécnico de Córdoba.

El texto periodístico, en forma abreviada, registraba los antecedentes del científico alemán fallecido: alumno de Alberto Einstein en la Universidad Tecnológica de Berlín, ingeniero de la Focke-Wulf en Bremen desde 1931, diseñador del FW-200 "Condor", que cruzó el Atlántico sin escalas en 1938, del FW-19- y del Ta-183, uno de los primeros cazas a reacción de la *Luftwaffe* y, finalmente, proyectista del "Pulqui II" por pedido del presidente Perón.¹

La llegada de Tank al país se remonta a 1947. Ese año, el entonces mayor Medardo Gallardo Valdéz, que cumplía destino como agregado aeronáutico en la Unión Soviética, fue comisionado por sus superiores para cumplir una secreta misión: tres extranjeros, al parecer refugiados de la Alemania ocupada, debían viajar a la Argentina desde Dinamarca. Todos tenían pasaporte falso. Uno de ellos estaba a nombre de Pedro Matties, pero su verdadero portador era Kurt Tank. En el vuelo a Buenos Aires no hubo diálogo entre Gallardo Valdéz y las personas bajo su responsabilidad. Por este motivo, recién años después el militar habría de enterarse de la identidad de los pasajeros.²

El año 1947 fue decisivo en la historia de la temprana postguerra. En él, las potencias victoriosas, a través de inequívocos signos, daban comienzo a la denominada "Guerra Fría". En medio de ese fenómeno de polarización y de las tensiones generadas por los Estados Unidos y la Unión Soviética, la Argentina ensayaba una audaz política decisionista e independiente en el fracturado sistema internacional. Es en este contexto donde debe ubicarse la entrada al país de Tank, un renombrado científico en la frontera de conocimientos de la tecnología aeronáutica. Y, en consecuencia, codiciado por los soviéticos lo mismo que por los norteamericanos, los británicos y los franceses.

También ese año de 1947, los Estados Unidos diseñaban su futura política de defensa sobre la base de la llamada Ley de Unificación, que creaba la Junta de Jefes de Estado Mayor —el Estado Mayor Conjunto— y daba *status* autónomo a la Fuerza Aérea, cuya aviación de caza se encontraba en un acelerado proceso de reconversión tecnológica. En efecto, ello implicaba el paso de los cazas a hélice a los cazas a reacción. Este pasaje de los aviones P-51 y P-80 a los F-84 y F-86 significaba saltar a velocidades del orden de los 1.000 a 1.100 kilómetros por hora. Una decisión estratégica similar se tomaba en las Fuerzas Aéreas y de Defensa Aérea de la Unión Soviética con la puesta en servicio del MiG-15, "Fagot" según el código norteamericano. Tras este impresionante avance tecnológico se advertía con nitidez un factor acelerador, cual fue el impacto de los técnicos e ingenieros aeronáuticos alemanes en lo más adelantado del desarrollo de aviones de combate a reacción.

Con la rendición incondicional de Alemania, el desmantelamiento de su industria militar estaba previsto en el capítulo reservado a las reparaciones de guerra, discutido en la Conferencia de Yalta durante la segunda sesión plenaria. El plan para las reparaciones fue presentado por el mariscal Stalin y expuesto por el delegado de los Comisarios del Pueblo para los Asuntos Exteriores de la Unión Soviética, señor I. N. Maisky, en la tarde del 5 de febrero de 1945.

La propuesta soviética distinguía dos clases de reparaciones. Una de ellas ponía el acento —como se dijo— en el desmantelamiento y traslado de la industria especializada aplicada a fines militares, principalmente las fábricas de aviación y las refinerías de petróleo sintético.³ Según el texto de los documentos de Yalta, publicados en el *New York Times* el 17 de marzo de 1955, las exigencias rusas fueron incluidas en el "Protocolo sobre los acuerdos finales de la Conferencia de Crimea".⁴

Lo cual venía a significar, en pocas palabras, que toda la infraestructura productiva y la ingeniería militar alemanas quedaban a disposición de los vencedores. Los servicios de inteligencia británico, estadounidense y soviético tuvieron como prioridad la detección y la captación de físicos nucleares e ingenieros aeronáuticos. El futuro orden bipolar se estructuraría, precisamente, sobre el monopolio de estos dos factores: el poder atómico y el poder aéreo.



A la izquierda, el avión argentino Pucará; arriba el Mustang, avión que representó el paso de los aviones P-51 y P-80 a los F-84 y F-86, es decir, saltar a las velocidades de los 1.000 kilómetros por hora.

2. El pragmatismo de las potencias vencedoras

Abundan las fuentes que informan sobre el aprovechamiento exhaustivo que, en particular, rusos y norteamericanos hicieron de los ingenieros y científicos alemanes luego de la rendición, en mayo de 1945.

El caso de "los hombres de Peenemünde" es, tal vez, el más conocido de ellos. La base de experimentación y producción de las armas de represalia alemanas, los cohetes V-1 y V-2, fue objeto de especial atención por parte de los vencedores. El científico más renombrado del grupo fue Wernher von Braun, quien contó con colaboradores de primer nivel como Krafft A. Ehricke, Dieter K. Huzel, Albert Zeiler, Eberhard Rees, Friedrich Duerr, Hermann K. Weidner, Hans F. Gruene, Kurt H. Debus, Walter Riedel, Hans Lindenberg, Ernst Steinjoff, Hermann Steuding, Ernst Stuhlinger, Walter Haeusserman, Karl L. Heimbürg, Helmut Hoelzler y muchos otros. Von Braun y la mayoría de quienes le acompañaban optaron por trabajar para el gobierno de los Estados Unidos y el primero fue uno de los artífices del programa espacial de la NASA.⁵ También en los Estados Unidos se radicaron el general Walter Dornberger y su oficial del Estado Mayor, el teniente coronel Herbert Axter. En tanto, otros científicos de Peenemünde aceptaron los contratos soviéticos. Pueden citarse, entre ellos, a Helmut Groettrup, Hans Kuhl, Werner Schulz, Rosch, Albring, Wolff y Waldemar Schierhorn.⁶

Otro ejemplo es el de Ernst Heinkel, propietario de las fábricas de aviones de combate de la serie He. En una parte de sus *Memorias* describe la particular situación que le tocó vivir a la élite científica alemana tras la rendición:

"De nuestras experiencias nos preguntábamos nosotros quién sacaría el mayor partido, si los vencedores en el Este o en el Oeste. Puesto que esta era, en realidad, la única solución posible en nuestra situación, era nuestro deber llamar la atención a aquellos que pudieran evitar que con la 'incautación' de ingenieros, científicos y planes de construcción alemanes pudiera la Unión Soviética cerrar lagunas que existían todavía en su armamento".⁷

Detectado por el MI-5, Heinkel fue derivado a inteligencia de la Real Fuerza Aérea. Los especialistas británicos lo interrogaron intensamente sobre los motores a reacción y los cazas He-162. Para su sorpresa, los ingleses poseían 8 aparatos en la base aérea de Farnborough, todos ellos operativos, esto es, en perfectas condiciones de vuelo.

Heinkel decidió colaborar con el Occidente, pero la planta fabril de su empresa en Oranienburg fue ocupada, desmantelada y llevada a la Unión Soviética. Idéntica suerte corrieron las fábricas de Marienehe, Rostock-Werfstrasse y Waltersdorf. La de Rostock-Bleichersstrasse fue dinamitada. Por su parte, la usina de Jenbach fue confiscada por el ejército francés e inmediatamente trasladada a la otra margen del Rin. El resto de la maquinaria fue entregado, a fines de 1948, al nuevo gobierno austriaco.⁸

Existen numerosos y autorizados testimonios sobre la competencia desatada entre los vencedores para obtener la mayor cantidad posible de fábricas, máquinas, proyectos y también científicos alemanes. El Mariscal de Campo Bernard L. Montgomery, jefe de las fuerzas inglesas de ocupación y representante de Gran Bretaña en el Consejo de Control Aliado en Alemania, lo ratificaba años más tarde en sus memorias:

Quando se produjo el cese de las hostilidades los rusos saquearon sistemáticamente la zona ocupada por ellos, desmantelando y llevándose al Este cuanta maquinaria y existencias cayeron en sus manos.⁹

Las palabras del Mayor Alexander P. Seversky también reflejaban la preocupación que ya entonces abrigaba el gobierno norteamericano por la ventaja creciente que estaban alcanzando los rusos con esta situación:

Tanto de fuentes oficiales como oficiosas me han llegado noticias de que las fábricas alemanas ubicadas en la zona soviética, no solamente han proseguido su producción de aviones de empleo táctico, sino que la han superado a partir del año 1945. Se están fabricando aviones de combate a retropropulsión y máquinas de bombardeo a un ritmo superior al de los tiempos de Hitler. En varias de las fábricas que visité poco después de nuestra victoria en Europa, me fueron dados ver miles de piezas de avión listas para ser armadas. Así ocurrió en Kahla, donde se construían los Me-262, y cuya fábrica entregamos intacta a los rusos en un disparatado rasgo de desprendimiento.

Al mismo tiempo, se informa que los soviéticos se hallan empeñados en producir aviones de retropropulsión de primer orden en sus propias fábricas, contando para ello con la colaboración de técnicos alemanes.¹⁰

Pocos días después de la rendición alemana, el coronel Charles A. Lindbergh—recordado por su travesía aérea del Atlántico, allá por 1927, en el *Spirit of St. Louis*—visitó en

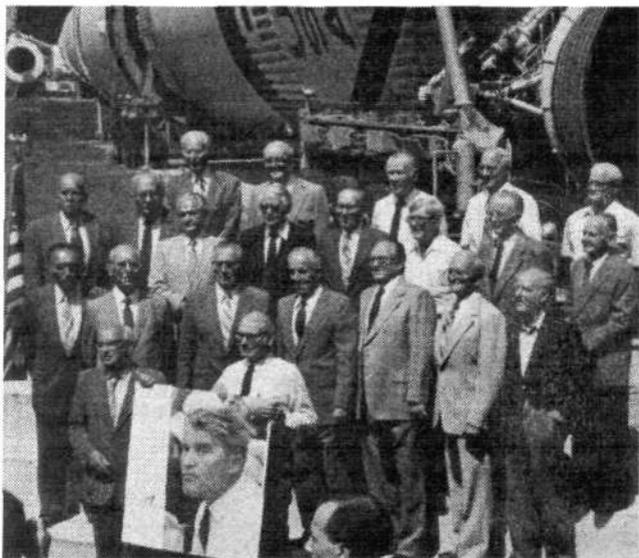
Munich la Bayerische Motor Werke (B.M.W.), acompañado del comandante Henry A. Seiller, de la Misión Técnica Naval americana.

Fuimos a un extremo de la fábrica, donde un cierto número de motores, piezas de recambio y accesorios, habían sido reunidos, encima de una plataforma, por representantes de la Misión Técnica. Un joven teniente británico estaba con ellos (los británicos parecen tener una habilidad especial para aparecer siempre en los lugares donde es posible obtener alguna información industrial).

Ligera discusión con el inglés, que nos acusa de llevarnos siempre todo, a cualquier parte, excepto a Inglaterra. Ponemos término a la discusión trayendo un camión del ejército americano y cargando en él piezas deseadas.¹¹

El general Adolf Galland, jefe de la aviación de caza germana hasta comienzo de 1945, luego asesor técnico del Comando en Jefe de la Fuerza Aérea Argentina hasta la caída de Perón y, años después, Inspector General de la *Luftwaffe* de la República Federal Alemana, escribe que al producirse el derrumbe militar de su país,

... la mayoría de los Me-163 cayeron en manos de los soviéticos. También el desarrollo posterior del Me-163, o sea el Ju-263B, fue en vía recta desde la fabricación en Dessau a Moscú. Y mientras el constructor del Me-163, doctor Lippisch, trabaja desde 1945 en los talleres Northrop en Estados Unidos, reconociéndose los rasgos esenciales de sus ideas constructivas en muchos de los ultrarápidos aviones supersónicos experimentales norteamericanos, queda establecido sin duda



La foto muestra a un grupo de científicos alemanes que se reunieron en el centro espacial Marshall, en Alabama, para rendir honor a la memoria de Wernher von Braun, el científico alemán más renombrado de los "hombres de Peenemünde".

alguna que también los rusos han sacado gran provecho del trabajo inicial y de los adelantos obtenidos por geniales hombres de ciencia y constructores alemanes.¹²

En plena guerra de Corea, un estudio oficial norteamericano puntualizaba la significación de la ingeniería alemana en el desarrollo de la aviación militar soviética de la era del *jet*. Dicho informe cita una declaración del Jefe del Estado Mayor de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, general H.S. Vandenberg, quien afirmó que "(los rusos) tienen en el Mig-15 un turbo reactor que es superior a cualquier otro que tengamos nosotros en la actualidad".¹³ Al recordar que el Mig-15 fue construido sobre la base de un proyecto de Kurt Tank, la misma fuente admitía:

La contribución alemana a la aerodinámica es más significativa ya que los rusos no estaban tan adelantados en este campo como en otros de las investigaciones aeronáuticas. Tanto Estados Unidos como Gran Bretaña aprovecharon los técnicos alemanes que obtuvieron pero los rojos se adueñaron de más proyectos e ingenieros proyectistas, más técnicos y más material aéreo de toda índole.¹⁴

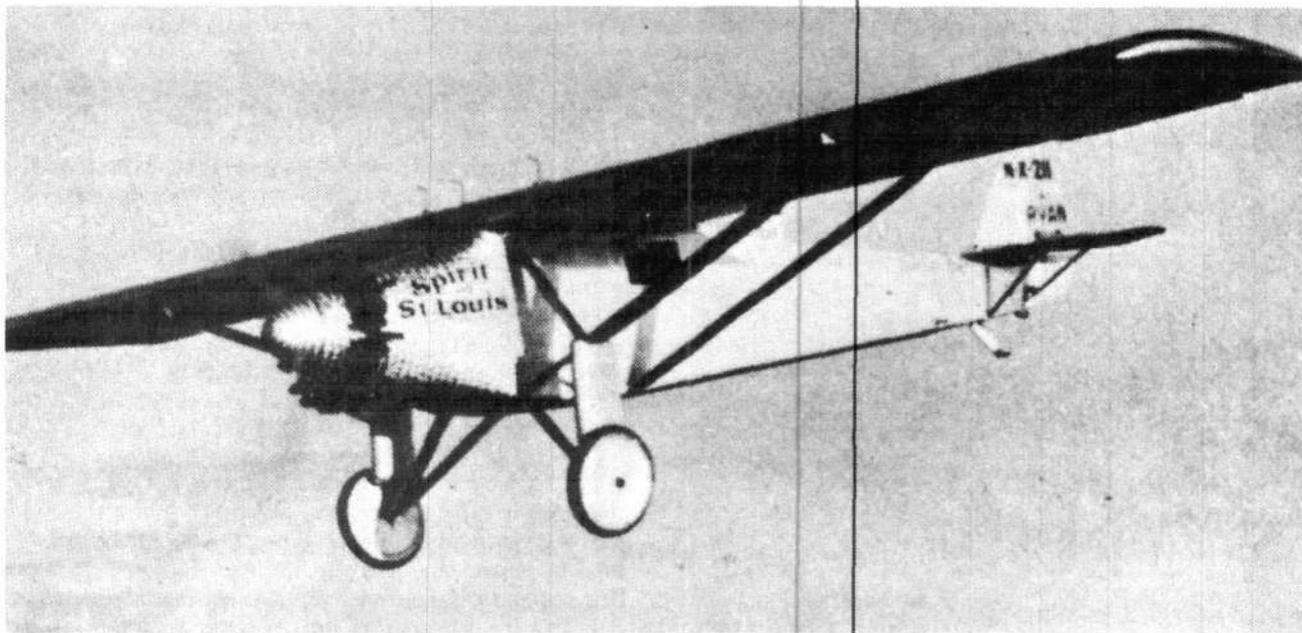
Más adelante, al examinar las diversas formas en que los alemanes captados por los soviéticos estaban obteniendo el mejoramiento cuantitativo y cualitativo de la producción aeronáutica de ese país, agregaba:

Se sabe que algunos de los más notables organizadores industriales han ayudado en el desarrollo y modernización de las fábricas del Lejano Oriente y de la Siberia Central. Muchas de esas son subterráneas, desarrolladas de acuerdo con los lineamientos del sistema del 'complejo' alemán. Entre los expertos conocidos se encuentran Anvon von Poller, del estado mayor económico de Hitler, Hugo Kreisbahn, Heinrich Kunze, Hugo Sandler, Gerhart Wilfke y Gustav Sartorius. Estos y otros expertos son probablemente los autores de la brillante unión íntima entre los 'complejos' industriales alemanes y los 'trusts' soviéticos.¹⁵

Parece prudente detenerse en una lectura política en torno al manejo que las potencias vencedoras hicieron del tema de los hombres de ciencia germanos. Su colaboración, en todos los casos, fue apreciada desde un ángulo eminentemente estratégico, conteste con la magnitud de los intereses nacionales en juego. El enemigo había sido derrotado. Esa derrota era ya parte de la historia, constituía el pasado y comenzaba la lucha por el futuro. Lo cual incluía, claro está, el uso, en beneficio propio, de las capacidades profesionales y técnicas de los vencidos, más allá de cualquier disquisición ideológica.

El testimonio de Werner Baumbach, renombrado as de la aviación de bombardeo alemana, recordando su cautiverio en Gran Bretaña, logra una descripción tan gráfica del pragmatismo aliado, que exime de mayores comentarios:

En Wimbledon había muchos científicos que estaban siendo interrogados. El campo Latimer estaba lleno de



El Spirit of St. Louis fue el primer avión que cruzó el Atlántico sin parar, partiendo del aeropuerto Roosevelt, en Long Island, Estados Unidos, a París, el 20 de mayo de 1927. Cruzó 5.770 kilómetros en 33 horas y media.

generales de la Luftwaffe y oficiales de la plana mayor general, sufriendo interrogatorios. Muchas esperanzas quedaron sepultadas allí y en todas partes. 'Rendición incondicional' era el lema.

Solamente aquellos cuyo intelecto, inventiva o conocimiento técnico eran realmente de gran interés, conseguían una 'transacción'. En ese caso, no importaba si el experto en cuestión estaba clasificado como 'criminal de guerra', esclavista económico, militarista o nazi. El hombre en sí mismo, no tenía la menor importancia; sus inventos y su cerebro era lo que importaba. Si quería, podía ir a Estados Unidos o permanecer en Inglaterra".¹⁶

Pero diferente fue la cuestión para aquellos que eludieron servir a los triunfadores. Sobre ellos se desplomó implacable el peso de la acción psicológica: resultaban ser "refugiados nazis", y "pro fascistas" los gobiernos que los recibían. La Argentina de Perón se constituyó en uno de los principales blancos de esta campaña.

3. El caso Tank

El caso Tank se diferenció de los anteriores. Era una personalidad poco común, que combinaba al pensador creativo con el hombre de acción.

Capturado por los ingleses, fue remitido a Gran Bretaña. Durante el viaje se planteó el dilema de cooperar o no con los británicos. Sus acompañantes se encontraban en similar situación. Eran expertos en aeronáutica, científicos atómicos, especialistas en cohetes y físicos, según recuerda el propio Tank en sus memorias.¹⁷ La decisión, finalmente, fue no colaborar con sus captores.

De regreso a Alemania, hallándose en la Zona de Ocupación Británica, los norteamericanos intentaron ganar su

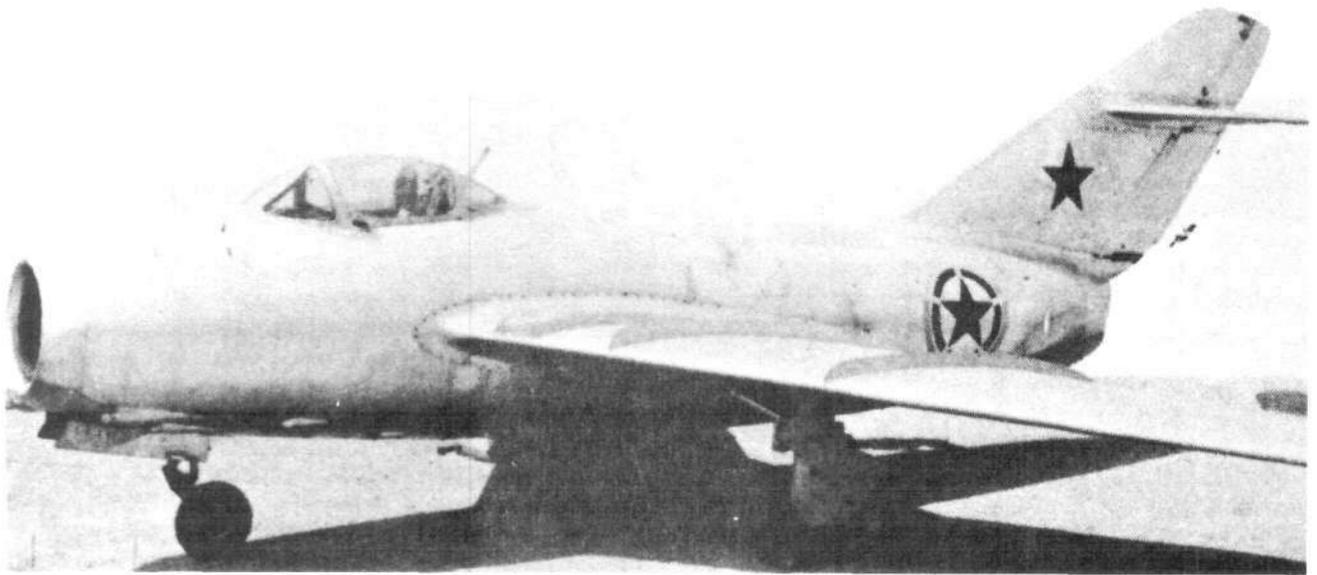
confianza. El encuentro con dos oficiales estadounidenses, un día de verano de 1945 en un paseo de campo, fue aparentemente casual. Una típica conversación de la Oficina de Servicios Estratégicos, la célebre OSS, antecesora de la Agencia Central de Inteligencia. Pero más que a un interrogatorio formal, los norteamericanos, hábilmente, llevaron las cosas hacia una conversación sobre aviones de combate, sistemas de propulsión, aerodinámica y sistemas de armas para aeronaves. La maniobra para captar a Tank, como en el caso inglés, tampoco dio resultado.

Los franceses, también sin éxito, hicieron poco después su contacto con el ingeniero alemán.

El método de los aliados occidentales fue, en los tres casos, el mismo. Probaron atraer a Tank dialogando sobre temas de su especialidad. Los rusos emplearon un procedimiento diferente.

Lo visitaron en el año 1946, pero la aproximación la efectuaron altos funcionarios del Partido Comunista que operaban en la Zona de Ocupación Británica. Al fracasar, enviaron a un ex oficial naval alemán apellidado Hiehl, cuyo recio carácter se asemejaba mucho al de Tank. Hiehl trabajaba con la inteligencia soviética en la estación del MGB en Berlín, adonde fue invitado Tank. Provisto de garantías, accedió a conocer en la antigua capital del Reich a Lukianov, el hombre de la MGB, y al Coronel Tulpanov, de la Sección Propaganda.

Tank fue casi convencido por los rusos quienes, muy sagazmente, explotaron su sentimiento nacional. Estuvo a punto de comprometerse con la industria aeronáutica soviética, pues los expertos de inteligencia lo persuadieron de que los propósitos de Moscú eran crear una Alemania unida, con las fronteras anteriores a 1914, con autarquía económica y hasta Fuerzas Armadas propias. Todo ello —argumentaron— para balancear la excesiva influencia que



El Mig-15, el jet ruso más conocido, voló por primera vez en 1947 y fue construido sobre la base de un proyecto del científico alemán Kurt Tank.

los Estados Unidos tenían entonces en Europa.¹⁸ Esta perspectiva, empero, no fue suficiente. Tank desistió de la oferta rusa y retornó al lugar donde los británicos lo tenían confinado.

La situación se complicó cuando en una reunión del Politburó, en la que se trató el futuro del poder aéreo soviético, Stalin preguntó acerca del paradero de Tank. Al responderse que había regresado a la Zona de Ocupación Británica, en tono amenazante ordenó: "Tank debe venir aquí, y debe hacerlo pronto. Lo necesito".¹⁹

Pero el científico alemán obedeció a su propio designio. Imposibilitado de servir a su país y percibiendo que el cerco se estrechaba, estableció contacto con agentes argentinos, quienes expeditivamente arreglaron su viaje a Buenos Aires. Para ello, debería primero abandonar Alemania por sus propios medios. A comienzos de octubre de 1947, conduciendo una ambulancia asignada a la atención sanitaria de los refugiados y vestido con ropas de enfermero, pudo pasar a Dinamarca.

Con la caída de Perón, ocho años después, aquel olvidado pasaporte sirvió para que el gobierno de Aramburu cuestionara la presencia de Tank y sus colaboradores en la Argentina. Una voluminosa investigación oficial, publicada en 1958, estampó los argumentos que sellaron la suerte de la industria aeronáutica nacional:

Natties era un ilustre desconocido en el mundo de la técnica aeronáutica; a quien contrataba el IAME era a Kurt Tank, el famoso diseñador de aviones, buscado por las autoridades aliadas para discriminar las responsabilidades propias de la contienda y del régimen infame a cuyo servicio estuvo Tank. . . Ha cometido así Tank el delito de uso de documento público falso, que prevé y sanciona el artículo 296 del Código Penal. Todo ello —la arriba dicha burla a la ley argentina— fomentado y amparado por el dictador argentino y sus secuaces nacionalistas, a quienes poco les importa este aspecto de fundamental vallasaje que impone al país el desconocimiento, la violación cínica de sus estructuras legales.²⁰

Lo cierto es que en febrero de 1956, el célebre diseñador del "Pulqui II", acompañado por catorce ingenieros de su equipo, marchó a la India de Nehru requerido por el Ministro de Defensa de ese país, Sri Mahavir Tiagy, para desempeñarse en el Complejo Bangalore de la Hindustan Aircraft Limited.²¹ Cuando a mediados de la década del '60 Tank se radicó definitivamente en su patria, la India ya producía el HF-24 Marut Mk 1, un jet de avanzada.²² Del resto del grupo que abandonó la Argentina, hubo varios científicos que se sumaron al naciente programa espacial norteamericano —contratados por la NASA— y otros que regresaron a Alemania.

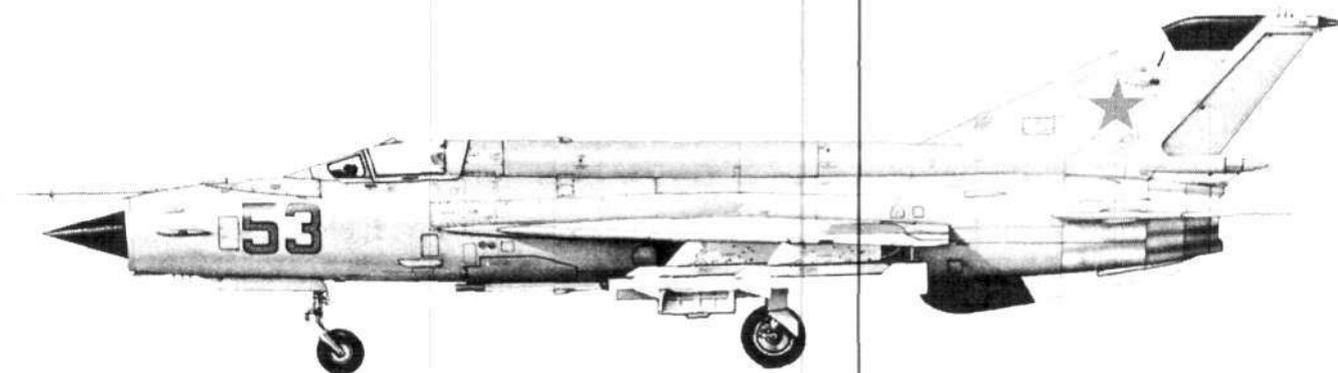
4. Los ingenieros aeronáuticos extranjeros en la Argentina

Kurt Tank fue el más famoso de los técnicos extranjeros que colaboraron en el desarrollo inicial del poder aéreo argentino, pero también deben mencionarse otros hombres de ciencia altamente calificados que trabajaron en el Instituto Aerotécnico de Córdoba.

Algunos formaban parte del equipo de Tank. Entre estos cabe citar a Schubert, Bansemir, Klages, Thalau, Mittelhuber, Mathias y Wolff. Luego se agregaron el doctor Pabst, especialista en dinámica de gases, Neintzelmann en estática, Wehrse y el doctor Plock en materiales y Rothkegal en diseño y cálculo matemático.²³

Pero ya en el proyecto del IAe-27 "Pulqui I" había colaborado el francés Emile Dewoitine. Nacido en Crépy-en-Laonois en 1892, se inició como ingeniero en la fábrica Anatra, de Odessa, donde se producían aviones Voisin para el ejército ruso durante la Primera Guerra Mundial. En 1917 pasó a la Société des Forges Latécoere y en 1920 fundó la Société des Avions Dewoitiane, cuya dirección ejerció hasta 1937. En esos años proyectó y produjo planeadores, cinco modelos de aviones de caza, un pequeño bombardero y diversos transportes.²⁴

Otro renombrado técnico extranjero radicado en el país fue el marqués Cesare Pallavicino, diseñador del caza nocturno IAe-30 "Ñamcú" en 1948. Este ingeniero y proyectista había nacido en Roma en 1895. Tuvo un destacado desempeño en la Primera Guerra Mundial y formó parte de la



La Unión Soviética se benefició enormemente de los descubrimientos de los científicos alemanes. El Mig más moderno no hubiera podido existir sin esos descubrimientos.

Aeronáutica Militar italiana desde su nacimiento. Fue profesor de aerotecnia, armas y tiro en la Academia del Aire. A partir de 1927, trabajó con la Breda y luego pasó al grupo Caproni como proyectista en los Cantieri Aeronautici Bergamaschi. En esta empresa, en la que permaneció hasta fines de la Segunda Guerra Mundial, diseño numerosos aviones de combate y de transporte.²⁵

En 1949, el alemán Reimer Nortén proyectó el planeador IAe-34 "Clen Antú", del tipo "ala volante", precursora del Ala Delta IAe-37, también por él diseñada y que volara por primera vez en 1954. Este notable hombre de ciencia, que aún reside en Córdoba, nació en Bonn en 1915. Se doctoró en matemáticas en la Universidad de Göttingen y en 1933, junto con su hermano Walter, realizó su primer velero sin cola: el Ho.I, premiado en el concurso de Rhön de 1934. Durante la segunda guerra mundial trabajó en varios proyectos avanzados, especialmente las "alas volantes" de caza mono y birreactores (Ho.IX y Ho.X). El fin del conflicto lo sorprende en la preparación de un caza supersónico, el Ho.XIII.²⁶

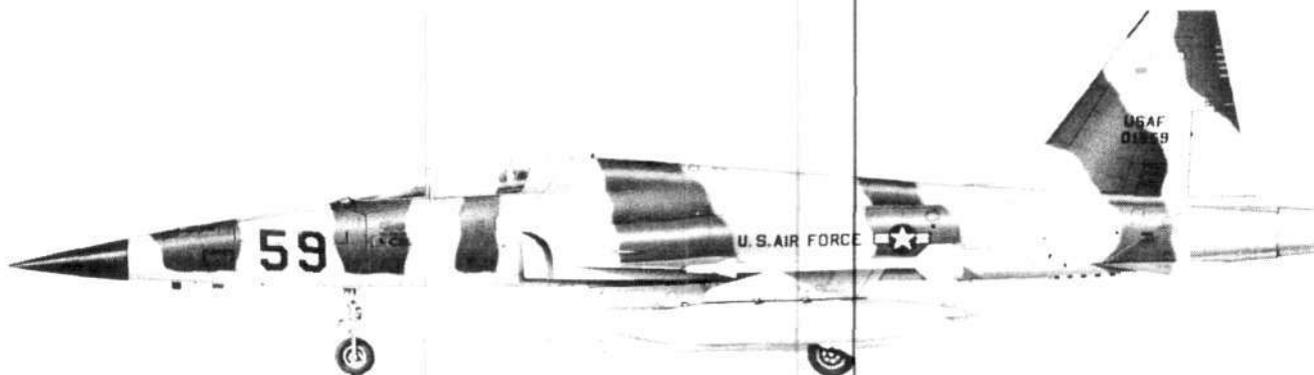
El logro más significativo fue, sin duda, el desarrollo del IAe-33 "Pulqui II", cuyo anteproyecto, el Ta-183, fue diseñado por Kurt Tank. Las prestaciones de esta nueva versión la colocaban en pie de igualdad con el Mig-15 soviético, considerado el mejor avión de combate a reacción a prin-

cipios de los años '50. El 8 de febrero de 1951, el propio Tank lo piloteó en la presentación oficial, que se realizó en el aeroparque de la ciudad de Buenos Aires. Tras el vuelo, el ingeniero alemán fue felicitado por el presidente Perón, quien rindió homenaje a la Fuerza Aérea y a los expertos extranjeros que habían intervenido en el proyecto. En ese discurso expresó el jefe del Estado:

La aeronáutica, lo que es y lo que será, se lo debe a sí misma. Yo no he puesto en esto nada más que buena voluntad. El trabajo, el tesón y las conquistas que van obteniendo los aviadores argentinos es obra de ellos y no mía.

Es indudable, señores, que estos jalones de la aeronáutica son para mí motivo de júbilo, como para todos los aviadores, porque no solamente he compartido sus inquietudes y sus buenos deseos, sino también esas horas de preocupación para poder tener nosotros una aeronáutica a la altura de lo que la República Argentina merece tener. Los primeros jalones los hemos puesto nosotros, pero queda aún un inmenso futuro que llenar; eso será obra de los aviadores y sobre todo de los pilotos jóvenes, de los muchachos que nos han de suceder, para seguir marcando rumbos en la conquista del cielo argentino.

Muchos de los actuales aviones supersónicos estadounidenses—como el F-5 Tiger de la foto— tienen los rasgos esenciales de las ideas constructivas del doctor Lippisch, otro científico alemán que trabajó en los talleres Northrop desde 1945.





El 8 de febrero de 1951, el presidente Juan Domingo Perón felicitó y agradeció a los científicos alemanes su enorme colaboración en el diseño y construcción de aviones y en la educación de los militares argentinos:

"A esa gratitud, que guardo y guardaré toda mi vida para con esos dignos caballeros y soldados que dieron de sí lo mejor que tuvieron para enseñarnos y para instruirnos, debo agregar hoy la gratitud de un hombre formado y la gratitud de la Nación, al profesor Kurt Tank. . ."

Señores: yo deseo en esta oportunidad un recuerdo de mi gratitud para los hombres que han trabajado en la concepción y en la construcción de esta máquina. Yo no olvido, ni olvidaré nunca, que los hombres bien nacidos tienen una condición por sobre todas sus condiciones, y que es la de la gratitud. Yo en la Escuela de Guerra, en el Colegio Militar, recibí la valiosa enseñanza de numerosos profesores alemanes a los cuales debo, quizá, gran parte de la cultura militar que he adquirido en mi vida, y guardo para ellos la profunda gratitud que es obligación conservar para todo hombre bien nacido.

A esa gratitud, que guardo y guardaré toda mi vida para con esos dignos caballeros y soldados que dieron de sí lo mejor que tuvieron para enseñarnos y para instruirnos, debo agregar hoy la gratitud de un hombre formado y la gratitud de la Nación, al profesor Kurt Tank, a cada uno de los técnicos que han trabajado en la concepción de esta máquina, como así también a los obreros argentinos que la han construido.

El mérito de esto es, pues, de estos hombres que llegan a nuestra patria con un corazón sin prejuicios y con un alma inclinada a colaborar y a trabajar con nosotros para lograr las conquistas aeronáuticas con que soñamos. A ellos va mi palabra agradecida. . .

Señores: hago votos para que estos éxitos sigan reproduciéndose cada día con mayor ritmo y seguridad; por que todos nosotros recordemos permanentemente a los hombres que ponen su inteligencia y su trabajo al servicio de una actividad tan noble como es la aeronáutica, y porque la felicidad, la tranquilidad y el éxito sigan acompañando al profesor Tank, como así también a todos los técnicos que constituyen para nosotros un núcleo de nuevos hermanos argentinos que se incorporan a trabajar, a luchar y a vivir con nosotros.²⁷

Hoy puede decirse que el mérito fue compartido. De inestimable valor resultó el aporte de los ingenieros aeronáuticos extranjeros. Pero dicha contribución no hubiese sido aprovechada en plenitud de no haber existido un complejo científico e industrial como el Instituto Aerotécnico de Córdoba y si en el más alto nivel de conducción del Estado no hubiese sido tomada la decisión de promover y desarrollar el poder aéreo argentino.²⁸

NOTAS

¹ Diario *Clarín*, Buenos Aires, domingo 11 de junio de 1983. Para una síntesis biográfica del científico alemán, conf.: Behrsing, Gert, "Tank (Kurt)". *Enciclopedia de Aviación y Astronáutica*. Ediciones Garriga, Barcelona, 1982, Tomo VIII, ps. 23 y 24. Toda su producción aeronáutica puede consultarse en Wagner, Wolfgang. *Kurt Tank. Konstrukteur und Testpilot bei Focke-Wulf*. Bernard und Graefe Verlag, München, 1980.

² Mariscotti, Mario. *El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina*. Sudamericana/Planeta, Buenos Aires, 1983, ps. 93 y 94. En este importante libro, a partir del testimonio de Gallardo Valdez, se sostiene que Tank y sus acompañantes partieron desde Noruega. Sin embargo, todas las fuentes documentales consultadas indican que el viaje hacia la Argentina se inició en Copenhague. Lo mismo expresó al autor el hijo del constructor alemán, ingeniero Wolfram Tank, quien reside en Buenos Aires, en una entrevista concedida el 3 de diciembre de 1985.

³ *Los documentos de Yalta*. Seleccionados y traducidos por Gonzalo Aguirre de Carcer. Instituto de Estudios Políticos, Madrid, 1956, p. 33 especialmente.

⁴ Estos documentos fueron dados a conocer el 24 de marzo de 1947 por el *Department of State Bulletin*, Washington, D.C.

⁵ Años después, Wernher von Braun refería como los rusos habían ocupado los centros subterráneos de montaje y producción de las V-2 ubicados en las proximidades de Nordhausen, trasladando —como antes los norteamericanos— varios centenares de cohetes a la Unión Soviética. También sus servicios de inteligencia descubrieron un proyecto de Eugen Sungen sobre un bombardero supersónico propulsado por cohetes que, desplazándose a través de las capas superiores de la atmósfera, sería capaz de arrojar su carga sobre blancos ubicados al otro lado del globo. El mariscal Stalin, sin duda un hábil conductor político y militar, percibió de inmediato la factibilidad de este ingenio. Así, envió a su hijo Vasili con un equipo a Alemania para buscar y llevarse al científico. La operación, empero, fracasó porque éste se encontraba bajo custodia francesa. Conf.: Von Braun, Wernher y Ordway, Frederick I. *El resplandor de los cohetes en la historia del hombre*. Edisar, Buenos Aires, 1979, ps 122 y 123.

⁶ Llaugue Dausa, Félix. *Armas secretas de la Segunda Guerra Mundial*. Ediciones Picazo, Barcelona, 1973, ps. 77 a 81.

⁷ Heinkel, Ernst. *Memorias*, Editorial AHR, Barcelona, 1956, p. 410.

⁸ *Ibidem*, p. 414.

⁹ *Memorias del Mariscal Montgomery*. Emecé Editores, Buenos Aires, 1959, p. 398.

¹⁰ Seversky, Alejandro P. *El poder aéreo. Clave de la supervivencia*. Editorial Guillermo Kraft Limitada, Buenos Aires, 1951, p. 397.

¹¹ *Los Diarios de Guerra de Charles A. Lindbergh*. Ediciones Acervo, Barcelona, 1972, ps. 538 y 539.

¹² Galland, Adolf. *El principio y el fin*. Emecé Editores S.A., Buenos Aires, 1955 p. 406.

¹³ *Las Fuerzas Aéreas Soviéticas*. Traducido de la revista estadounidense *Aviation Age* por el capitán Augusto F.N. Lavallo Cobo, Círculo de Aeronáutica, volumen 27, Buenos Aires, 1952, p. 1.

¹⁴ *Ibidem*, p. 5.

¹⁵ *Ibidem*, p. 6. Según esta fuente norteamericana, durante la guerra de Corea hubo asesores tácticos y ex pilotos de la *Luftwaffe* que tripularon los Mig-15 soviéticos (p. 45).

¹⁶ Baumbach, Werner. *Vida y muerte de la Luftwaffe*. Editorial Diana, S.A., México, 1962, p. 247. El coronel Baumbach recobró la libertad en febrero de 1946 por orden del Cuartel General norteamericano. A comienzos de 1948, con permiso de los aliados, se radicó en la Argentina donde trabajó como asesor de la Fuerza Aérea. Poco tiempo después murió trágicamente, al caer sobre el río de la Plata el avión que tripulaba.

¹⁷ Conradis, Heinz. *Design for flight. The Kurt Tank Story*. Macdonald, London, 1960, p. 147. En la misma época, en efecto, fueron trasladados a Gran Bretaña los físicos alemanes que formaban la denominada "comunidad del uranio": entre otros, Werner Heisenberg, Otto Hahn, Max von Laue, Walter Gerlach, Carl Friedrich von Weizsäcker y Karl Wirtz. Internados bajo estrictas medidas de seguridad en la granja *Farm Hall*, cerca de Cambridge, durante varios meses fueron interrogados por científicos norteamericanos. Regresados a Alemania, a principios de 1946, permanecieron sujetos al control de la inteligencia británica. El doctor

Enrique Gaviola, presidente de la Asociación Física Argentina, por pedido de la Marina de Guerra, escribió a Heisenberg invitándolo a trabajar en el país. El profesor germano aceptó en principio las condiciones propuestas, pero finalmente los ingleses imposibilitaron su salida de Europa. Conf.: Heisenberg, Werner. *Diálogos sobre la física atómica*. 2a. Edición. Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid, 1975, p. 238 ss. y Mariscotti, Mario. *Op. Cit.*, p. 58 ss.

¹⁸ Conradis, Heinz. *Op. cit.*, p. 156.

¹⁹ *Ibidem*, p. 167.

²⁰ Argentina. Vicepresidencia de la Nación. Comisión Nacional de Investigaciones. *Documentación, autores y cómplices de las irregularidades cometidas durante la Segunda Tiranía*. Buenos Aires, 1958, Tomo IV, ps. 273 y 274.

²¹ Conradis, Heinz. *Op. Cit.*, p. 189 ss. Con el viaje de Tank se cerraban exitosamente las gestiones iniciadas en 1954 por el ministro hindú ante el agregado económico de Alemania Federal en Nueva Delhi, doctor Taupisch, destinadas a impulsar la industria aeronáutica propia con asistencia técnica y científica alemana.

²² Wagner, Wolfgang. *Op. cit.*, ps. 238 a 265.

²³ Conradis, Heinz. *Op. cit.*, p. 185.

²⁴ Castillon de Saint-Victor, Arnauld. "Dewoitine (Emile)". En *Enciclopedia de Aviación y Astronáutica*, cit., tomo III, p. 267.

²⁵ Silvestri, Armando. "Pallavicino (Cesare)". En *Enciclopedia de Aviación y Astronáutica*, cit., Tomo VI, ps. 462 a 465. Sobre la destacada participación de científicos y técnicos italianos en el desarrollo aeronáutico argentino, conf.: Gabrielli, Giuseppe. *Una vita poer l'aviazione. Ricordi di un costruttore di aeroplani*. Bompiani, Milano, 1982, ps. 107 a 110.

²⁶ Behrsing, Cert. "Horten (Walter y Reimar)". En *Enciclopedia de Aviación y Astronáutica*, cit., Tomo IV, ps. 895 y 894.

²⁷ "La presentación del Pulqui II en el Aeroparque de la Ciudad de Buenos Aires". En *Aviación*, Buenos Aires, abril 1951, año III, Nb. 11, p. 10.

²⁸ Una versión británica de la guerra del Atlántico Sur, publicado por la Marshall Cavendish Limited bajo el título *The Falklands War* y ofrecida al público en catorce entregas semanales —de la que se vendieron más de cuatro millones de ejemplares— contiene afirmaciones de antología. De acuerdo con la edición española, de reciente aparición, "en los años que siguieron a su creación, la Fuerza Aérea (argentina) se vio beneficiada por el carácter militarista del régimen del general Juan Perón para progresar rápidamente hasta convertirse en la más importante y poderosa aeronáutica militar de América del Sur". Este irrefutable testimonio, que lleva como subtítulo *La Fuerza Aérea Argentina. Una aviación que se hace respetar*, concluye sosteniendo que "después de la caída de Perón, el ritmo de desarrollo de la FAA se aminoró y fue necesario esperar hasta la década del setenta para que la aviación militar se lanzara a un programa de reequipamiento mayor, en momentos que surgía la tensión entre la Argentina y Chile en torno de la soberanía sobre el canal de Beagle". (*La Guerra de las Malvinas*, Ediciones Fernández Reguera, Buenos Aires, 1986, fascículo 2, p. 19).

El joven científico

El astrónomo mercedario Fray Diego Rodríguez y el estudio de los cometas

por Carlos de Hoyos y Carlos Wesley

Aun cuando muchos mexicanos no conocen el trabajo de Fray Diego Rodríguez, monje mercedario y astrónomo mexicano del siglo 17, fue un gran científico de su época. Rodríguez, que vivió de 1596 a 1668 y estudió la obra de Kepler, sentó las bases de la modernidad científica en México y educó a toda una generación que habría de producir grandes genios como Don Carlos Sigüenza y Góngora y la ilustre Sor Juana Inés de la Cruz.¹

Fue Fray Diego quien preparó el camino para que el astrónomo británico John Flamsteed determinara que "los cometas describen órbitas alrededor del Sol y regresan una y otra vez".² Generalmente se le da crédito de ese descubrimiento al protegido de Isaac Newton, Edmund Halley, pero los archivos históricos demuestran que Newton y Halley se apropiaron deshonestamente del trabajo de Flamsteed. De hecho, el cometa Halley debería llamarse el cometa Flamsteed, o el cometa Rodríguez-Flamsteed.

Hasta el trabajo de Fray Diego, los científicos, al parecer incluso Kepler, creían que los cometas viajaban en línea recta. Kepler demostró que Aristóteles se equivocó cuando dijo que los planetas y las estrellas estaban alrededor de la tierra, encajadas en esferas sólidas de cristal. Mostró que, por el contrario, los planetas viajan en órbitas elípticas, con el Sol en uno de los focos de la elipse. Sin embargo, Kepler creía que los cometas seguían una línea recta, no el movimiento rotacional de los planetas alrededor del Sol.

En 1652, Fray Diego escribió un libro sobre sus observaciones de un cometa que apareció ese año, *Discurso Etheo-*

rologico Del Nuevo Cometa. El mismo señala que emprendió ese estudio bajo el supuesto de que "Esme forzoso pues, no seguir en aqueste mi discurso el común método de los filósofos, empezando por la definición, pues entro

suponiendo que se ignora y ha ignorado la materia y modo de formación de los cometas y yendo en aqueste principio y a buscar sus causas, fuera bastarda definición decir de ellos que son una apariencia comética al modo



Fuente: Elías Trabulse, *Historia de la Ciencia en México*, Vol. 2, México: Conacyt-Fondo de Cultura Económica, 1984.

de estrellas, que de nuevo nacen y se ven en el aire o en el cielo por algún tiempo”.

El método que usa es el método platónico de hipótesis. Como él dice: “Que las cosas que nos son ocultas y escondidas a los sentidos, llegan a ser verificadas y demostradas, con ponerlas en el campo de la posibilidad y que no repugnen a la razón”.

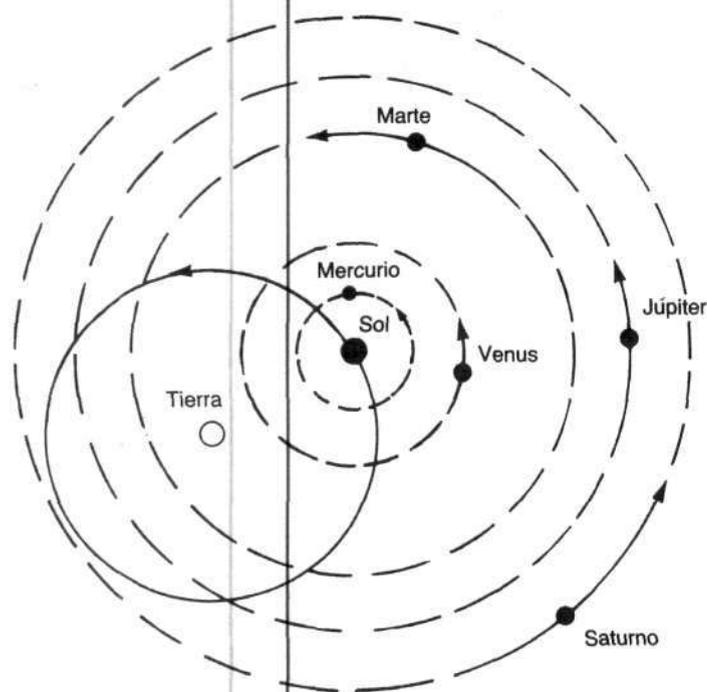
Fray Diego ataca el concepto aristotélico de que los planetas y las estrellas están insertadas en esferas sólidas de cristal: “El haber cielos sólidos, fluidos o un purísimo éter, no es de fe, con que aquesta controversia está dividida en opiniones, aún entre los Santos y Doctores de la Iglesia. La que afirma no haber cielos sólidos, está tan válida en aqueste siglo y tan apoyada en razones, que se rien del que lleva la contraria”.

Fray Diego escribe: “Y lo que Aristóteles quitó de los cielos para que fuesen incorruptibles, eso mismo hemos de poner para que [no] lo sean”. Aristóteles, por ejemplo, puso los cometas en la atmósfera, de tal forma que no interfirieran con su visión de la solidez del reino celestial. Rodríguez los regresó y declaró que los cielos no son sólidos.

Heliocentricidad

Fray Diego mantiene firmemente el punto de vista de que los planetas y los cometas siguen un curso heliocéntrico. Es decir, que giran alrededor del sol, como lo mantuvo el astrónomo polaco Copérnico, en el siglo 16. Los geocentristas, como Aristóteles y Tolomeo, sostenían que todos los cuerpos celestes se mueven alrededor de la Tierra, y esa era la enseñanza aceptada por la Iglesia en los dominios del imperio español, incluyendo México, en esa época. Desafiar ese punto de vista podría resultar en el encarcelamiento y hasta la muerte a manos de la Inquisición.

Pero Fray Diego desafió esa visión. El recurso que usa es lo que se pudiera llamar un poquito de “falsificación” de la verdad. El astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) tuvo la hipótesis de que todos los planetas, excepto la Tierra, describen una órbita alrededor del Sol, pero Brahe no siguió adelante en contra de la doctrina aceptada, porque



EL SISTEMA SOLAR SEGÚN TYCHO BRAHE

Rodríguez señaló algo que era considerado hereje en su época: que los planetas orbitan alrededor del Sol y no de la Tierra. Pero fue suficientemente listo para no provocar la ira de la Inquisición española, diciendo que coincidía con la versión de Tycho Brahe, el astrónomo danés. En la versión de Brahe, los cinco planetas hasta entonces conocidos, además de la Tierra, orbitan el Sol, al tiempo que el Sol orbita la Tierra, como lo muestra el dibujo.

dijo que el Sol da vueltas alrededor de la Tierra.

Sobre las pruebas de que los cielos no son sólidos, Fray Diego dice: “la segunda razón sea de los movimientos de los cinco planetas, Saturno, Júpiter, Marte, Venus y Mercurio (como afirman y comprueban Tycho y otros muchos) que se mueven alrededor del Sol concéntricamente con sus movimientos medios”. Al mencionar a Brahe —Tycho— y dejar fuera la mención sobre la Tierra, el único otro planeta conocido, Rodríguez pudo establecer su visión heliocéntrica sin provocar la furia de la Inquisición.

El cometa

Otra prueba de que los cielos no son sólidos, dice Fray Diego, “Y no es menos fuerte el argumento que se hace de los movimientos de los cometas; pues lo primero se mueven por un círculo máximo tan indefectiblemente como los mismos astros, orden sólo del cielo y no de la región del aire, que ni aún raptó se le debe conceder; muévense al principio veloces y des-

pues tardos circularmente y sin alguna excentricidad, y no con movimiento rectilíneo como quiso Juan Keplero, no admitido en la naturaleza”.

Cuando Fray Diego publicó su libro sobre los cometas, era el profesor de astronomía y matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México. Su sucesor, Carlos de Sigüenza y Góngora, estaba al tanto de su trabajo y se carteaba con John Flamsteed, el “observador astrónomo” real de Gran Bretaña, seguro para darle a conocer las hipótesis de Fray Diego de que los cometas orbitan el Sol. Dado que Fray Diego asumió que los cometas se quemaban cuando pasan alrededor del Sol, le quedó a Flamsteed demostrar que “vuelven una y otra vez”.

Respecto a las colas de los cometas, Fray Diego dice: “el Sol con sus rayos ilumina el cuerpo del cometa (en ambas especies de ellos) y con lo ígneo y el impulso de ellos se lleva tras sí la materia más tenue y más superficial de él y esta materia, resistiéndose y ape-

Pasa a la página 67

Fray Diego Rodríguez

por Carlos de Hoyos y Carlos Wesley

Fray Diego Rodríguez fue una figura intelectual importante en el proceso de construcción de una república en México. Trabajó en todas las áreas del conocimiento universal: las matemáticas, la astronomía, la ingeniería, la arquitectura, la música y la filosofía.

Fray Diego fue uno de esos científicos naturalistas importantes, como Benjamin Franklin y Alejandro de Humboldt, quienes ayudaron al progreso de la ciencia y la tecnología de su época. Nació en Atitalaquia; lo enviaron a una escuela de gramática a la ciudad de México, y pronto se unió a la Orden de los Mercedarios, que se convirtió en uno de los centros intelectuales más importantes del periodo colonial.

Se alió a Juan de Palafox, quien llegó a México en 1640 como obispo de Puebla y visitador general de la Nueva España. Palafox, más tarde virrey, libró una guerra abierta contra los jesuitas, quienes controlaban la Inquisición en México. Esa pelea culminó en una victoria parcial para la facción de Palafox y Fray Diego, con reformas de los programas educativos en las universidades de Puebla y la ciudad de México.

Como resultado de la Reforma Palafoxiana, se creó la cátedra de matemática y astronomía en 1647 en la Real y Pontificia Universidad de México, dictada por Fray Diego desde la fundación hasta su muerte en 1668. Fray Diego actualizó la enseñanza de la matemática en México al introducir las obras de los pensadores modernos, como Kepler, Tycho Brahe y Copérnico.

El mismo año, Fray Diego fue nombrado en la comisión del Virrey para evaluar el avance del gran proyecto para resolver las constantes inundaciones que amenazaban a la ciudad. La construcción de un drenaje eficiente fue uno de los grandes retos tecnológicos de esa época, y Fray Diego contribuyó al trabajo iniciado por otro astrónomo y matemático, Enrico Martí-



Christopher Sloan

nez, cuyo nombre original era Heinrich Martins, de origen alemán.

Con la excepción de su tratado sobre los cometas, Fray Diego no pudo publicar sus principales obras en su tiempo, probablemente por la Inquisición de México. Trató de que se publicara un tratado sobre logaritmos, en España, pero también impidieron su publicación. Según las crónicas de la Orden de Mercedarios, temiendo que

el libro se perdiera, Fray Diego "decidió enviarlo a la ciudad de Lima, Perú, donde había un discípulo suyo, Francisco Ruiz Lozano". Desde entonces no se sabe nada de ese libro.

Fray Diego y sus colaboradores se encargaron de los proyectos de construcción de la catedral de la Nueva España, que se había iniciado varios años antes, lo cual dio como resultado las magníficas construcciones de las ca-

tedrales de Puebla, Oaxaca y la ciudad de México.

Los inquisidores jesuitas trataron de destruir a sus oponentes políticos acusándolos de herejes. En 1647, y de nuevo en 1649, los jesuitas realizaron juicios en masa en los que condenaron a 103 personas a la hoguera.

La Inquisición acusó a Fray Diego y a su amigo Melchor Pérez de Soto, arquitecto de la catedral de México, de practicar "astronomía judicial" —nombre equivalente de la brujería y la lectura de la suerte. Esa no fue la primera vez que los opositores políticos de Fray Diego trataron de incriminarlo, antes se le había acusado falsamente de apropiarse de dineros de un convento. Diez años después, usaron esto para evitar que obtuviera su maestría en matemática, a pesar de que él dirigía la cátedra de matemática en la universidad. No fue sino hasta 1664, después de 27 años de haber solicitado la maestría, que se le premió con el título.

Debido a su reputación y a su posición, Fray Diego pudo librarse del juicio en 1653, pero a Pérez de Soto le confiscaron su biblioteca, lo encarcelaron y torturaron, y mantuvieron en cárcel solitaria por más de dos años. La Inquisición no pudo sacarle una "confesión", formalidad que necesitaba para dictar sentencia de hereje y, al final, Pérez de Soto fue asesinado por otro preso en las mazmorras de la Inquisición.

En 1655, mientras Pérez de Soto todavía estaba preso, se terminó la primera torre campanario de la catedral, lo cual presentó el problema de bajar las pesadas campanas de la vieja iglesia, y levantarlas en la nueva torre, junto con un nuevo grupo de campanas nuevas. Desde su celda, Pérez de Soto presentó sus propuestas, así como lo hicieron otros arquitectos. Fray Diego envió su propuesta y ganó el trabajo; dirigió la construcción de la estructura necesaria y las maniobras que finalmente pusieron en su lugar las campanas, el domingo de Ramos del mismo año.

Una vez que la catedral fue consagrada y dotada con su monumental órgano doble, se convirtió en el centro del renacimiento mexicano en la adoración a Dios mediante la música, la poesía y el drama.

Viene de la página 65

teciendo la unión de su cuerpo y la mayor parte de la materia que la tiene y llama, sin soltarse causa la madeja, hasta que la persistencia de los rayos del Sol poco a poco la atenúa y consume, sacando siempre materia de nuevo del cuerpo del cometa, con que poco a poco lo trilla, lo altera y lo va consumiendo, hasta desvanecérselo todo por su madeja, . . ."

Respecto a la curvatura de la cola, siguiendo al científico británico William Gilbert, dice que se debe a: "Además que hay algunas virtudes en el cielo tan fuertes y eficaces (y más si lo son cercanas al cometa y de su propia naturaleza y fueron las que como instrumentos principales concurren a su generación) que llaman al cometa a aquella parte, como la piedra imán al acero".

El trabajo científico de Fray Diego no se limitó a los cometas. Trabajó en óptica; diseñó y construyó sus propios instrumentos astronómicos. Escribió un tratado sobre la construcción de relojes de precisión —esenciales para el trabajo astronómico—, usando como base las tablas elaboradas por Brahe y

Kepler, y usando métodos geométricos de construcción elementales. También estableció la longitud del Valle de México.

Su cálculo de la longitud del Valle fue criticado en el siglo 19 por Alejandro de Humboldt, cuyo conocimiento de Fray Diego le llegó por conversaciones; no conoció los trabajos escritos de éste. Más tarde resultó que los cálculos de Fray Diego eran más precisos que los de Humboldt, con una desviación de tan sólo .8 segundos de la posición longitudinal real.

Algunos de los manuscritos de Fray Diego están guardados en la Biblioteca Nacional de México, incluyendo su tratado de matemática *Tractatus Proemialium Mathematices*, el primer libro dedicado en gran parte a las secciones cónicas, al círculo, a la elipse, a la parábola, y a la hipérbola.

¹ Elías Trabulse, *Historia de la ciencia en México*. Conacyt, Fondo de Cultura Económica. 1984, y *El círculo roto*, del mismo autor y misma editorial.

² Ver *Why the Credit for Halley's Comet belongs to John Flamsteed*, by Philip Valenti, *Fusion*, Sept.-Oct. 1985, p. 44.

"Si un viaje alrededor del mundo cambia a una persona . . . entonces un viaje 200 veces alrededor del mundo, a la velocidad de las naves espaciales, puede cambiar aún más a una persona". Joe Allen, astronauta

SIETE DIAS EN EL ESPACIO

(Una semana a bordo del transbordador "Discovery")

El primer documental filmado casi en su totalidad en el espacio, que usted puede tener en su hogar.

Incluye:

- Notas informativas para complementar el video
- ¡Película nunca antes vista por el público!
- Narrado por la tripulación de la misión 51-A
- ¡88 minutos de estancia en el espacio!

¡Participe en el lanzamiento a órbita del transbordador espacial, guiado por los astronautas y controladores del "Discovery", en la misión que trajo a la Tierra dos satélites descompuestos. Flote, despliegue nuevos satélites de comunicaciones, eche un vistazo a su planeta, póngase su traje espacial y realice el viaje que el hombre ha soñado desde hace miles de años!

Envíe su nombre y dirección, un cheque u orden de pago por 29.95 dólares, más 5.00 dólares por el costo del envío a:

Helcyon Films and Video
110 Beach Road, Box R.
Kings Plng, New York 11024
o llame al teléfono:
(516) 487-08-48

Especifique si desea VHS o BETA

Urge un Instituto Iberoamericano de Estudios Sísmicos e Hidrodinámicos

por Hugo López y Robert Gallaguer

El último terremoto que padeció El Salvador puso de relieve la necesidad de un Instituto de Estudios de Hidrodinámica y Sismología en Iberoamérica.

En el curso de un año, Iberoamérica sufrió tres grandes desastres naturales, que tomaron por sorpresa y para los cuales no existían las defensas adecuadas. Los informes provenientes de El Salvador establecieron que, como resultado del terremoto del 10 de octubre de 1986, murieron por lo menos mil personas, y los daños ascendieron a 2.000 millones de dólares. Los terremotos del 19 y 20 de septiembre de 1985, en la ciudad de México, cobraron más de 10.000 víctimas, y la explosión del volcán de Armero, Colombia, en noviembre del mismo año, mató a 25.000 personas. El desastre de México significó pérdidas por más de 8.000 millones de dólares, y en Colombia dos

pueblos desaparecieron por completo.

Estos desastres podrían haberse evitado si contásemos con una ciencia de la sismología aplicada rigurosa. Las instituciones de estudios sísmicos han fallado hasta la fecha, o son totalmente inadecuadas. El propósito de un nuevo instituto sería el desarrollo riguroso de esta ciencia.

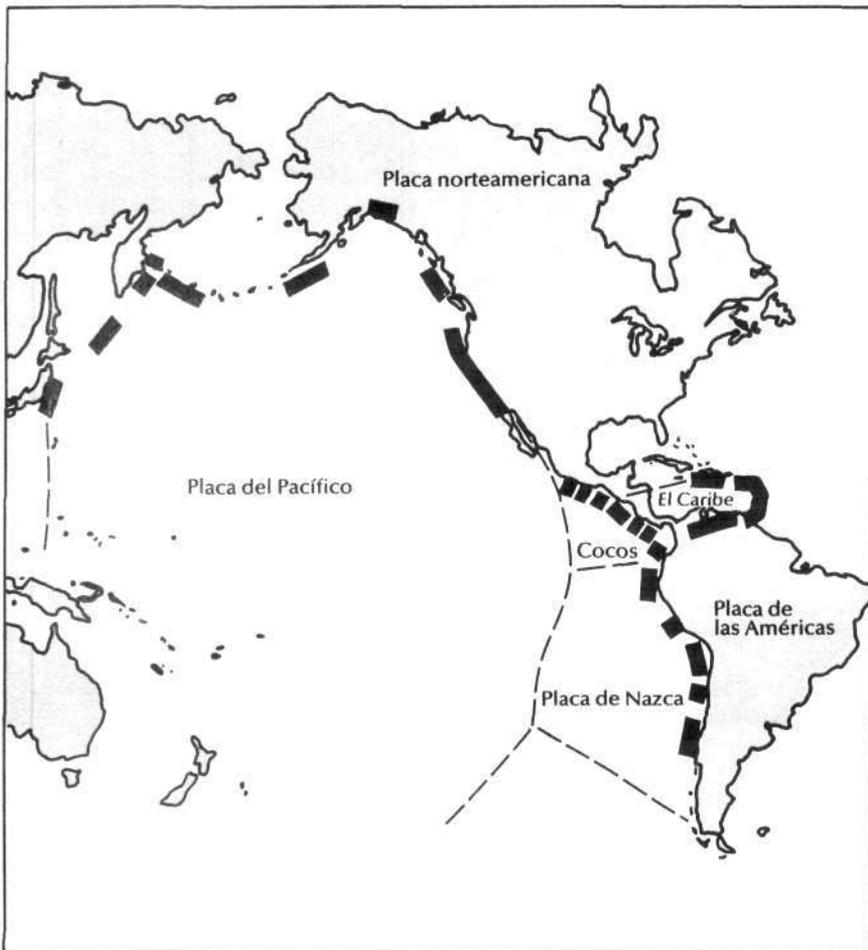
La tarea más elemental de la sismología es desarrollar un entendimiento riguroso de los procesos físicos de la tierra que producen los terremotos, las erupciones volcánicas, etc. Una vez que entendamos cómo funciona la tierra, podremos diagnosticar las condiciones de la corteza terrestre en aquellas regiones de gran actividad sísmica,

y otras. Una ciencia de la sismología más avanzada nos permitiría el desarrollo de la "ingeniería sísmica", para modificar la topografía física de la corteza terrestre, de manera que los terremotos y las erupciones volcánicas no ocurran. El propósito de esta ingeniería sísmica sería, por ejemplo, prevenir el desarrollo de las grandes presiones que ocurren entre las placas tectónicas que provocan los terremotos, al usar esta nueva ingeniería para permitir el libre y continuo deslizamiento de las placas tectónicas.

En otras palabras, conduciremos un programa de "medicina preventiva" para la tierra. Como en el caso de las enfermedades humanas, será más fácil evitar un terremoto, que predecirlo.

Figura 1. La corteza terrestre está dividida en placas tectónicas que siempre están en movimiento, a menos que un obstáculo impida su movimiento normal. El mapa muestra las principales placas que afectan directamente al hemisferio occidental. Los terremotos y las erupciones volcánicas que sucedieron en América Central en 1985 y 1986, al parecer fueron resultado de un movimiento de la placa de cocos. La placa de cocos pasa debajo de la placa norteamericana a lo largo de la costa occidental de México y América Central. Cuando un obstáculo bloquea ese desplazamiento continuo, se acumula la presión hasta que la placa rompe el obstáculo y produce un movimiento repentino.

Cuando la placa de cocos hace contacto con la placa norteamericana, se divide en varios segmentos o dedos que surgen del cuerpo de la placa, como muestra la figura. El movimiento de uno de esos dedos produjo el terremoto que sacudió a México, el 19 de septiembre de 1985, y el movimiento de otro de los dedos produjo el segundo terremoto al siguiente día.



Podemos diagnosticar las condiciones de tensión entre las placas de la misma forma que el cardiólogo puede examinar a su paciente. El cardiólogo puede advertir a su paciente de que algún día, a menos que tome medidas preventivas, por ejemplo, cambiando su dieta, tendrá un paro cardíaco. Pero no puede decir exactamente cuándo y que tan severo. La sismología está en la misma situación. Podemos detectar que se están acumulando las fuerzas que probablemente producirán un terremoto, pero no podemos decir exactamente cuándo, donde y que tan grande.

Usando varias fuentes de tecnología de energía dirigida (acústica y electromagnética), diagnosticaremos las condiciones de las placas, o las venas por las cuales fluye la lava de los volcanes. Identificaremos cualquier área donde se estén acumulando grandes presiones y tomaremos acciones para liberarlas.

Supongamos que podemos detectar

cuándo se bloquea una vena —por donde fluye la lava— de un volcán, entonces para liberar la presión y hacer que la lava fluya libremente, podremos desbloquear la vena.

Dinámica de ondas sísmicas

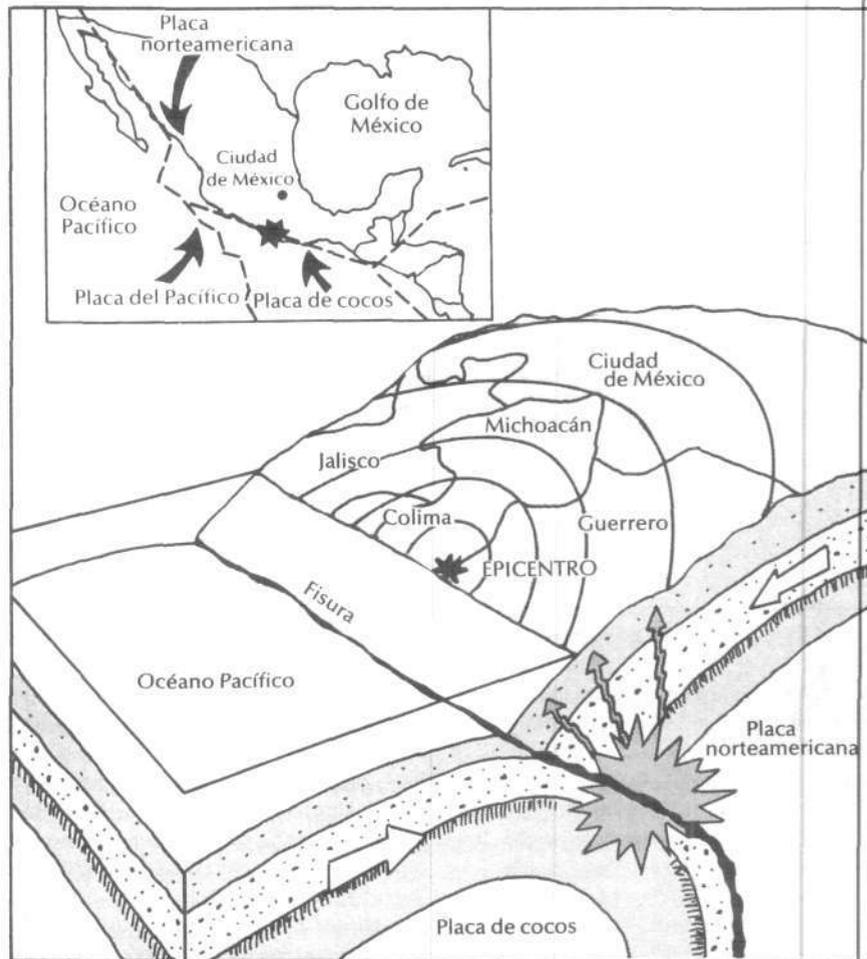
Los fundamentos para una ciencia de la sismología es la ciencia de la dinámica de ondas (hidrodinámica, aerodinámica, etc) desarrollada por Leonardo da Vinci y después por Bernhard Riemann. De acuerdo con una bien establecida teoría, existe un proceso continuo de creación y recreación de la superficie de la tierra. Los científicos han descubierto aproximadamente veinte regiones de circulación de la superficie de la tierra; estas regiones de la superficie se llaman placas tectónicas. En las regiones donde estas placas limitan, se han localizado regiones donde una de las placas se desliza bajo la otra, aparentemente hacia el interior de la tierra; y otras regiones donde emerge nueva corteza terrestre. En base a estas observaciones los cientí-

ficos han elaborado la hipótesis de que las placas tectónicas que forman los continentes y el lecho del mar, conforman la superficie superior de células de convección que circulan hacia el interior de la tierra (el manto) (ver figura). Se ha establecido que las placas se mueven continuamente una bajo las otras y esto produce pequeños temblores continuamente, la mayor parte de ellos sólo detectables por sismógrafos. Los grandes terremotos ocurren debido a que este movimiento continuo de las placas es interrumpido por las irregularidades topológicas del punto donde una placa se desliza bajo la otra, hasta que la presión es tan grande que se fractura la roca obstáculo y hay un movimiento súbito de las placas que producen las destructivas ondas de choque.

El estudio del terremoto que golpeó a la ciudad de México a fines del año pasado, ha proporcionado amplia evidencia para una teoría de ondas en sismología. Científicos han establecido que los terremotos del 19 y el 20 de septiembre, fueron el resultado de dos movimientos repentinos de la placa de Cocos.

En la medida que la placa de Cocos se desliza por debajo de la placa continental norteamericana, se fractura en segmentos o dedos. Estos dedos, se proyectan de la placa de Cocos, tienen un ancho de 150 kilómetros (ver figura). Uno de estos segmentos se movió una cierta distancia, bajo la placa de Norteamérica, el 19 de septiembre, produciendo el primer terremoto, de 8,2 en la escala Richter, y el siguiente día, el segmento vecino se movió también, produciendo otro terremoto, de 6,5 de la escala de Richter. Esta secuen-

Figura 2. La placa de Cocos produjo movimientos repentinos que provocaron el terremoto de México. La figura ilustra cómo algunos obstáculos interrumpieron el deslizamiento normal continuo de la placa de Cocos bajo la placa norteamericana, lo cual resultó en un repentino movimiento que produjo una onda de choque que surgió en el área donde las placas se deslizan una encima de la otra. Nótese también que la figura muestra cómo la placa de Cocos desciende hacia el interior de la tierra, como parte de su continuo movimiento.



cia de eventos refuta la teoría de que después de un gran terremoto, sólo hay réplicas menores del mismo, y no otro gran terremoto. La tragedia de esto es que la teoría refutada sirvió de base para que las instituciones de sismología anunciaran la noche del 19 de septiembre que no podría haber otro gran terremoto, y este ocurrió el siguiente día.

La dinámica de ondas del sismo de México

La forma como estos terremotos golpearon a la ciudad de México también proporciona evidencia para una teoría de ondas. Como se sabe, lo que hoy es el centro de la ciudad de México, está asentado sobre lo que fue el lago de Texcoco. Su subsuelo es blando y lodoso, y responde al fenómeno de ondas como si fuera gelatina. Fue en esta zona de la ciudad de México donde ocurrió la destrucción.

El Valle de México está circundado por montañas. Cuando la onda sísmica arribó del suroeste al antiguo lecho del lago, se amplificó (ver figura), y, tras atravesar el lago, chocaron en la roca

del noreste, reflejándose en estas últimas, y regresando al suroeste, para encontrarse con y sumarse a, las ondas que seguían llegando del sur. Pero también volvían a reflejarse al chocar con la roca del suroeste, regresando al lago. En otras palabras, el lecho del lago funcionó como una cavidad de resonancia, que amplificó las ondas, y las montañas funcionaron como espejos, que regresaron las ondas al lecho del lago, de manera que se sumaron (ver figura). Como resultado, la intensidad del terremoto en el área del lago fue dos veces y media mayor fuera de ella. En suma, cuando las ondas sísmicas golpearon el lecho del lago, el subsuelo lodoso disminuyó la velocidad de vibración de las ondas (la frecuencia), y como resultado, la energía de la vibración se transfiere a la amplitud de la onda.

Debido a que la topografía del Valle formó esta cavidad de resonancia, se formaron bandas de máxima vibración, espaciadas a distancias iguales, en el lago. Estas bandas se formaron a intervalos de aproximadamente 1.5 ki-

lómetros una de otra. Fue a lo largo de estas bandas de máxima intensidad donde ocurrió el mayor número de colapsos de edificios.

En estas áreas, sólo los edificios de más de siete pisos y de menos de quince, en general, se colapsaron. Esto indica que las estructuras resonaron con la longitud específica de onda de la resonancia del subsuelo del lago, y que los edificios de más de quince pisos y de menos de siete, no entraron en resonancia. Este resultado es específico al subsuelo del lago. Obviamente, esto nos proporciona información valiosa para futuras especificaciones de los reglamentos de construcción urbana.

Por supuesto, muchas vecindades pobres, en esta área, se derrumbaron por la sola razón de que eran demasiado débiles y viejas.

Como vemos, se sabe bastante sobre la dinámica de ondas que produce los terremotos y de cómo se propagan las ondas sísmicas y producen gran destrucción, sin embargo, esto es sólo un principio. Algunos científicos de México predijeron que habría gran actividad sísmica en el último trimestre de 1985. Otros científicos en Colombia predijeron la erupción del Volcán de Armero. Sin embargo, no sólo no pudieron especificar cuándo sucedería, sino que no pudieron proponer algún plan de acción para tomar medidas preventivas. El desarrollo de dicha ingeniería sísmica, será el propósito del nuevo instituto. Ya existe una gran cantidad de información empírica sobre sismos y otros fenómenos telúricos; el instituto unificará esta información y analizará esta información desde el punto de vista de una teoría de ondas de la sismología.

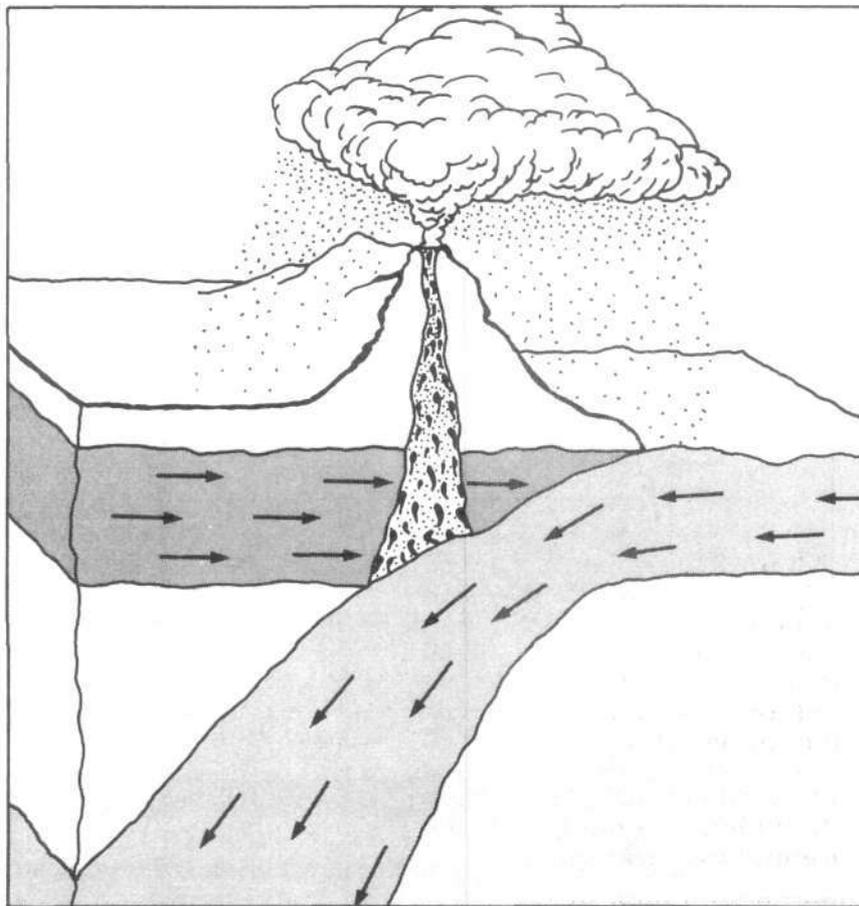


Figura 3. Las erupciones volcánicas se dan cuando las venas por donde circula la lava se bloquean, lo cual provoca una presión que finalmente explota. El deslizamiento normal de una placa tectónica sobre otra produce un flujo continuo de lava dentro del volcán, como lo ilustra la figura. Se cree que los movimientos repentinos de la placa de Cocos produjeron las condiciones para la erupción del volcán de Armero, en Colombia, dos meses después del terremoto en México. La explosión destruyó el pueblo y mató a 25.000 personas.

Viene de la página 5

electromagnética del tejido vivo. Los procesos vivientes no son una mera suma de multitud de veloces reacciones químicas combinadas al azar. La gran sinfonía de los procesos vivientes se orchestra en torno a ciertas series de frecuencias características, análogas a los espectros de los átomos y moléculas.

En términos generales, el espectro celular se manifiesta: a) en interacciones alineales resonantes con frecuencias específicas de la radiación electromagnética; b) en emisiones electromagnéticas de las propias células vivas.

Aunque las células vivas son sensibles a casi todas las formas de radiación, las armas de que hablamos operan con longitudes de onda de entre varios miles de metros (como las de la radio de onda larga y el radar) y fracciones de milímetro (microondas). El equipo para generar radiación electromagnética en ese rango existe, obviamente, desde que se inventó el radio y el radar; sin embargo, el tipo de señal más adecuado para producir efectos biológicos difiere sustancialmente del que se emplea por lo común en comunicaciones, navegación, etc.

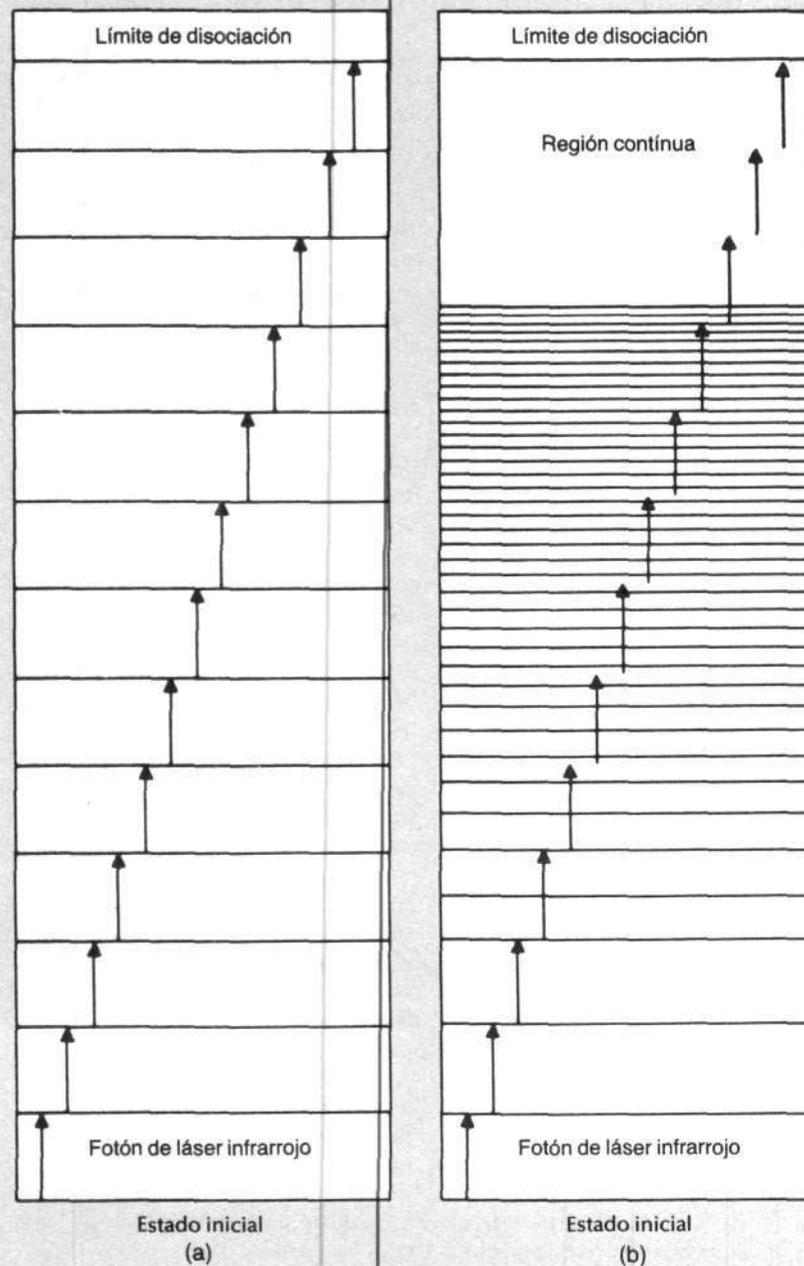
En general, el arma de radioondas dirigida contra seres vivientes tiene que producir pulsaciones de radioondas de varias frecuencias combinadas. El efecto de la combinación de radiofrecuencias y otras características de la emisión es desorganizar el funcionamiento de la célula, hagamos de cuenta, como un veneno electromagnético.

Las bacterias y otros organismos primitivos semejantes son tan sensibles a la radiación electromagnética que es casi imposible realizar experimentos biofísicos con ellos sin provocar una serie de efectos inesperados a causa de la actividad del equipo electrónico del laboratorio. Merced a la evolución, los organismos superiores cuentan con forros o blindajes que protegen sus tejidos de la acción electromagnética del medio ambiente (aunque no del todo, como pueden atestiguarlo los vacacionistas que sufren quemaduras de sol).

Dos maneras de destruir

Cuando se habla de armas de radioondas, mucha gente se imagina que

EL EFECTO DE FOTÓN MÚLTIPLE



En la excitación de fotón múltiple una molécula absorbe muchos fotones infrarrojos de la misma energía. Si los niveles de energía vibratoria de la molécula tuvieran el mismo intervalo, como en la ilustración (a), la excitación de fotón múltiple se pudiera entender como una excitación resonante en cada escalón del proceso. Los fotones absorbidos se representan con las flechas, cuyos largos coinciden exactamente con el espaciado energético constante de la figura (a). Pero, como se representa en la figura (b), el proceso vibratorio para cada molécula física es inarmónico. Es decir, el intervalo entre los niveles de vibración decrece con la energía vibratoria. Por lo tanto, la energía de los fotones absorbidos corresponde cada vez menos al intervalo energético.

cocinan a sus víctimas como un horno de microondas. Es cierto que se puede arruinar circuitos electrónicos con descargas intensas de microondas. Pero es seguro que las armas de radioondas más peligrosas (las concebidas, digamos, para atacar el sistema nervioso central de los comandantes de la OTAN) no dependen en absoluto del calor que puedan generar.

El efecto de las radioondas en los seres humanos puede ser letal al menos de dos maneras, ninguna de las cuales involucra calentamiento del cuerpo o de algún tejido específico. Se han estudiado dos efectos aléneos de las radioondas en seres vivos; ambos dependen de la duración e intensidad de las pulsaciones, de su coherencia y de la frecuencia o mezcla de frecuencias empleada. Intentemos describirlos a grandes rasgos.

El primero de esos efectos consiste en que las moléculas absorban radiación electromagnética—digamos, luz—y luego la liberen, toda o parte, en forma de vibraciones de frecuencia elevada, capaces, literalmente, de despedazar biomoléculas. Dado que en principio todas las vibraciones son una forma de sonido o energía acústica, esa conversión de radiación electromagnética en vibraciones se bautizó *acoplamiento acústico electromagnético*. Cuando la frecuencia de las vibraciones es sumamente elevada, se dice que se provoca un choque acústico. Si se induce en tejido viviente, el choque acústico puede ser terriblemente destructivo.

En la jerga de los investigadores, dicha transformación de una parte de la energía electromagnética en vibraciones se describe como la *partición* de la energía reemitida en *fonones* (radiación electromagnética cuantizada) y *fonones* (radiación acústica). En un acoplamiento acústico-electromagnético ideal, toda la energía electromagnética absorbida se reemitiría en forma de vibraciones de frecuencia elevada. Las moléculas del caso bien pudieran ser de ADN o ARN en células humanas, lo cual, por cierto, es concebible que pueda aprovecharse para destruir selectivamente tumores o virus.

El otro efecto que se ha estudiado consiste en que radiación de frecuen-

cia demasiado baja para desorganizar una molécula o para excitar un átomo o una molécula por transición cuántica, lo haga merced a su intensidad. Así, por medio de lo que muchos físicos consideran que es un efecto colectivo de la radiación coherente intensa, frecuencias que normalmente no bastan para ionizar un átomo o una molécula, lo hacen. Pulsaciones de este género pudieran desorganizar el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN) de las células humanas en que penetren con la intensidad suficiente, y, por supuesto, destruir su metabolismo.

Por *intensidad* de la radiación se entiende el número de fotones por segundo por unidad de superficie o de sección transversal. Por *coherencia*, el grado en que la radiación se compone de ondas de la misma frecuencia y en que dichas ondas están en fase.

La delantera soviética

Como decíamos, los soviéticos han avanzado mucho en este campo en los últimos diez años. La Unión Soviética viene perfeccionando fuentes compactas de radiación electromagnética en el rango de las radiofrecuencias, capaces de descargar miles de billones de vatios en milmillonésimas de segundo. Los científicos soviéticos fueron de los primeros en explorar qué efectos tienen en los procesos químicos y biológicos esas pulsaciones ultracortas de radiación electromagnética coherente.

Los laboratorios de los Estados Unidos también pueden generar ondas de radio de gran potencia; pero hasta hace poco los investigadores estadounidenses se concentraban en producir aparatos para calentar plasmas de fusión, no armas. Por eso, los trabajos de los Estados Unidos se han encaminado a lograr emisiones continuas o pulsaciones de duración relativamente larga. Los investigadores soviéticos, en cambio, han logrado descargas de potencia tremenda en pulsaciones ultracortas.

Uno de los aparatos más apropiados para convertirse en un arma de radioondas parece ser el girotrón. Ya en 1975, los girotrones soviéticos producían pulsaciones de microondas, de 35 nanosegundos de duración, que alcanzaban hasta dos megavatios. Ape-

nas un año después, la Unión Soviética informaba de pulsaciones de entre uno y dos gigavatios. En contraste, la máxima potencia que haya alcanzado la pulsación de un girotrón estadounidense es 645 kilovatios. Y eso, apenas este año, en el Centro de Plasmas del Instituto Tecnológico de Massachusetts.

Los soviéticos también aventajan a los Estados Unidos en la generación de microondas continuas de gran potencia, aunque en esto no van todavía demasiado adelante.

En los Estados Unidos se empezó a trabajar en girotrones de gran potencia y pulsación corta apenas en 1984. El pionero en el campo es Victor L. Granatstein, de la Universidad de Maryland, aun cuando el motivo que adujo para iniciar las investigaciones es que dichos aparatos pudieran trabajar con los nuevos aceleradores de partículas más eficientemente que las fuentes actuales de microondas. Al mismo tiempo, el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore inició investigaciones con una orientación militar más explícita. Uno de sus propósitos es estudiar en detalle los efectos de las microondas en los circuitos electrónicos.

Livermore informa que ha logrado generar pulsaciones de microondas de 25 nanosegundos con una potencia pico de por lo menos 4.000 megavatios; pero no es claro que el aparato que emplea—llamado *viricator* y el cual depende de un generador de rayos de electrones de 400.000 megavatios—sea fácil de transportar.

Un área en que parece ser que los investigadores estadounidenses han logrado resultados superiores es el perfeccionamiento de láseres de electrones libres que emiten pulsaciones cortas de elevada potencia pico, en el rango de las radiofrecuencias. Los láseres de electrones libres que producen radiación en la región de las microondas se conocen también como *ubitrones*. Varios de los resultados del Laboratorio de Investigación Naval son mejores que los del Instituto de Física Aplicada de Gorki, aunque no es claro si el aparato estadounidense es tan compacto como los modelos soviéticos.

—Salvador Lozano

La integración iberoamericana

¡Cien millones de nuevos empleos para el año 2000!

Con introducción de Lyndon H. LaRouche

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

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

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

Solicite o a los teléfonos:

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

México D.F., México: 705-05-09.

Lima, Perú: 40-24-75.



EIR

RESUMEN EJECUTIVO

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



Deseo suscribirme a:

EIR Resumen ejecutivo por:

1 año 2 años

Executive Intelligence Review por:

1 año 6 meses 3 meses
Acompaño cheque giro postal por

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad _____

Edo. o provincia _____

Zona postal _____

País _____

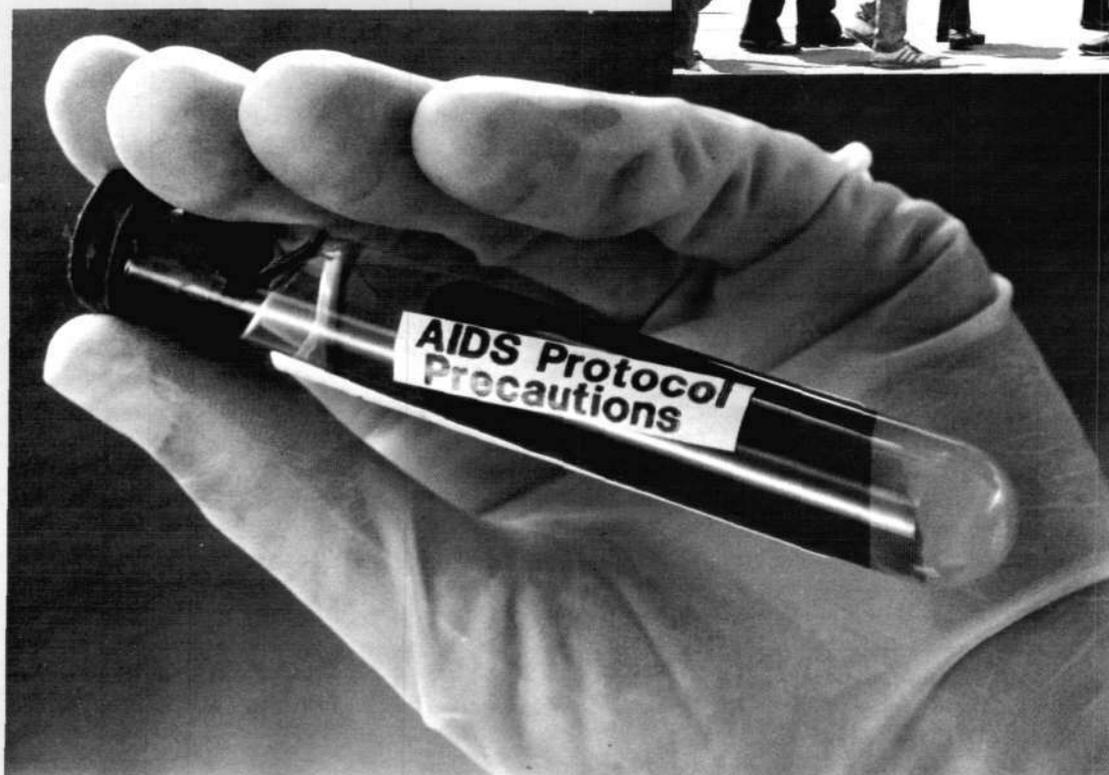
Teléfono _____

Ocupación _____

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

¡La amenaza del SIDA es real!

El poderoso cabildo homosexual internacional y sus protectores políticos intentan convencer a todo el mundo de que, para detener el SIDA, basta repartir condones y agujas limpias a todo el mundo (para practicar perversiones "con seguridad"). La policía de Washington no se come el cuento y usa guantes protectores cuando tiene que poner en orden a activistas homosexuales.



Los guardianes de multitud de prisiones de todo el mundo, así como millones de padres de familia, exigen medidas eficaces para detener la pandemia. Pero la mayoría de los gobiernos siguen respondiendo, en lo esencial, que no tienen presupuesto suficiente. Mientras tanto, la pandemia sigue su espantoso curso.

