

Edición especial

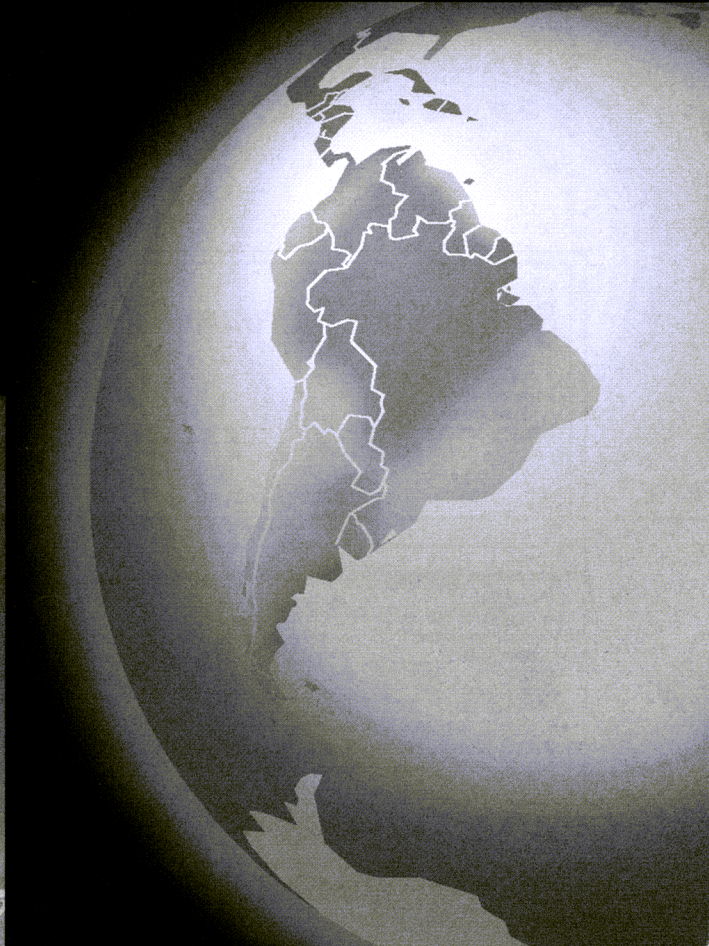
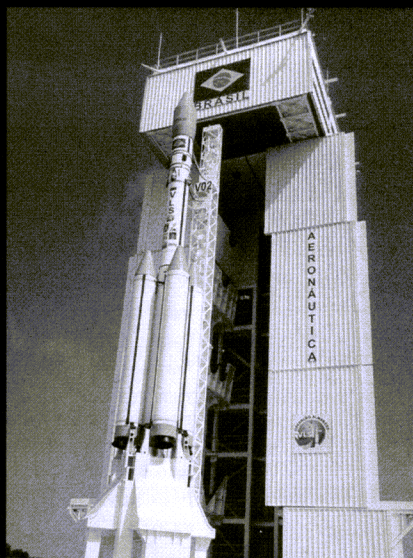
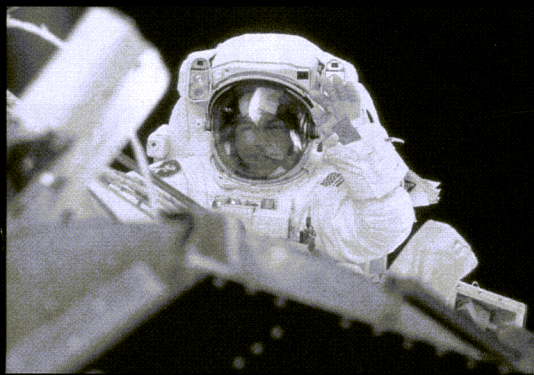
EIR

RESUMEN EJECUTIVO

1ª quincena de diciembre de 2002

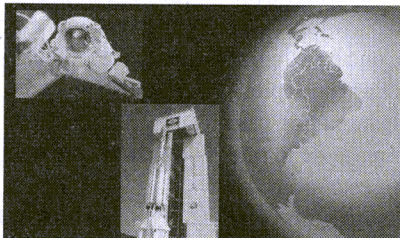
Vol. XIX, núms. 22-23

Iberoamérica: A la conquista del cosmos



Ciencia y tecnología

- 2 El desarrollo de Eurasia; siguiente paso de la biosfera**
por Lyndon H. LaRouche
- 5 Pedro Paulet: pionero peruano del espacio**
por Sara Madueño Paulet de Vásquez
- 13 ¡Iberoamérica a la conquista del espacio!**
por Marsha Freeman
- 39 La tradición de Alejandro de Humboldt en las Américas**
por Timothy Rush
- 58 Ciencia contra ambientismo: la primera Expedición Botánica**
por Carlos Cota Meza



Nuestra portada: Dedicamos este número de nuestra revista a todos los jóvenes de las Américas, con la certeza de que a ellos les está encomendada la tarea sublime de descubrir y alcanzar nuevos horizontes. El astronauta de origen peruano Carlos Noriega da una caminata espacial (izq.); cohete brasileño VLS en su plataforma de lanzamiento (centro).

Resumen ejecutivo Síntesis quincenal de Executive Intelligence Review

Director fundador: <i>Lyndon H. LaRouche, Jr.</i>	Traductores: <i>Germán Campoy</i>	Corresponsales: Buenos Aires: <i>Gerardo Terán Canal</i>	Río de Janeiro: <i>Silvia Palacios y Lorenzo Carrasco</i>
Director general: <i>Dennis Small</i>	<i>Carlos Potes</i>	Bogotá: <i>Javier Almario</i>	Visite nuestra página electrónica: http://www.larouchepub.com/spanish
Jefe de redacción: <i>Carlos Wesley</i>	<i>David Ramonet</i>	Caracas: <i>David Ramonet</i>	O, escribanos a: eirns@larouchepub.com/span
	<i>Carlos Valdez</i>	Lima: <i>Sara Madueño</i>	
		México, DF: <i>Marivilla Carrasco y Rubén Cota</i>	

Resumen ejecutivo de EIR publica 24 números al año; algunas ediciones son números dobles. La casa editora es EIR News Service Inc., 317 Pennsylvania Ave., S.E., 2nd Floor, Washington, DC 20003. (202) 543-8002. Oficinas regionales: EIR de Argentina S.R.L.: Nicaragua 4447, Departamento 1, Capital Federal, Código Postal 1414. Tel: 4831-9248. Bogotá, Colombia: Tel: 288-5507. Lima, Perú: Av. Petit Thoars 5175, piso 2, Miraflores, Tel: 445-6788. México: Serapio Rendón No. 70 int. 28 Colonia San Rafael Del Cuauhtémoc CP 06470 México, D.F. Tel: 5546-2400 y 5546-2597. Caracas, Venezuela: Ave. Francisco de Miranda, Edificio Centro Perú, Torre A, Piso 3, Oficina 38, Chacao. Tel: 265-3379. Washington, D.C.: EIR, P.O. Box 17390, Washington, D.C. 20041-0390 Tel: (202) 543-8002. Río de Janeiro, Brasil: Teléfono: (021) 532-4086. Tarifas de suscripción: 6 meses, 90 dólares; un año, 170 dólares (correo aéreo). Ejemplar suelto, 10 dólares. Las suscripciones pueden pagarse en moneda nacional a las oficinas regionales. Copyright 2001 EIR News Service. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción sin permiso, en todo o en parte.

El desarrollo de Eurasia; siguiente paso de la biosfera

por Lyndon H. LaRouche

A continuación reproducimos extractos del discurso "Ganemos la batalla ecuménica por el bien común" que pronunciara el precandidato a la Presidencia de los Estados Unidos, Lyndon H. LaRouche, en la conferencia del Instituto Schiller en Bad Schwalbach, Alemania, el 4 de mayo de 2001.

Hasta donde sabemos, los océanos han dominado la economía de la humanidad. Contrario a todas estas teorías que les dicen los arqueólogos bíblicos británicos, la civilización no nació en Inglaterra y se extendió de ahí por los ríos y mares; todo lo contrario. Lo que sabemos, en especial la información sobre las características internas de los calendarios astronómicos antiguos, muestra que eran calendarios utilizados, más que nada, por una cultura marítima transoceánica, que existió por un periodo largo de tiempo, cuando casi toda Eurasia septentrional estuvo sepultada bajo un glaciar gigante, por casi 100.000 años. Durante ese periodo, la mayor parte de lo que más tarde se convertiría en civilización, se gestaba en los océanos. Desde la época en que estas culturas marítimas regresaron a Eurasia después del derretimiento del glaciar hace unos 20.000 años —cuando comenzó—, comenzaron a aventurarse tierra adentro. La primera dirección que siguieron fue a lo largo de los grandes ríos tierra adentro, a lo largo de las costas, y cerca del mar y el tráfico marítimo. Si observan un mapa del mundo, encontrarán que la característica de ese periodo tan largo de desarrollo es la incapacidad de utilizar las regiones interiores del mundo, sin salida al mar, con el mismo grado de eficiencia y productividad que el alcanzado en las zonas costeras y en los ríos principales.

Veán Asia hoy: en China tenemos las zonas costeras, que reflejan esto, tienen un mayor desarrollo, relativamente hablando, y el interior está muy poco desarrollado, la población tiene un nivel de vida más pobre y escasas oportunidades de desarrollo. Esto se aplica, entonces, al centro y el norte de Asia. Por tanto, ¿qué pasa si conquistamos esta región? Tomemos nada más el transporte. La gente que no piensa cree que el transporte marítimo es la forma más barata de mover carga.

Eso es falso. La forma más barata es por tierra, pero no en camión; los camiones que van y vienen por la carretera te indican que está desmantelándose la economía. Cuesta demasiado; es intrínsecamente malo. Los ferrocarriles son mucho mejores. Los sistemas de transporte integrados, con ferrocarriles, en especial los de levitación magnética, son excelentes.

Los sistemas de levitación magnética llevan pasajeros con mayor rapidez, pero el emplear esos mismos sistemas para transportar carga, eso sí que es una maravilla. Ahí es donde está la ventaja. Si puedes transportar carga de Rotterdam a Tokio a una velocidad de 300 km/hora, sin detenerte mucho por el camino, y si a cada 100 km de esa ruta generas riqueza con la producción que resulta de la existencia de ese corredor, entonces el costo de mover la carga de Rotterdam a Tokio es menos que nada. ¿Qué transporte marítimo puede hacer eso? ¿Alguna vez han visto algún carguero que produzca riqueza mientras cruza el océano? ¿Y a qué velocidad?

Un cambio de fase tecnológico

Por eso hemos llegado a un cambio de fase en la tecnología, donde el desarrollo de las masas interiores de tierra del mundo, y la gran frontera típica, se hallan en el centro y el norte de Asia. Eso representa la mayor oportunidad de desarrollo para la humanidad. Esto requiere cambios revolucionarios en la forma como vemos las cosas. Significa que llevaríamos a cabo el mayor cambio al medio ambiente en la historia de la humanidad. Este solo proyecto, digamos un desarrollo a 25 años o más del centro y norte de Asia en esta dirección, incluyendo la conquista de la tundra —la tundra ártica es una de las grandes fronteras a superar, y puede hacerse—, que representaría un gran cambio en el ambiente. ¿Cómo decidiremos qué es bueno o malo cambiar del ambiente?

Lo que la gente piensa hoy sobre el medio ambiente es bastante estúpido. No tiene sentido; la gente no sabe lo que dice, y cuando ves el tipo de educación que recibe, no tiene nada de raro que crean en esas tonterías. Especialmente aquellos que tienen doctorados en física.

La gran teoría del medio ambiente la estableció un ruso con credenciales ucranianas, Vladimir Vernadsky, con su concepto de la biogeoquímica. El problema es que lo que se enseña sobre ciencia en la mayoría de las universidades, es absurdo; para ser francos, es una maldita mentira. La mayor parte de lo que se enseña como física elemental son mentiras. Porque, como Vernadsky lo demostró, a su modo, y como otros lo han hecho, en la relación física del hombre con la Tierra y el universo, en realidad existen tres principios involucrados, tres categorías. Uno, es lo que llamamos procesos *no vivos*, lo que la mayoría llama procesos físicos. El segundo, que los biólogos moleculares rehusan entender, es el *principio de la vida*; nunca obtendrás vida a partir de un proceso no vivo. La vida es, como Pasteur insistía, un principio en sí mismo, un principio físico universal en el que, como demostró Vernadsky con su biogeoquímica, los océanos y la atmósfera se producen por medio de procesos vivos que tienen lugar a varios kilómetros bajo la superficie de la Tierra. La mayor parte de la Tierra con la que estamos en contacto, como se creó la humanidad, fue un subproducto de los procesos vivos, de lo que Vernadsky llama los “fenómenos naturales de la biosfera”. Podemos medir el poder de la biosfera sobre los procesos no vivos; ¡podemos medirlo! Los procesos vivos son superiores a los no vivos; son más poderosos, aparentemente son débiles, pero sus efectos a largo plazo son más poderosos que los de corto plazo de los procesos no vivos.

Hay una tercera cosa, que Kant no les permitirá conocer —por eso le dicen Kant, porque no puede (en inglés, can't) hacer nada—. La naturaleza esencial del hombre, [de nosotros,] es que somos capaces de realizar descubrimientos de principios físicos universales, descubrimientos que podemos validar de formas experimentales conocidas. Al aplicar estos principios, aumentamos nuestro poder en el universo de formas físicamente cuantificables, per cápita y por kilómetro cuadrado. Podemos medir esto en términos del efecto demográfico de este tipo de acción. Esto es, como resultado de esto, ¿mejora la esperanza de vida y el poder de existir en el universo de la especie humana? Si es así, eso es bueno. El poder elemental que la humanidad ejerce sobre la naturaleza, ha ocurrido en términos de su dominio y desarrollo de la biosfera. Así que, de hecho, la biosfera —incluyendo lo que llamamos infraestructura económica básica, como las vías fluviales, sistemas de energía y de transporte, la construcción de buenas ciudades— es un fenómeno natural de la cognición, que se refleja como mejoras en la biosfera.

La biosfera es débil, es estúpida, no sabe como habérselas con los desiertos que tiene, o con las tundras, o con otros problemas; pero nosotros, como seres humanos, podemos llegar con nuestra pobre y estúpida esclava, la biosfera, y decirle: “Te educaremos, y te haremos más fuerte y mejor”.

De modo que la humanidad interviene en la biosfera para mejorarla, y el principio de descubrimiento que se aplica al medio ambiente, crea fenómenos naturales de la cognición en la biosfera, lo que la mejora y aumenta el potencial para la vida humana. Esta no es una esfera misteriosa y arbitraria; es



Lyndon LaRouche: El proyecto del Puente Terrestre Eurasiático “significa que llevaríamos a cabo el mayor cambio al medio ambiente en la historia de la humanidad”.

una esfera de la ciencia, de la precisión científica. Lo que implica que lo que debe hacerse no es preguntar si es bueno o malo alterar el medio ambiente; es muy bueno hacerlo, si sabes lo que estás haciendo. Pero debes desarrollar la ciencia de la gestión de aguas, del transporte, de la reforestación, la ciencia de cómo cambiar y controlar la atmósfera y el clima. No puedes cometer errores graves; te acompañarán por un cuarto de siglo o más. Por tanto, debes tener grupos de gente competente que determine cómo hacer esto. Pero al cambiar la biosfera del centro y el norte de Asia, y al cambiar la biosfera de las regiones áridas de China, etc., crearemos el mayor auge para la humanidad en cada rincón de este planeta.

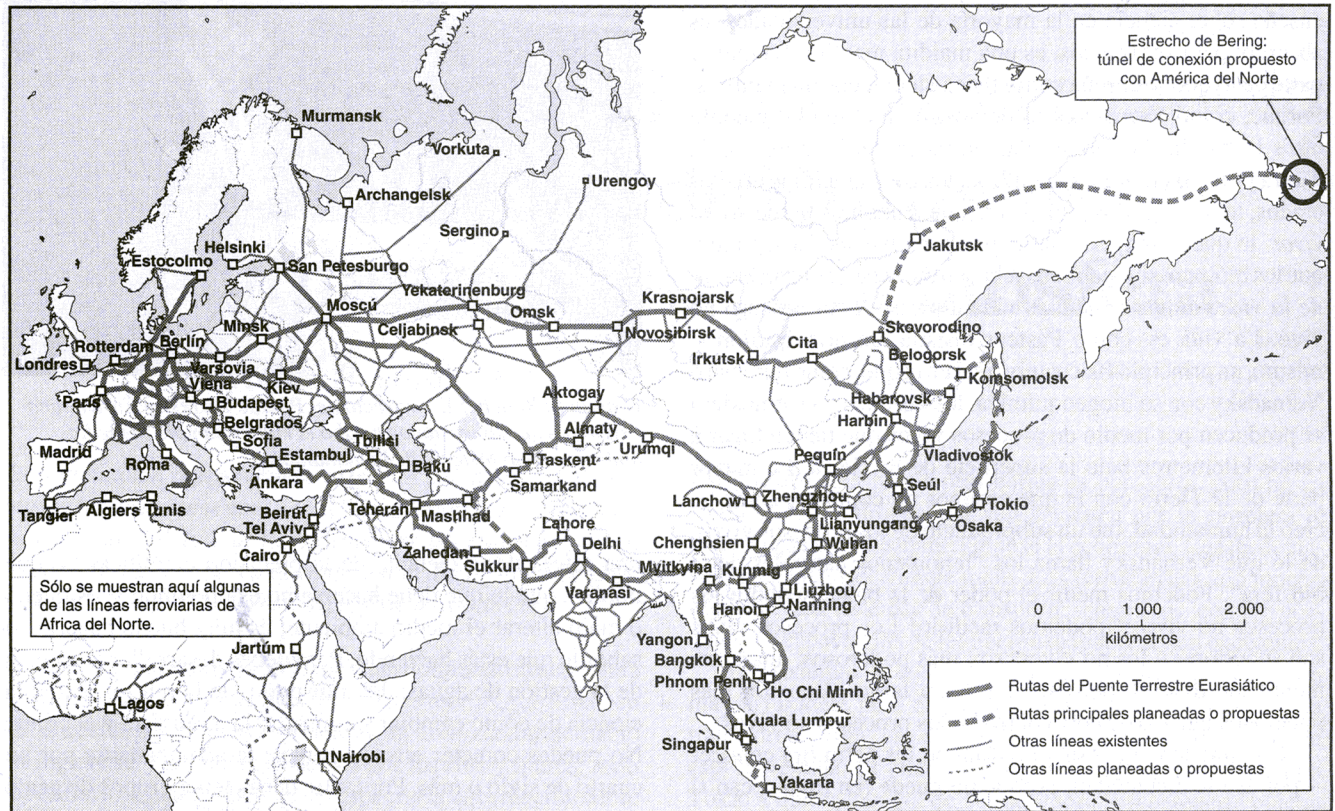
Lo que necesitamos es una conjunción especial de fuerzas que emprenda la planificación política de esto precisamente. Y una que sea internacional.

El papel crucial de Rusia

Ahora bien, la parte singular de esto es el caso de Rusia. Rusia pasó del comunismo al liberalismo, sin pasar por “Go”, y ciertamente sin cobrar sus 200 dólares (como en el juego del Monopolio—ndr.). No sacó nada; salió perdiendo dinero con el negocio. El problema de Rusia es que debe definirse. De nuevo, la intención. Esto funcionará si Rusia adopta de motu proprio la intención de jugar ese papel en un programa de desarrollo eurasiático. Eso significa que debe haber personalidades rusas que adopten semejante perspectiva, y el pueblo ruso debe participar cada vez más de la idea del papel de Rusia para cambiar la situación en Eurasia y la suya propia.

En esas condiciones, el papel de Rusia como un eje, con otras partes de Eurasia, es fundamental. ¿Cómo? Primero que nada, existen conflictos de un naturaleza histórica y cultural entre la mayoría de las naciones de Asia. China e India, por ejemplo. China y Japón, Corea con China y Japón, etc. De modo que, sobre una base bilateral, los acuerdos de largo plazo entre estas naciones son muy difíciles de manejar. Sin

El Puente Terrestre Eurasiático: la mayor oportunidad de desarrollo para la humanidad



Fuente: EIRNS.

El Puente Terrestre Eurasiático propuesto se extiende desde la costa este de China hasta Europa Occidental, con "tentáculos" que corren a lo largo de Norteamérica y por África. Se propone la creación de corredores de desarrollo de 100 km de ancho.

embargo, si tienen una misión común, con un interés común, que involucre a un cierto número de estas naciones, entonces puedes unirlos en un sistema de cooperación. Este es el papel natural en el que Rusia puede representar una parte mediadora en toda Eurasia.

Esto es lo que se vio cuando Primakov era primer ministro, con la cooperación triangular, que nosotros promovimos bastante y que pugnamos por que hubiera entre China, Rusia e India. Esa es una idea viable. En ese sentido, necesita piernas para andar y una mente que la dirija. En Europa Occidental, podríamos revivir el tipo de potencial exportador de alta tecnología que alguna vez existiera allí. Pero Europa Occidental debe adoptar la misión, y Europa Central también, de participar en este desarrollo de Eurasia como un grupo de Estados nacionales soberanos, por medio de agencias que creen entre ellos mismos para facilitar esta cooperación.

El objetivo sería lograr que los Estados Unidos participasen en esta gran empresa.

Y si observan al África, como discutiremos aquí, no tiene oportunidad —la han saqueado demasiado— a menos que reciba ayuda. La ayuda que requiere es de la misma naturaleza. Las necesidades primarias que debe satisfacer desde el

exterior, se encuentran en el ámbito de la infraestructura económica básica, en particular sistemas extensivos de infraestructura a gran escala: conexiones de transporte, redes de energía, gestión de aguas, la redistribución del agua en África, que podrían hacer una diferencia revolucionaria. África necesita ayuda en *esto*.

De dársele al África el espacio para emprender su propio desarrollo, con ese tipo de ayuda, puede desarrollarse. Con ayuda de otras partes viables del mundo. El caso por excelencia es Eurasia. Si Eurasia se desarrolla con prosperidad, entonces ayudará al África. Pero si las Américas y Eurasia no se desarrollan, no habrá auxilio para ella. Y el castigo por lo que se la ha hecho al África seguirá destruyéndola por dentro y de otras formas, como una enfermedad infecciosa.

Por tanto, debemos ver esta conexión en este mundo: Eurasia es el gran centro de población humana. La conquista del territorio interno de Eurasia es un gran punto de partida para, en este proceso, desarrollar una misión. Cuando volteamos a ver el desarrollo de Eurasia y luego miramos al África, y vemos la miseria que hay ahí, entonces vemos una misión superior que ejemplifica a la humanidad en su conjunto. Esa es nuestra oportunidad. . .

Pedro Paulet: pionero peruano del espacio

por Sara Madueño Paulet de Vásquez

El ingeniero y estadista que inventó el motor impulsado con combustible líquido (1895) y el primer sistema moderno de propulsión de cohetes (1900), fue un peruano. Aquí, su sobrina nieta cuenta su historia.

Enfrentar la crisis económica, moral y cultural que abate al mundo, requiere un nuevo renacimiento cultural universal en el que cada una de nuestras naciones adopte una política educativa nacional orientada a que nuestros niños y jóvenes redescubran y asuman como suyos los principios clásicos que han ocupado a las mejores mentes de entre los científicos, artistas y estadistas de nuestra civilización.

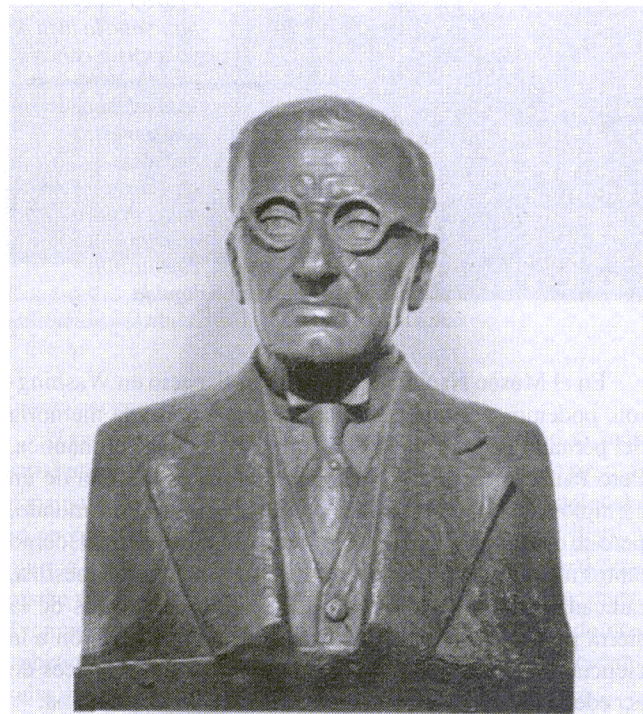
En este marco, se hace indispensable rescatar la figura de aquellos grandes hombres y mujeres que constituyan una referencia que reviva la vocación de las ciencias, del descubrimiento y del buen gobierno. Entre esta estirpe ejemplar de ciudadanos del mundo, se encuentra el gran científico peruano Pedro Paulet (1874–1945), pionero de la aviación aeroespacial, quien además postuló el principio de la educación universal científica y clásica como base del progreso de los pueblos.

Pedro Paulet descubrió las ventajas del combustible líquido para la propulsión de cohetes y diseñó, construyó y probó el primer motor a propulsión de la historia. Paulet también diseñó un prototipo de nave espacial.

Perú también cuenta entre sus ilustres hijos, al astronauta Calos Noriega, quien, como miembro de la misión espacial del Endeavour, ayudó a instalar en diciembre de 2000 los paneles solares de la Estación Espacial Internacional (ISS, siglas en inglés). En mayo de 2001, Noriega volvió por tercera vez a la ISS, en esa ocasión como comandante de la nave. La ISS representa el puente por el que transitará el hombre en su camino hacia la colonización de la Luna, luego de Marte, y después, más allá.

Paulet y Noriega, vistos desde esta perspectiva histórica, representan una continuidad del mismo propósito: extender los confines del hombre al espacio, para henchirlo y fructificarlo, como manda el Génesis. Además, constituyen un ejemplo positivo a imitar para guiar a nuestros niños y jóvenes por el camino de la ciencia y el descubrimiento, en beneficio de toda la humanidad.

En su libro *Historia mundial de la astronáutica* (que escribió junto con Fred Ordway), Wernher von Braun, ex director del Centro Espacial Marshall de la NASA, y director del programa Saturno V, que llevó al hombre a la luna, dijo: “Pedro



Busto de Pedro Paulet que honra la exhibición de sus bocetos y modelos en la sala Pedro Paulet del Museo de la Aeronáutica de la Fuerza Aérea, en Lima, Perú.

Paulet, en esos años (1900), estando en París, experimentó con su pequeño motor de dos y medio kilos de peso y logró un centenar de kilogramos de fuerza. Por este hecho, Paulet debe ser considerado como el pionero del motor a propulsión de combustible líquido”. Es más, en su “Historia de la cohetaría y de los viajes espaciales”, von Braun reconoce que, “con su esfuerzo, Paulet ayudó a que el hombre abordara la luna”.

La contribución científica de Pedro Paulet no se limitó al descubrimiento de las ventajas del combustible líquido para la propulsión de cohetes, o al diseño del “motor Paulet” de reacción (1895) y al diseño del sistema “girándula” de propulsión (1900). También diseñó el “Avión Torpedo” (1902)—su “avión perfecto”; una nave aeroespacial con características aerodinámicas específicas, espacio para una pequeña tripulación, y construida con materiales resistentes a las condiciones atmosféricas y espaciales, con paredes térmicas y abasto de electricidad mediante pilas termoeléctricas—.



Desde niño, a Pedro Paulet le fascinaba la idea de poder usar cohetes para ir al espacio. Más adelante realizaría los primeros experimentos de motores para cohetes con combustible líquido.

En el Museo Nacional del Aire y el Espacio en Washington, podemos ver una pequeña placa que honra la memoria del peruano Pedro Paulet, como precursor de la aeronáutica. Pero Paulet merece algo más que una placa. Se trata de un ejemplo para las generaciones presentes y futuras del mundo, pero en especial las del llamado “tercer mundo”. Paulet, como tantos muchachos peruanos, provenía de una familia mestiza, radicada en uno de los miles de pueblitos olvidados de la sierra peruana, y demostró, a través de su contribución a la ciencia universal, que todos los hombres somos capaces de acceder a los más altos estadios de la creatividad humana.

En el Perú, no sólo se considera a Paulet como “el mayor inventor peruano de todos los tiempos”, sino que su onomástico, el 2 de julio, se ha declarado oficialmente como el Día Nacional de la Aeronáutica.

La Fuerza Aérea peruana, en su Museo de la Aeronáutica en Lima, la capital del país, ha hecho de la “Sala Pedro Paulet”, una de las exposiciones principales, donde se exhiben algunas de las obras de Paulet, sus bocetos originales y los modelos a escala de sus inventos.

‘Alcanzar el espacio’, su sueño desde niño

Pedro Paulet Mostajo (1874–1945), hijo de Pedro Paulet y Antonia Mostajo, nació en el pequeño pueblo de Tiabaya, en el suroeste de Perú. Según cuenta Megan Paulet, su hija: “Pedro Paulet, desde muy niño evidencia su pasión por alcanzar el espacio. Con sus primitivos cohetes experimentales, que se inspiraban en los juegos pirotécnicos pueblerinos, hace de su niñez un anecdótico de curiosidad por el descubrimiento y la creación científica; curiosidad que muchas veces lo enfrentó a riesgosos experimentos infantiles”.

Luego de una rígida educación primaria y secundaria, a cargo de los lazaristas franceses dirigidos por el padre Duha-

mel, Paulet ingresó a la Universidad de San Agustín de Arequipa, donde estudió un par de años en las facultades de Letras y Ciencias. En 1894, a los 18 años de edad, el gobierno peruano le dio una beca para estudiar ingeniería química en la Universidad de La Sorbona en París. Junto a sus estudios de ingeniería, también asistió como alumno libre a la Escuela de Artes Bellas y Decorativas de París, donde estudió arquitectura porque quería dominar el dibujo técnico para poder diseñar sus inventos.

Desde el principio, Paulet se concentró en la investigación y experimentación de aquello que lo había obsesionado desde niño: el diseño y la propulsión de cohetes. Para él, el sueño de surcar el espacio sólo dependía de los márgenes infinitos de la creatividad individual humana. Convencido de que “no hay límites al crecimiento” y de que la misión del hombre es “henchir y dominar la tierra y multiplicarse”, escribió en sus apuntes: El progreso no consiste “en igualar los procesos de la naturaleza, sino en superarlos. [Por tanto,] lo que debemos estudiar no es la aviación que viene de ‘aves’, y que sólo invita a imitar su vuelo, sino la desgravitación. Hay que propiciar el transporte por encima del planeta, donde no hay aire, ni nubes, ni hielo”.

Al mismo tiempo que Paulet ideó y diseñó su “máquina voladora para alcanzar el espacio”, inició una etapa de intensa experimentación. Su reto era hallar el explosivo más conveniente como propulsor. Este tema dominó sus continuas pláticas de consulta con sus maestros: Charles Friedel (químico y mineralogista de renombre); Marcelin Berthelot (conocido por sus trabajos en química orgánica y termodinámica); y el ilustrer Pierre Curie (físico, premio Nobel en 1903, a quien, junto con su esposa Marie Sklodowska y Henri Becquerel, se considera pionero de la energía nuclear por su descubrimiento del polonio y el radio).

Es en esta etapa de su vida (1895–1902), Paulet arribó a las primeras conclusiones que lo llevarían al descubrimiento del combustible líquido para la propulsión de cohetes, y después al de los principios físicos en los que basó su concepto y diseño del motor Paulet, su sistema girándula, y, por último, su Avión Torpedo.

El ‘motor experimental Paulet’ (1895)

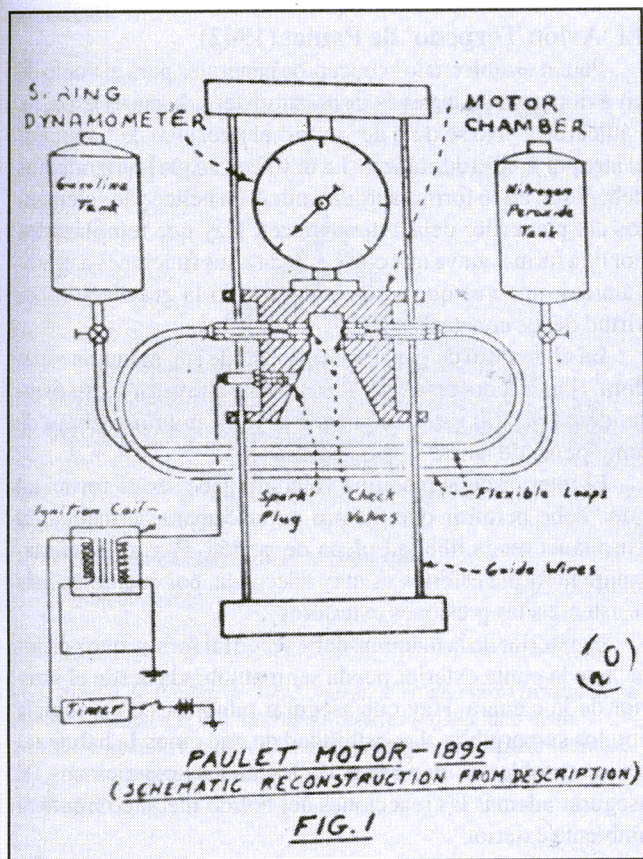
En París, Paulet se enfrascó en su proyecto. Cuando tuvo claros el concepto y la forma de su “máquina voladora”, diseñó ambos (ver **figura 1** y fotografía del modelo).

Un autor inglés escribió que, para 1900, Paulet “tiene en su haber científico el reconocimiento del invento del ‘motor de cohete’, primer ejemplo del cohete bipropulsor, donde el oxidante y el hidrocarburo se encuentran en tanques separados y se mezclan sólo en la cámara de combustión. Se trata del prototipo de lo que hoy se usa en las naves espaciales, con la diferencia de que hoy el ácido nítrico reemplaza al peróxido de nitrógeno usado por Paulet”.

Años más tarde, en una carta escrita en Roma el 25 de agosto de 1927, y publicada en octubre de ese año en el diario *El Comercio* de Lima, Paulet describió su prototipo de motor

FIGURA 1

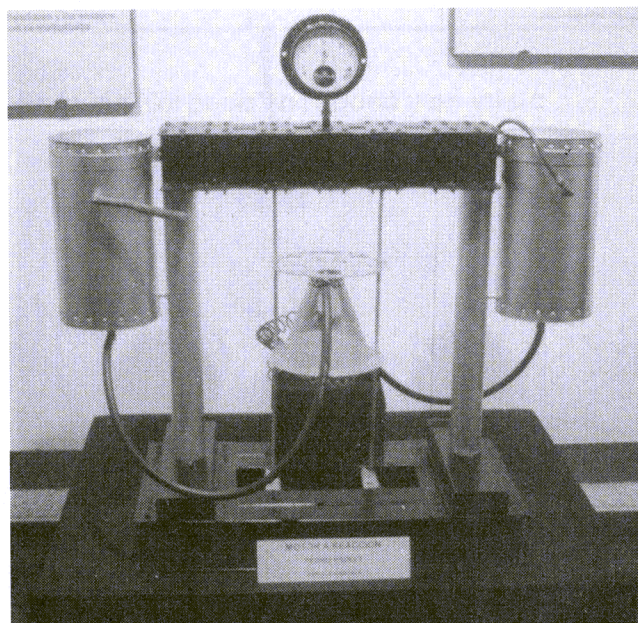
Reconstrucción esquemática del motor Paulet



Este diagrama del primer motor experimental para cohetes es una reconstrucción de James E. Wyld en 1946, a partir de la propia descripción del inventor. El dinamómetro —arriba, al centro— mediría la fuerza de empuje del motor.

experimental de reacción para la propulsión de cohetes: Mis experimentos más definitivos los hice “con cohetes de acero de vanadio, entonces una novedad, y con las plancastitas de Turpin [un poderoso explosivo inventado precisamente por Turpin]. El interior de este cohete de metal era cónico, y medía unos diez centímetros de diámetro en la base abierta. Conductos opuestos, provistos de válvulas con resortes, introducen vapor de peróxido de ázoe [nitrógeno] por un lado, y bencina de petróleo por el otro. El encendido lo realizaba una chispa eléctrica de una bujía parecida a la de los automóviles, y colocada a media altura en el interior del cohete.

“Por otra parte, para efectuar las experiencias preliminares, el cohete provisto de anillos exteriores, de largos tubos flexibles que unían sus mencionados conductos a los depósitos de peróxido de ázoe y de bencina, y de un conductor de la bujía a la toma de corriente, podía ascender entre dos tensores alambres paralelos y verticales, entre cuya parte alta se instaló un fuerte dinamómetro de resorte que, soportando la presión del cohete en ejercicio, podía medir aproximadamente su



Este modelo a escala natural del motor Paulet, forma parte de la exhibición del Museo de la Aeronáutica en Lima.

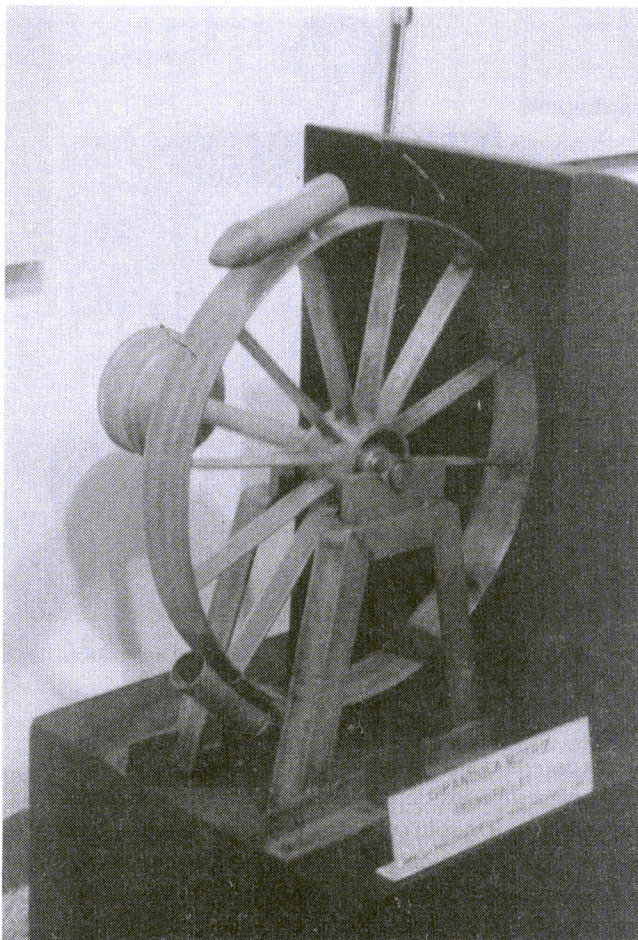
fuerza ascensorial.

“Los resultados de tales experiencias fueron de lo más satisfactorios. Un sólo cohete de dos kilos y medio de peso, y con unas 300 explosiones por minuto, no sólo pudo mantenerse en constante empuje contra el dinamómetro, que llegó a marcar hasta 90 kilos de presión, sino que funcionó sin deformarse cerca de una hora. En tales condiciones, no era, pues, aventurado prever que, disponiendo de dos baterías de dos cohetes cada una, para accionar una, mientras la otra descansaba, habría sido posible levantar varias toneladas”.

Como puede observarse en la representación gráfica de su descripción del “motor Paulet”, de 1895 (figura 1), este es un plano detallado del motor experimental de reacción que Paulet inventó. En realidad, como él mismo dice, se trata del concepto de un motor para un avión-cohete, o “Avión Torpedo” como lo llamaba.

La ‘girándula’: cohete de combustible líquido de Paulet

Paulet se avocó al estudio y experimentación de la propulsión de cohetes con diversos tipos de explosivos. Al cabo de muchos estudios y arduos experimentos, además de los consejos del profesor Berthelot, llegó a la conclusión de que el combustible líquido era el más apropiado para el motor de reacción. También experimentó con su dispositivo para impulsar cohetes, la “girándula”, que Paulet describe en sus apuntes, y nos refiere sus resultados: “Consistió en una rueda como de bicicleta, provista de tres cohetes alimentados por tubos unidos a los radios. La carga venía por ellos desde una especie de carburador fijo, colocado cerca del eje, con un anillo de agujeros, y la carga explosiva pasaba por los tubos. El número de cohetes podía aumentarse, hasta adquirir el



La girándula de Pedro Paulet consistía en cohetes montados a la cara externa de una rueda, alimentados de combustible por medio de tubos a lo largo de los radios de la misma. El encendido se hacía con bujías parecidas a las que usan los automóviles hoy día, y los cohetes hacían girar la rueda.

aspecto de una turbina cómodamente encerrada en un cárter apropiado.

“Los resultados [de las pruebas con la girándula] fueron muy alagadores. La rueda giraba al parecer indefinidamente y, aunque las experiencias fueron, como era indicado, muy secretas, su buen éxito trascendió al barrio latino [en París], a lo que tal vez se debe que un autor inglés me haya citado como uno de los primeros propulsores de la aviación de cohetes”.

Para el combustible líquido decidió utilizar las plancastitas de Turpin, potente combustible derivado del ácido pícrico. Este era un combustible líquido muy volátil, de gran expansión y que podía diluirse con disolventes apropiados. Los experimentos fueron un éxito. De lo que se trataba ahora era de establecer la velocidad de rotación que podía alcanzar la rueda propulsada por cohetes. A mitad de sus experimentos, ocurrió una explosión que le perforó el tímpano del oído izquierdo, lo que más tarde lo llevó a la sordera. Como resultado del accidente, el director del instituto donde trabajaba prohi-

bió los experimentos con explosivos en los laboratorios. Sin embargo, ya había probado la eficiencia experimental de su máquina.

El ‘Avión Torpedo’ de Paulet (1902)

Paulet estableció los conceptos generales para el vuelo de un avión-cohete, a través de la atmósfera, hacia el espacio. Paulet dice: “No se trata de ‘atraer’ el aire, sino de ‘empujar’ el aire por medio de cohetes. La nave con la que lo lograremos deberá ser, en su forma, aerodinámica. La hélice y los elementos del planeador deben desaparecer. Hay que remplazarlos por una forma nueva que corresponda a sus funciones astrodinámicas, una vez que se haya dominado la gravitación por virtud de los cohetes”.

En el proceso de concebir el diseño de su “máquina voladora”, Paulet concluye que “sí es posible atravesar la atmósfera, densa y rala, mediante naves cuyos extremos debían de tener punta de lanza”.

El interior de la máquina voladora debe ser de forma tal que “debe permitir que, dentro de la cámara hermética, el astronauta tenga libertad plena de acción. Para ello, ciertamente la forma esférica es muy adecuada, por cuanto es más resistente a las presiones exteriores”.

El exterior de la máquina debe ser de tal forma, que permita “que la punta exterior pueda ser maniobrada desde el interior de la cámara. Hay que asegurar también, como ocurría con los sumergibles, la posibilidad de que quien la habite no tuviera problemas derivados de las nuevas condiciones. Y asegurar además las reacciones del bólido metálico frente al ambiente exterior”.

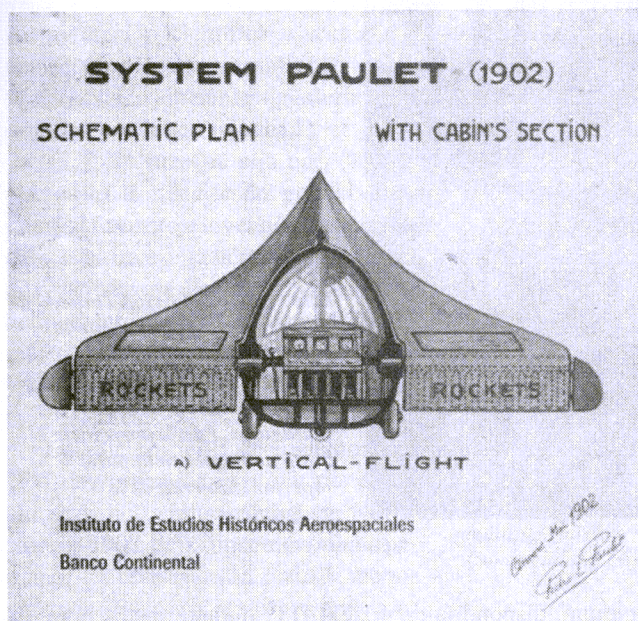
Según Paulet, para lograr el “avión perfecto”, es decir, su nave espacial, este debería ascender y descender de forma vertical, poder detenerse en cualquier punto de la atmósfera, poder volar a más de 20.000 metros de altura, y poseer un exterior resistente a los agentes atmosféricos y un interior cómodo suficiente para un gran número de pasajeros y un gran peso de carga.

“Avión Torpedo, System Paulet, 1902”. Así rubrica Paulet los bocetos finales de su nave espacial, a la que le gustaba llamar “autobólido” (figuras 2 y 3). Estos bocetos finales los firmó en Amberes, ciudad en la que vivió unos años, cuando lo nombraron cónsul de Perú en Bélgica en 1902.

Paulet describió su nave espacial en un artículo de *El Comercio* de 1927: “La primera ventaja de la aplicación de cohetes motor consiste en que forman una fuerza exterior al aparato, pero manejable desde su interior, lo que permite dar a ese aparato la forma que se quiere, es decir, la más apropiada. Y esta resulta ser, a mi juicio, para deslizarse en un fluido sin variable, agitado y fecundo en tensiones como la atmósfera, la forma lenticular, con convexidad tal, que casi es igual a la de un ovoide, como nuestro planeta. Disponiendo así de baterías inferiores y ecuatoriales de cohetes, cuya inclinación podría además variarse, sería fácil dirigir vertical, horizontal y oblicuamente ese móvil, contrarrestar cualquier capricho contrario del fluido ambiental, defenderse en el espacio y

FIGURA 2

Avión Torpedo de Pedro Paulet en vuelo vertical



Este dibujo de Paulet, de 1902, muestra, en una vista frontal de su Avión Torpedo, las dos hileras de cohetes a cada lado de la cabina. Cuando el avión cohete despegue, y está en vuelo vertical, los cohetes, sujetos a la estructura de punta de lanza, apuntan hacia abajo.

descender a plomo.

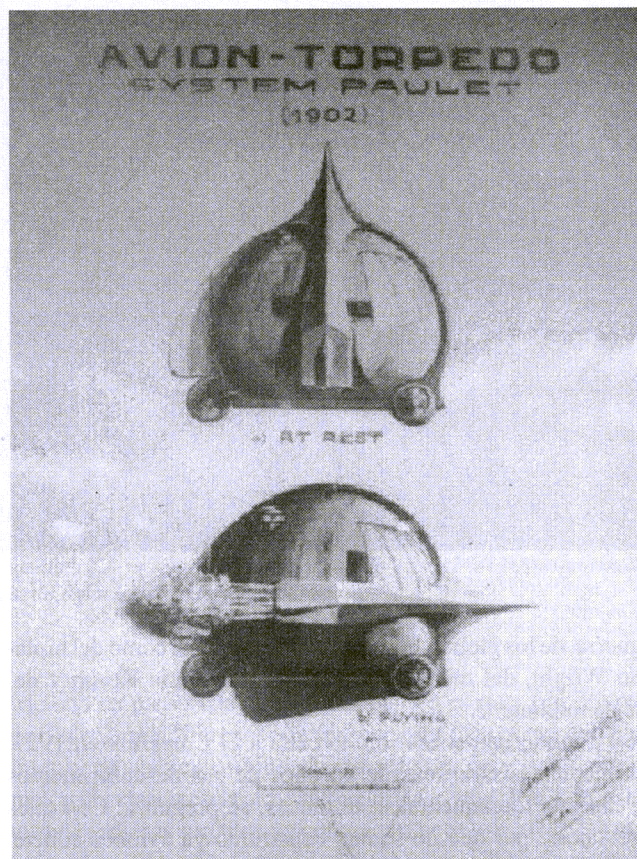
“Siendo este vehículo destinado a navegar en el espacio sideral, donde no hay aire, no necesita por lo tanto ni de hélice, ni de planeadores. Se compone de una punta de lanza, en la base de cuyo triángulo están alojados, en cada lado de la cabina o célula del astronauta, doce baterías, de tres cohetes por batería (o sea, 36 cohetes), pudiéndose orientar este triángulo lanciforme por medio de un eje situado sobre el centro de gravedad de dicha cabina.

“Con tal sistema se obtiene: a) la elevación vertical, dirigiéndose la punta hacia el cenit; b) la permanencia sobre un objeto dado, con esa punta dirigida al cenit, y manejando las baterías de cohetes para que equilibren la gravitación; c) el plano horizontal, dirigiendo la punta hacia el horizonte buscado; d) la sumersión del aparato, del aire en el mar, dirigiendo la punta más abajo de la horizontal; e) la navegación submarina”.

En una carta que escribió a *El Comercio* en 1925, Paulet hizo algunas observaciones a los entonces “modernos” aeroplanos, a los que califica de simples “cometas automotrices, [los que,] con su hélices de tan pobre rendimiento, sus organismos casi totalmente al descubierto y su imposibilidad de mantenerse quedos en el espacio, no satisfacen ninguna de las condiciones” del “avión perfecto”. Por tanto, Paulet opina

FIGURA 3

El Avión Torpedo en reposo y en vuelo



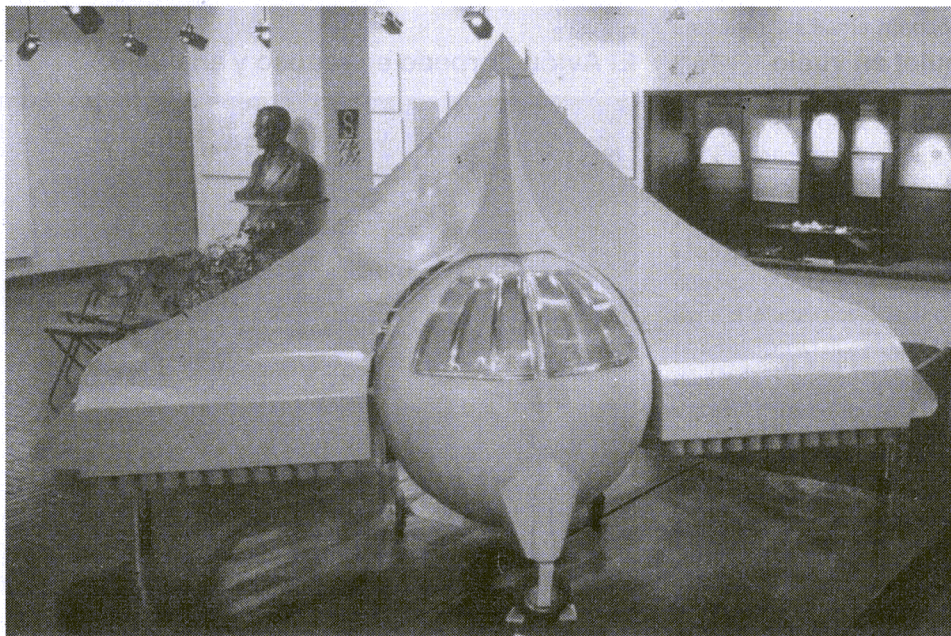
El dibujo superior muestra una vista lateral del Avión Torpedo, “en reposo”, o estático en la atmósfera. El dibujo de abajo, también en una vista lateral, muestra al vehículo volando horizontalmente. El triángulo en forma de punta de lanza que soporta los cohetes ha girado un cuarto de vuelta, de una posición vertical a una horizontal. La punta de lanza ahora apunta hacia el horizonte para avanzar al frente, en vez de hacia el cenit, para ascender.

que deben considerarse “en la navegación aérea como precursoros; algo así como” los veleros en la navegación marítima, “que también han atravesado los océanos”.

Hay que recordar que mientras Paulet presentaba su osado “Avión Torpedo” en 1902, en los EU los hermanos Wilbur y Orville Wright completaban la marca de los 1.000 vuelos en planeador.

En cuanto a los helicópteros de la época, éstos, dice Paulet, si bien pueden elevarse y descender de forma vertical, “la complejidad de su organismo ha hecho que hasta ahora no hayan podido realizar un vuelo efectivo”.

Muchos años antes, en 1909, Paulet, como director de la revista *Ilustración Peruana*, explicó en uno de sus tantos artículos sobre “la guerra y la navegación aérea”, los detalles técnicos de las ventajas y desventajas, para el propósito de la



Este modelo del Avión Torpedo de Paulet muestra claramente las hileras de cohetes bajo el triángulo con forma de punta de lanza, y la cabina ovoidal y sus ventanillas. Puede apreciarse el busto de Paulet en la parte superior izquierda de la fotografía.

guerra, de los globos, cometas y dirigibles, así como del biplano Wright, del monoplano Bleriot, del cañon Krupp y del obús inflamable.

Cuando Paulet escribió la carta a *El Comercio* en 1927, ya habían pasado más de 25 años de sus descubrimientos y diseños fundamentales. Entonces, se preguntó: Con tales ventajas, “por qué no se han construido ya aviones-cohete, tanto más, cuanto que los mismos cohetes, dispuestos tangencialmente en una rueda, formarían el más sencillo y potente de los motores industriales; y los obuses-cohetes suprimirían en la guerra el costoso uso de cañones. Por experiencia propia, puedo decirlo. Por la enorme dificultad que un civil, sobre todo en Europa, encuentra para documentarse y experimentar con explosivos. Y además, porque los explosivos convenientes, que son los de yuxtaposición, y no sólidos, sino líquidos o gaseosos, que no vende el comercio, eran de preparación insegura y peligrosa”.

Paulet anticipó los cohetes de energía nuclear

¿Cómo es posible —recalcó Paulet en esa carta— que para entonces no se hubieran construido aviones-cohete, si, como se dice, es ya conceptualmente factible para esa época imaginarse la propulsión de cohetes con energía nuclear? “Durante los últimos quince años, la ciencia de los explosivos es una de las que más ha progresado. Los motores a explosión replazan por doquier a los de vapor; la pirotecnia ya no es sólo un arte; y la química construye series de explosivos tan variados como las de colorantes y perfumes”. Y estos progresos han de volverse “formidables con los estudios de las fuerzas radiactivas. Por ejemplo, M. Esnaut [sic] Pelterie ha calculado que un vagón-cohete, que pese mil kilos, con un motor alimentado por la desintegración de sólo dos decigramos de

radium, dispondría de 40.000 H.P. durante media hora. Lo suficiente para ir a la luna en 24 minutos 9 segundos y regresar de ese satélite en 3 minutos 46 segundos.

“Verdad es que aún no sabemos utilizar la energía mecánica del radium como la del petróleo. Pero no se necesita tanto para poder viajar modestamente de Europa a Lima en un par de horas”.

Paulet: pionero de la educación técnica peruana

En 1900, la vida de Paulet dio un giro particular. A raíz de varias responsabilidades diplomáticas que le confirió el gobierno peruano, se incorporó a la carrera diplomática. Lo asignaron primero como cónsul en París, y en 1902 se trasladó a Bélgica en calidad de cónsul general de Amberes. Es aquí donde terminó sus bocetos del “Avión Torpedo, System Paulet”.

El gobierno peruano le asignó un sinnúmero de comisiones oficiales que lo distrajeran de su proyecto. Pero el gobierno peruano también requería de su asesoría técnica y científica para otros proyectos. Por ejemplo, le pidieron evaluar la factibilidad de la aplicación de la telegrafía inalámbrica en el Pacífico, y es sobre la base de sus estudios que se instaló la telegrafía en el Perú.

En 1904, el gobierno peruano llamó a Paulet para que asumiera la fundación y dirección de la Escuela de Artes y Oficios de Lima (predecesora del actual Instituto Superior de Tecnología). Para realizar este proyecto, Paulet estudió el currículo de los centros europeos de educación técnica más destacados, e invitó a un distinguido equipo docente de ingenieros para que lo ayudaran a fundar la escuela, misma que se dotó con los mejores equipos de laboratorio para cumplir su cometido.

Paulet combinó la dirección de la Escuela con la dirección de la revista que fundó, *Ilustración Peruana*. Esta revista, dirigida a los jóvenes, destacó por su orientación científica y técnica, y tenía como objetivo transmitir en los jóvenes la vocación por la ingeniería y, en especial, por la aeronáutica.

También hizo de ella un vehículo para atraer la atención del gobierno peruano al fomento e inversión en la vocación y la investigación científica. Las disertaciones de Paulet en la Sociedad de Ingenieros sobre las ventajas del fomento de la educación en las ciencias y la ingeniería en Perú, también fueron muy célebres.

La edición del 7 de diciembre de 1910 de *Ilustración Peruana*, por ejemplo, se dedicó a informar de la construcción, en 1908, del primer monoplano peruano. La construcción de este monoplano de 36 pies, la realizó el ingeniero peruano Carlos Tenaud Pomar, en la Escuela de Artes y Oficios. Tenaud, educado en el Liceo Carnot de Francia, vino a Lima con Paulet para colaborar en el proyecto de la escuela.

Paulet también promovió la fundación de un "club de aviación", o "aerostación" en Lima, a fin de "fomentar los esfuerzos de nuestros inventores" y "alentar a nuestros futuros aerostatas". Fundó la Liga Pro Aviación, institución que organizó los primeros vuelos en el Perú.

Aunque Paulet buscó, a través de la Liga Pro Aviación, apoyo económico del gobierno peruano para construir el prototipo de su nave, no lo consiguió. A cuatro años de consolidada la Escuela, y ya con renombre, Paulet decide regresar a Europa para buscar financiamiento allí y proseguir con el desarrollo de su proyecto aeroespacial.

Él persistió, a pesar de que la guerra y la falta de financiamiento conspiraron en su contra. Aunque su familia radicaba en Londres, Paulet viajó por varias naciones europeas para cumplir con encargos diplomáticos del gobierno peruano y para buscar financiamiento, sin éxito, para su proyecto. En 1929, lo enviaron a Rotterdam como cónsul general del Perú. Sin perder de vista su objetivo, buscó allí la colaboración de dos destacados ingenieros, Hans Doerr y Philip, y con ellos construyó de nuevo el prototipo del "motor Paulet". Años antes, la guerra había dañado su primer prototipo.

Mientras construía su motor, y el prototipo de su "Avión Torpedo", Paulet enfrentó nuevos problemas, propios del desarrollo de un proyecto, tales como la necesidad de proveer un abasto permanente de energía eléctrica al interior de la nave. Al respecto, Paulet escribió en sus notas de 1931: "He ideado un sistema de pared termoeléctrica que produce elec-



Pedro Paulet en su oficina de Lima, Perú, tras una ausencia de 25 años, debida a múltiples misiones diplomáticas. A su regreso, fundó, organizó y dirigió el Departamento Comercial del Ministerio de Relaciones Exteriores peruano.

tricidad en pleno vuelo. Este dispositivo es muy importante por la enorme diferencia de temperatura que existe entre el interior del vehículo, donde la temperatura tiene que ser normal, y el exterior en la atmósfera, donde es muy fría. Las pilas termoeléctricas son ya muy conocidas, pero lo que faltaba era aplicarlas a dotar de electricidad a una habitación ambulante".

Los trabajos de Paulet trascendieron a la prensa de Rotterdam. Uno de los tantos artículos sobre su invento, en resumen, dice: En Rotterdam se realizan actualmente experiencias cuyos resultados revolucionarán "la práctica de la navegación aérea. El ingeniero Paulet, después de más de 30 años de investigación y experimentos, propone un nuevo sistema de navegación aérea, fundado sobre principios completamente diferentes de los ahora conocidos y aplicados. El avión del Señor Paulet no lleva planeadores, ni fuselaje con alas, ni motor con gasolina, ni hélices. Se compone esencialmente de un esferoide en duraluminio, con interior de acero, y mide tres metros y medio de largo por dos y medio de ancho. En esta célula o cabina, parecida a la del profesor suizo Augusto Picard, que él usa para sus estudios de la estratósfera, hay sitio para tres o cuatro tripulantes".

Paulet empezó a recibir el reconocimiento de científicos de renombre como el precursor de los motores a reacción para la propulsión de cohetes. La fama de su invento trascendió Europa, y recibió una millonaria oferta del estadounidense Henry Ford para "comprar" su invento, con la idea de adaptar los cohetes de su "Avión Torpedo" a sus carros. Ford le sugirió a Paulet que renunciara a la nacionalidad peruana y que adoptara la estadounidense, para poder patentar su invento como estadounidense. Pero Paulet rechazó la oferta porque,



La autora (izq.) con la hija de Pedro Paulet, Megan, en 1996. El legado y los logros de Pedro Paulet son un ejemplo de las posibilidades ilimitadas para la juventud peruana, y la del mundo entero.

dijo, él había diseñado su Avión Torpedo para “navegar 348.000 kilómetros en el espacio sideral, hasta tocar el suelo lunar”.

También la Sociedad Astronáutica Alemana lo invitó a unirse a un equipo de científicos para estudiar la propulsión de naves por cohetes, propuesta que se le presentó como la oportunidad para probar su invento. Pero al enterarse de que se usaría para fabricar un arma que doblase el alcance del “Cañón Gran Bretaña”, rechazó la oferta.

En 1932, en medio de todo esto, el gobierno peruano lo nombró cónsul general en Yokohama, Japón. Mientras ejerció este cargo, se compenetró con el modelo económico japonés, a raíz de lo cual publicó un libro titulado *El Japón moderno y sus bases económicas*. También escribió una serie de informes para la cancillería peruana, que incluían propuestas para el desarrollo del Perú, inspiradas en el modelo económico japonés.

Luego, convocaron a Paulet a trabajar en la cancillería peruana de 1935 a 1941. En este periodo, construyó de nuevo una réplica de su “motor de reacción” y de su “Avión Torpedo”, y entregó sus bocetos al Ministerio de Aviación, con la esperanza de conseguir financiamiento para continuar con el desarrollo de su proyecto. Sin embargo, no tuvo eco, y en 1941 lo trasladaron a Buenos Aires a cumplir otro encargo diplomático.

En medio de la Segunda Guerra Mundial, Perú rompió relaciones diplomáticas con Japón, y el hijo de Paulet (casado

con una japonesa), quien había resguardado sus prototipos del motor de reacción y del Avión Torpedo, tuvo que abandonar de forma intempestiva el país. Aunque dejó guardados los prototipos, éstos se perdieron por el abandono.

Paulet murió en Buenos Aires en 1945.

El testamento de un científico

En su carta a *El Comercio*, Paulet escribió con la humildad propia del científico: “Aun cuando no tengo noticia de que alguien se haya ocupado, antes de mí, del avión-cohete, no pretendo reivindicar la paternidad de ese invento, porque, como todo proyecto, no vale sino por su realización”.

Del mismo modo, aclara, “el proyecto del alemán Vallier ha sido precedido, treinta años antes y aun tal vez con experiencias más concluyentes, por el de un peruano”, dice, refiriéndose a sí mismo.

Entonces, en un gesto que revela su convicción de que “la genialidad no nace, sino se hace”, y de que “todo niño peruano puede ser un científico” porque todo hombre posee la chispa divina de la creación, delegó la continuidad de su invento a los jóvenes científicos peruanos, diciéndoles: “[Quiero] llamar la atención de los técnicos e inventores de nuestro país sobre este importante asunto. En efecto, lo que por desgraciadas circunstancias no he podido lograr, bien puede obtenerlo, para gloria y provecho del Perú, algún otro compatriota mejor provisto”.

Fuentes y reconocimientos

Mis pláticas con mi tía abuela Megan Paulet fueron inspiración y fuente de primera mano para la elaboración de este artículo. Mi especial agradecimiento a ella.

Pedro Paulet escribió la carta a *El Comercio* el 25 de agosto de 1927, mientras se encontraba en un congreso en Roma. El texto íntegro de esta carta aparece como apéndice en el libro de Megan Paulet, *Pedro Paulet, padre de la Astronomía*, publicado en 1988 por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) de Perú.

La exposición de febrero de 1996, “Pedro Paulet: precursor de la era espacial”, en el Instituto de Estudios Históricos Aeroespaciales de Perú, incluyó bocetos originales de los inventos de Paulet. Hoy puede verse en el Museo Paulet del Instituto, en su nativa Arequipa, y es la fuente de las ilustraciones para este artículo.

Los bocetos y replicas a escala de su “motor a reacción”, de su “girándula”, y de su “Avión Torpedo”, se encuentran en la Sala Pedro Paulet del Museo de la Aeronáutica de la Fuerza Aérea peruana, en Lima, Perú.

Sara Madueño dirige la oficina de la revista EIR en Lima, Perú. Ella destaca que el presente artículo salda una vieja deuda que tenía con Megan Paulet, hija de Pedro Paulet, y con la memoria de su propia madre, Sara Paulet de Madueño, sobrina de éste. Sara Madueño Paulet tomó las fotografías de los bocetos y modelos que ilustran este artículo.

¡Iberoamérica a la conquista del espacio!

por Marsha Freeman

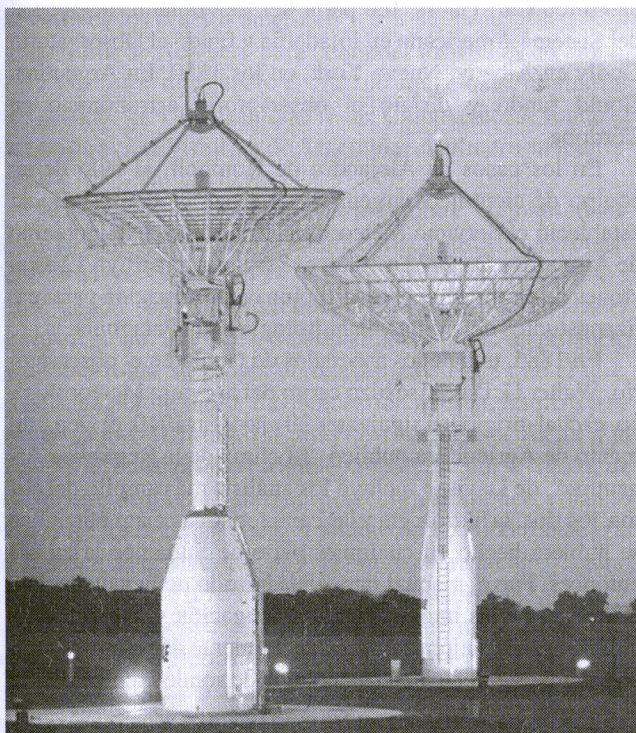
Por más de 15 años, el astronauta costarricense Franklin Chang-Díaz ha encabezado una campaña de apoyo para crear una agencia espacial iberoamericana, con un concepto parecido al de la Agencia Espacial Europea, que realiza proyectos a gran escala con la participación de 15 naciones. En octubre del 2000, el doctor Conrado Varotto, director de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina, hizo una propuesta concreta para crear dicha agencia espacial para todas las naciones de Iberoamérica, basada en actividades conjuntas entre las dos potencias espaciales de la región, Brasil y Argentina, con "objetivos específicos y detallados comunes".¹

Pero, ¿es este el momento adecuado para una iniciativa

tan audaz?

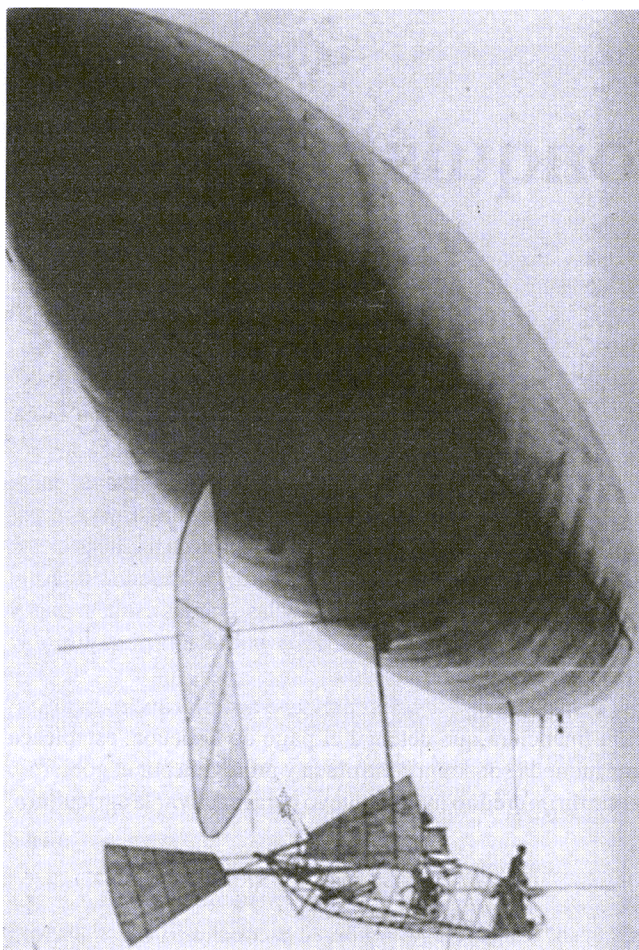
Argentina sufre una crisis financiera que amenaza su propia existencia. La economía, que opera bajo el peso de decenas de miles de millones de dólares de deuda ilegítima e impagable, casi se ha paralizado. La importación de medicamentos necesarios para salvar vidas ha cesado, el comercio internacional está detenido, las fábricas y las granjas están vacías y a un sector cada vez mayor de la población ni siquiera le alcanza para comprar comida.

Para que Argentina sobreviva, se necesita una reorganización financiera que detenga el pago de la deuda, establezca una moneda soberana controlada y protegida por el gobierno, y que dirija crédito interno nuevo para reactivar la agricultura,



Las naciones de Iberoamérica, juntas, tienen todas las capacidades necesarias para llevar a cabo un programa de exploración espacial. Argentina, Brasil y Perú cuentan con instalaciones para lanzar cohetes suborbitales, y Brasil está desarrollando el Centro de Lançamento de Alcântara para lanzar satélites y, después, naves espaciales tripuladas.





El brasileño Alberto Santos-Dumont, osado aeronauta y experimentador aéreo, en uno de sus aeróstatos con motor. Dentro del canasto, suspendido de la nave, con un motor que impulsa una hélice rudimentaria, viaja el inventor y piloto.

la producción industrial y el comercio. Estas son medidas de emergencia a tomarse de inmediato.

En perspectiva al futuro, Argentina, y todas las naciones de Iberoamérica, no sólo deben regresar a lo que fue un pasado mejor, sino dar, no pasos, sino saltos hacia el futuro. Desde su independencia en el siglo 19, hasta la recolonización financiera del Fondo Monetario Internacional en 1970, los pueblos de Iberoamérica anhelaban desarrollar su industrias, su ciencia y su tecnología, al parejo de su vecino desarrollado del norte.

La imposición de los mentados "tratados de no proliferación", en especial por parte de los Estados Unidos, han representado un obstáculo para Argentina, y para todas las naciones en vías de desarrollo del mundo, que ha enervado el desarrollo del sector nuclear y de los programas espaciales, al coartar la transferencia de tecnología avanzada. Al evitarse tal desarrollo económico las condiciones de atraso persisten, sentando las bases para el descontento y la guerra civil.

¿Pueden naciones como Argentina, que sufren una crisis tan grave, darse el lujo de financiar un programa espacial?

¡No pueden darse el lujo de no hacerlo!

A largo plazo, no hay nada más importante para la salud de una economía que el desarrollo de las capacidades científicas y técnico-industriales de una nación. Los grandes proyectos de infraestructura, como la exploración del espacio, ponen en movimiento estos recursos, mejoran la educación, inspiran a los jóvenes y elevan a una nación. Si concentra sus talentos, capacidades y recursos, Iberoamérica puede ponerse a la vanguardia de la exploración de la frontera espacial.

Y, contrario a la creencia común, a Iberoamérica no la conforman países del "Tercer Mundo" que comienzan un programa espacial desde cero. Estas naciones tienen ya una larga historia de logros en las esferas de la astronomía, la aeronáutica y el espacio, así como en las aplicaciones de la tecnología nuclear y otro tipo de tecnologías avanzadas.

Pioneros iberoamericanos de la aeronáutica

En 1870, el entonces presidente Domingo Faustino Sarmiento invitó al científico estadounidense Benjamin Althorp Gould a Argentina. Gould estuvo asociado con el bisnieto de Benjamín Franklin, Alexander Dallas Bache, fundador de la Academia Nacional de Ciencias y adalid de la ciencia estadounidense en el siglo 19. Gould estudió en Alemania con el científico Carl Gauss, fue parte del movimiento intelectual del Sistema Americano en Filadelfia y fundó el Observatorio Dudley en Albany, Nueva York, en los 1850. En Argentina, Gould fundó y dirigió el observatorio astronómico de Córdoba.

En los pasos de Alejandro de Humbolt, al lado de un equipo de científicos argentinos y estadounidenses, Gould estableció el Servicio Meteorológico Nacional del gobierno de Argentina. De 1872 a 1884, el Servicio construyó 52 estaciones de observación y recolección de información para realizar estudios del clima y la hidrología de la Patagonia.

En 1885, uno de los asociados de Gould en el observatorio, Walter G. Davis, se hizo cargo del Servicio Meteorológico, el cual dirigió los siguientes 30 años. En 1910, el Departamento de Agricultura publicó "El clima de la República Argentina", de Davis, e incluyó los análisis más amplio del clima, los ríos, la hidrología y las características magnéticas que se hubiera hecho en cualquier parte de Sudamérica en ese entonces. Fue el manual para el desarrollo de la navegación, el control de las inundaciones, la irrigación y la electrificación, que sólo mejorarían substancialmente décadas después, con el advenimiento de la tecnología de sondeo remoto desde el espacio.

Pero para fines del siglo 19, se abría una nueva frontera que prometía darle al hombre una nueva perspectiva del mundo circundante; el viaje a través de la atmósfera. En varios países de Iberoamérica, la emoción que despertó la posibilidad de la exploración tripulada se extendió e impulsó a jóve-

nes entusiastas a probar su suerte ante el desafío de volar.

En Argentina, Jorge Alejandro Newbery (1875-1914), fue miembro activo del Club Aéreo argentino, y participó en una serie de vuelos en globo. Una explosión en 1908, en la que su hermano Eduardo falleció, fue un duro revés para el Club Aéreo. Pero Jorge Newbery, que comprendió la importancia de desarrollar esta nueva tecnología, mostró un gran valor y tomó parte en dos vuelos en globo un año después del accidente.

En 1909, Newbery escribió un artículo para el diario *La Nación*, titulado, "Aeronáutica". Ahí, dijo que el "asombro que produce el progreso en la aerostática (los vuelos en globos) no es de sorprender". Él describe esa tecnología como el "trampolín de una revolución mundial, no sólo ligada a la ciencia de la guerra, sino que también representa una vasta contribución al estudio de la meteorología y un paso para resolver el ideal del transporte cómodo y rápido".

Argentina estaba bien preparada para desarrollar una industria de la aviación, dice Newbery, razón por la que se fundó el Club Aéreo. Los vuelos en globo tenían un propósito científico, "al poner en práctica los estudios teóricos y prácticos realizados en otros países". Usando los instrumentos apropiados, los globos pueden proveer "información científica de las observaciones de las capas de la atmósfera, y otras cuestiones importantes, cuya utilidad ha sido bien apreciada por el docto director del Servicio Meteorológico, Walter Davis, quien no ha escatimado sacrificios para contribuir al mejor éxito de los [vuelos en globo]".

El valor de Newbery para continuar los vuelos en globo, y el entusiasmo que generó el artículo aquí citado, revitalizaron al Club. En 1912, a iniciativa del Club Aéreo, se fundó el campo de aviación militar de Argentina; el primero en Iberoamérica.

Al mismo tiempo, "la fiebre de los globos" también contagió al Brasil. Alberto Santos-Dumont nació en el estado brasileño de Minas Gerais, en 1873. A los 18 años de edad viajó a París, donde, siete años más tarde, en 1898, realizó su primer vuelo en globo. Entonces, Santos-Dumont inició un proyecto para desarrollar su propia aeronave, más ligera que el aire, impulsada por un motor de combustión interna. Bautizó a su primer globo, "Brasil". En julio de 1901, dio la vuelta a la torre Eiffel en su propio dirigible, impulsado por un motor de 15 caballos de fuerza, que daba potencia a una hélice, volando unos 11,3 kilómetros. Ganó el premio de 100.000 francos de la Deutsch de la Meurthe, y el "glameroso brasileño", como se le describió, se hizo famoso internacionalmente.

Santos-Dumont decidió que los aviones, más pesados que el aire, y no los globos, serían el futuro del vuelo. En 1906, su máquina voladora, con todo y fuselaje, alas de biplano, un motor Antoinette y una hélice, estuvo lista para su prueba de vuelo. Sus primeros intentos, el 21 de agosto de 1906, fallaron debido a la falta de potencia. Pero el 13 de septiembre, con un motor más grande, voló 7 metros, o 33 pies. Al mes siguiente, en su segundo vuelo, viajó 60 metros en siete segundos, y en noviembre de 1906, volando a unos cinco metros de altura,



El avión Embraer 145 AEW&C, parecido a los sistemas de control y advertencia más avanzados de los Estados Unidos, está equipado con un avanzado radar de ordenamiento de fases, construido en Europa por la empresa Ericsson. El principal producto de exportación del Brasil no es el café, sino las aeronaves.

cubrió una distancia de 220 metros. Este fue el primer vuelo exitoso con motor que haya logrado alguien aparte de los hermanos Wright, de los Estados Unidos.

Santos-Dumont también construyó pequeños monoplanos, llamados Demoiselles, antes de retirarse de sus investigaciones aeronáuticas, en 1910. Murió en Brasil en 1932, y se le considera el padre de la aviación brasileña.

En Perú, el ingeniero Carlos Tenaud Pomar construyó un monoplano de 36 pies en la Escuela de Artes y Comercio de Lima, en 1908. Tenaud se educó en el Liceo Carnot de Francia, y regresó a Perú para trabajar en el proyecto. En 1910, se fundó la Liga Nacional Pro Aviación en Perú, y poco después se estableció el Club Aéreo peruano. Ambos fueron precursores de la Fuerza Aérea peruana.

El establecimiento de organizaciones que promovían la aeronáutica en Perú, se debió en gran parte al trabajo de Pedro Paulet, él mismo un pionero de la aeronáutica y la tecnología espacial (ver artículo en la pág. 5). Mientras otros aún trataban de diseñar una nave que pudiera volar en la atmósfera, Paulet ya estaba diseñando una nave que pudiera volar más allá de ella, en el espacio. Durante sus estudios en París, de 1895 a 1898, Paulet escribió que llevó a cabo experimentos con un motor de cohete con combustible líquido, el primero del mundo.

Retando a pilotos de toda Iberoamérica, abrió nuevos caminos y estableció nuevas marcas en los primeros años de la aviación. En 1910, el piloto peruano Georges Chávez logró el primer vuelo sobre los Alpes; y en 1918, el teniente Canadalaria, piloto del ejército de Chile, logró el primer vuelo a través de los Andes, de oeste a este. Poco después, empresas alemanas, francesas e italianas comenzaron a realizar vuelos comerciales regulares de Europa a Iberoamérica, entrenando a pilotos locales y estableciendo la infraestructura aeronáutica.

Este interés inicial en la aviación en Iberoamérica llevó a la creación de los institutos de investigación aeronáutica, y, posteriormente, a que la industria produjera aeronaves militares y comerciales. En el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, los principales científicos europeos, como el experto en aerodinámica alemán Kurt Tank, un ex alumno de Albert Einstein, se mudó a Argentina. En tanto, en el Instituto Aerotécnico, Tank diseñó el aeroplano argentino "Pulqui II", que se considera al nivel del MIG-15 soviético. Para 1947, había 392 expertos extranjeros trabajando en el Instituto Aerotécnico de Córdoba.

En Brasil hubo algunos éxitos parciales en establecer una línea de ensamblaje de aeronaves, a finales de los treinta. En los cincuenta, el gobierno reconoció que se necesitaban equipos de personal altamente calificado, así como una inversión importante de capital, lo que llevó al establecimiento del Centro de Tecnología Aeronáutica (CTA), descrito como el "MIT de Brasil", y el Instituto de Tecnología Aeronáutica (ITA), de la Fuerza Aérea. En esa época también se crearon varias empresas aeronáuticas.

En la década de los sesenta, la Fuerza Aérea brasileña le asignó a la CTA la tarea de diseñar, desde cero, un avión bimotor de tamaño mediano para transporte, para reemplazar su vieja flota. El prototipo Bandeirant (Explorador, o Pionero) se terminó en 1968, y al año siguiente, la Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A (Embraer), se fundó como una empresa estatal para iniciar la producción de la aeronave. Esto involucró a la industria privada de Brasil desde el inicio, siendo el 51 por ciento de la empresa propiedad del gobierno y 49 por ciento de los accionistas. Se privatizó a fines de 1994, y ahora es propiedad de un grupo de inversionistas nacionales.

En 1970, Embraer firmó un acuerdo con el fabricante italiano Aermachhi, para fabricar el Xavante, un avión de ataque, de entrenamiento y de reconocimiento fotográfico. En 1972, se entregó a la Fuerza Aérea brasileña el primer EMB 110. Hoy, Embraer produce toda una línea de sus propios aviones comerciales y militares, incluyendo el EMB 145 AEW&C con un sistema de radar de ordenamiento en fase, para aplicaciones de pronta detección.

Embraer es el cuarto fabricante a nivel mundial de aeronaves comerciales, y en el año 2000 produjo 160 aviones, con una planta laboral de casi 11.000 trabajadores. En los últimos tres años, el principal producto de exportación de Brasil, no ha sido el café, sino las aeronaves, por 2.300 millones de dólares el año pasado. Embraer tiene subsidiarias en Singapur, Australia y China.

Preludio a la exploración espacial

Hacia fines de los veinte, hubo una explosión de interés por el desarrollo de la tecnología de cohetes a nivel mundial, que emanaba de la Sociedad Alemana para el Viaje Espacial, formada en 1927. La Sociedad publicó revistas, debatió con

Von Braun: ¿Por qué Argentina debería ir al espacio?

En diciembre de 1963, la *Revista Nacional Aeronáutica* de Argentina publicó una entrevista con Wernher von Braun, quien entonces encabezaba el esfuerzo en los Estados Unidos por construir los cohetes que llevarían al hombre a la Luna. A Von Braun se le preguntó qué países como Argentina podrían contribuir a la investigación espacial. Y contestó:

"Estoy convencido de que, para países como Argentina, la contribución a la navegación espacial no sólo es posible, sino, más allá de eso, igualmente deseable. La tecnología aeronáutica es el frente de avanzada que orienta y define el progreso técnico en un número infinito de esferas y disciplinas, como la cibernética (automatización); la electrónica; las técnicas de medición, búsqueda y conocimiento de materiales; etc. Por tanto, toda participación en programas vinculados a la astronáutica debe resonar provechosamente y tener repercusiones favorables en todo el potencial de la industria, afectando por igual, y de modo saludable, la capacidad de la competencia económica, sin considerar siquiera —al menos de forma temporal— el hecho concreto de que la exploración espacial es la empresa más fascinante que encara hoy nuestra generación".

sus oponentes y ofreció conferencias públicas sobre cohetes y vuelos a la Luna dondequiera, ¡desde universidades hasta sótanos de tiendas departamentales! Además, se realizó un modesto programa experimental con la participación del padre del viaje espacial, Hermann Oberth, y un entusiasta y joven estudiante, Wernher von Braun. Los resultados se publicaban en su revista mensual, y le dieron la vuelta al mundo.

Por todas partes surgieron sociedades hermanas de afiliados a los vuelos espaciales y los cohetes, y en los veinte y principios de los treinta, la Sociedad Alemana para el Viaje Espacial recibía solicitudes de información sobre sus actividades de todas partes del mundo, incluyendo Montevideo, Uruguay y Buenos Aires, Argentina. El corresponsal argentino era Ezio Matarazzo, un estudiante de química de primer año en la Universidad de Buenos Aires. En 1932, Matarazzo inauguró la primera revista astronáutica de Iberoamérica y formó un grupo de viaje espacial, el Centro de Estudios Astronáuticos. A pesar de que duró poco tiempo, la organización publicó artículos en *Aeronáutica Argentina*.

Al mismo tiempo, otra figura argentina más importante comenzaba una campaña de educación y organización para el nuevo campo de la exploración espacial. Como se informó

en un periódico presentado en el Congreso de la Federación Astronáutica Internacional en el año 2000, por el doctor Oscar Fernández-Brital y el profesor Miguel Sánchez-Peña, el argentino Teófilo M. Tabanera comenzó a promover la exploración espacial en 1930.

Ese año, en un escrito publicado en la *Mendoza Illustrated News Magazine*, Tabanera declaró: “La Luna nos está esperando. Se llegará a la Luna antes de lo que imaginamos. Este mundo es muy pequeño para nosotros; debemos tratar de extendernos más allá”. Usando una comparación para que le quedara claro a los argentinos, Tabanera escribió: “Antes de que construyéramos la vía férrea Mendoza-Buenos Aires, construimos una más pequeña de Buenos Aires a Palermo. Alcanzar la Luna nos dará la certeza de que después llegaremos a Marte y más allá”. Tabanera se ofreció como voluntario para “acompañar a la primera” tripulación en estas misiones, y dijo, “según veo, sólo necesitamos un poco de tiempo para resolver todos los detalles, elegir el mejor método y decidirnos a emprender el viaje”.

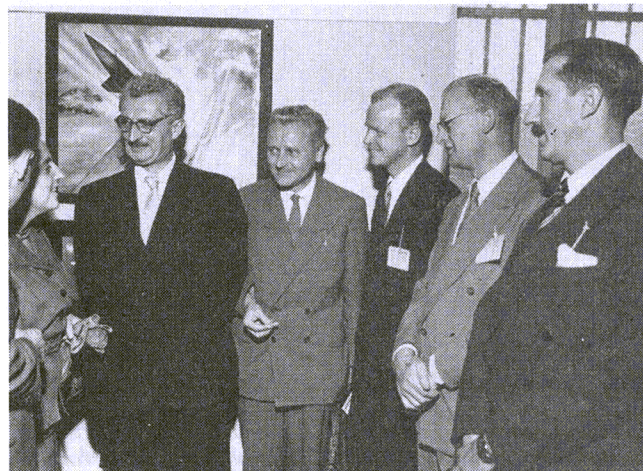
Por el resto de su vida, Teófilo Tabanera dedicó un considerable esfuerzo a escribir libros sobre el viaje espacial, presentando documentos y discursos sobre la importancia de las aplicaciones de la tecnología espacial (como la educación a distancia), y a representar a Argentina en foros internacionales sobre el espacio. En 1979, escribió su último libro, *Argentina ante el reto del tercer milenio*.

En 1945, Tabanera se convirtió en el primer miembro argentino de la Sociedad Interplanetaria Británica. Tres años después, fundó la Sociedad Interplanetaria Argentina, la cual se convertiría en la Asociación de Ciencias Espaciales de Argentina. Durante 10 años, publicó la única revista mensual sobre temas del espacio en Iberoamérica.

Teófilo Tabanera trajo la era espacial a Argentina, y la puso en contacto con las personas y las organizaciones internacionales dedicadas a la promoción de la exploración espacial. En 1950, asistió —como único delegado de una nación en vías de desarrollo— a la conferencia de la fundación de la Federación Astronáutica Internacional (FAI) en París, y participó en cada conferencia anual por los siguientes treinta años. Fue anfitrión del congreso de la FAI de 1969 en Mar del Plata, Argentina.

En 1952, Tabanera publicó un libro de bolsillo, titulado *¿Qué es la astronáutica?*, que se convirtió en un éxito de librería y se reimprimió varias veces. “La mayoría de nosotros nos volvimos adictos al espacio debido a este libro”, dice el autor del artículo acerca del informe Tabanera. Tabanera también dirigió una campaña pública para organizar estudios espaciales en Argentina y estableció la Comisión Nacional del Espacio, siendo él su primer presidente.

En la reunión de las Naciones Unidas en 1969, en Viena, dictó una conferencia sobre la educación a distancia usando la tecnología satelital para toda Iberoamérica, y en 1971, propuso un estudio muy detallado de cómo organizar mejor la educación en áreas remotas a través de la televisión vía saté-



El pionero argentino del espacio Teófilo Tabanera (der.), acompañado de sus colegas en el Congreso de la Federación Astronáutica Internacional de 1952, en Stuttgart, Alemania (de izq. a der): la doctora Irene Bredt, el profesor Hermann Oberth, el doctor Eugen Sänger, el doctor Fred Durant y el doctor Arthur C. Clarke.

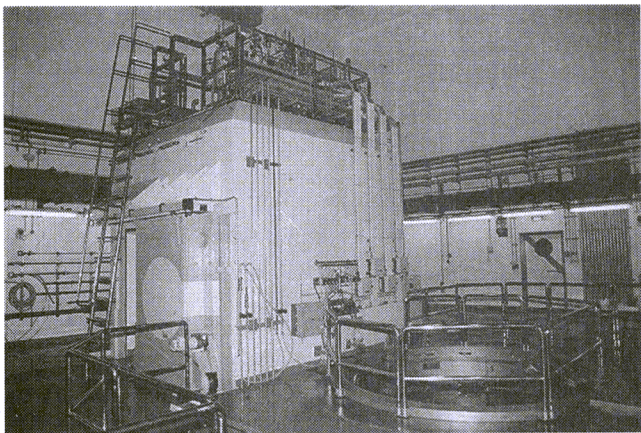
te. Tabanera también asistió a todos los lanzamientos lunares del programa Apolo y al primer lanzamiento, en 1981, del trasbordador espacial, sólo unos cuantos meses antes de su muerte.

Cuando falleció, el diario argentino *La Nación* escribió: “La muerte del ingeniero Teófilo Tabanera significa, para nuestro país, la pérdida de un lúcido observador y un inteligente visionario que intentó traer el conocimiento y poner a su país en términos de igualdad y justicia dentro de la comunidad científica y tecnológica mundial”. Tabanera asumió que Argentina, y muchas otras naciones de Iberoamérica, sería parte integral de esta gran aventura de la humanidad.

Iberoamérica en la frontera nuclear

El final de la Segunda Guerra Mundial trajo consigo la posibilidad de que el mundo desarrollara cohetes para la exploración espacial, y la fisión nuclear para obtener energía. Las naciones de Iberoamérica estaban ansiosas por explotar estas nuevas herramientas revolucionarias.

En Argentina, el gobierno de la posguerra del presidente Juan Perón invitó a varios cientos de científicos europeos a enseñar y a ayudar a desarrollar la infraestructura científica de la nación. En 1950, se fundó la Comisión Nacional de Energía Atómica para promover y controlar la investigación gubernamental y privada, y para ideas propuestas sobre el uso de la energía nuclear por parte del gobierno. El decreto de la creación de la Comisión señalaba que, “la República Argentina, sin interés en ninguna intención ofensiva, puede



La empresa nuclear y espacial de Argentina, INVAP, construyó el reactor de investigación nuclear ETRR-2 en Egipto, para realizar estudios en física de neutrones y ciencia de los materiales, producir radioisótopos, desarrollar una terapia de captura de neutrones de boro para el tratamiento del cáncer, y para otras áreas de investigación. El INVAP también capacitó a los ingenieros y al personal técnico para operar el reactor.

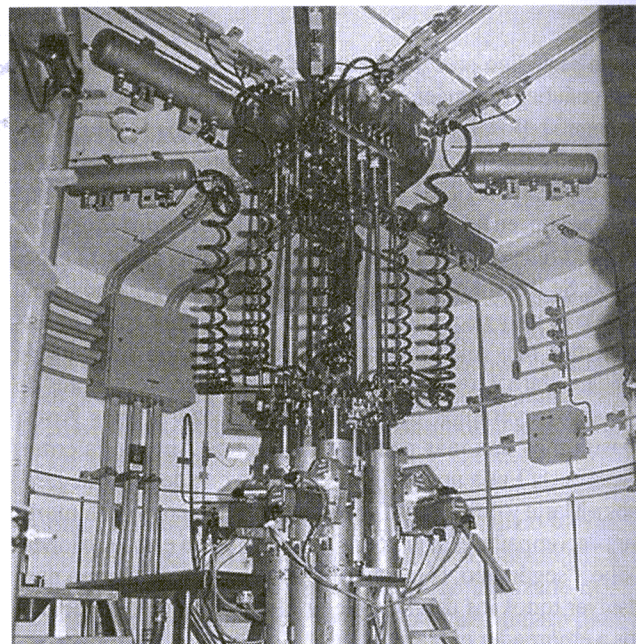
trabajar. . . con un elevado sentido de la paz, en beneficio de la humanidad”.

La Dirección Nacional de Energía Atómica se fundó al año siguiente, para entrenar al personal técnico que debía “dirigir, orientar y coordinar todos los estudios relacionados al uso y la aplicación de la energía atómica, así como para llevarlos a cabo, de ser necesario”. Fueron creados nuevos laboratorios de investigación, y, con esto, las antiguas y moribundas instituciones científicas se revitalizaron.

En 1953, con el programa Átomos para la Paz, del presidente Dwight Eisenhower, Argentina se convirtió en la primera nación en firmar un acuerdo de cooperación para los usos pacíficos de la energía nuclear con los Estados Unidos. En la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica, en 1955, la delegación argentina presentó ideas para más de 40 proyectos. Se firmaron también acuerdos entre Argentina y varios países de Iberoamérica, incluyendo a Perú y Colombia, para la cooperación sobre tecnología nuclear.

En la primera década de su programa nuclear, Argentina se concentró en aprender la nueva ciencia y tecnología de la fisión nuclear, a través de programas educativos y de cooperación con varios países, en especial Alemania. En la década de los sesenta, se ideó la primera planta nuclear comercial para generación de energía eléctrica, a ubicarse en Atucha, a unos 100 kilómetros de Buenos Aires. La construyó la empresa alemana Siemens, y su reactor de 335 megavatios entró en funcionamiento en 1974.

La segunda planta nuclear se instaló cerca del centro científico de Córdoba. Hubo mas participación de la industria local en la construcción de este reactor CANDU canadiense, al comenzar Argentina un programa de desarrollo de sus propias capacidades para el diseño y fabricación de nuevas plan-



El reactor térmico egipcio ETRR-2 de 22 megavatios, puede dar acomodo hasta a 30 elementos combustibles. Vista de los bastones de control que se encuentran bajo el reactor.

tas nucleoelectricas. La construcción de la segunda planta generadora, la Embalse, comenzó en 1974, y la planta empezó a operar en 1983.

En 1977, el gobierno promulgó un decreto definiendo los objetivos nacionales del programa nuclear argentino, el cual incluía el alcanzar el máximo de autonomía. En 1979, se aprobó un programa para construir cuatro plantas generadoras nuevas, a entrar en operación entre 1987 y 1997, incluyendo también la extracción y uso del uranio nacional. La primera de esta serie de plantas sería la Atucha II, para lo cual se firmó un contrato con KWU de Alemania. A diferencia de la construcción de las dos plantas generadoras anteriores, se creó en 1980 una empresa argentina de ingeniería para tomar el papel de contratista en el diseño y para realizar el trabajo de arquitectura e ingeniería. La planta debía entrar en operación en 1988.

Pero el deterioro inducido de la situación de la deuda en Argentina retrasó la construcción, lo cual paralizó su programa nuclear. Argentina se enfrentó también con un cambio en el ambiente político, con lo que se usaron los argumentos de la no proliferación para justificar la cancelación del desarrollo de la energía nuclear. En 1994, el gobierno intentó privatizar la capacidad nuclear argentina y buscar financiamiento privado para completar la Atucha II, pero el esfuerzo no consiguió atraer capital extranjero. En el año 2001, la Comisión Nacional de Energía Atómica terminó un estudio que incluía las opciones para la inconclusa planta Atucha II, que cuenta con un 80 por ciento de su construcción terminada. Costaría 700 millones de dólares terminar el proyecto, según calcularon, y mas de 3 mil millones el abandonarlo.

En mayo del 2001, en un discurso que pronunció en la Décima Conferencia Iberoamericana sobre Energía, en California (estado que se encontraba en medio de una crisis energética por la desregulación), el secretario de Energía, Alejandro Suroga, dijo que el gobierno pensaba apoyar la temeraria venta de las dos plantas nucleares del país, y presentó su plan para desregular el sector eléctrico del mismo.

La actual crisis del derrumbe financiero y económico argentino ha detenido todos estos planes. En febrero de este año, en los sobresaltos políticos que acompañaron a la bancarrota de esa nación, el presidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica renunció.

Pero, mientras importaba sus plantas generadoras nucleares comerciales, Argentina esperaba convertirse en un proveedor mundial de tecnología de energía nuclear, y en un competidor de las naciones "desarrolladas". La provincia de Río Negro estableció en 1976 la empresa INVAP en Bariloche, para desarrollar, construir y poner en el mercado internacional la tecnología nuclear nacional de Argentina. La INVAP es también la única empresa argentina que cumple con los requisitos de la NASA para proyectos espaciales completos, tales como la construcción de satélites, equipo espacial y estaciones terrestres.

En 1982, la INVAP inauguró el primer reactor diseñado y construido en Argentina. Este fue el reactor de investigación y entrenamiento RA-6 de 500 kilovatios, localizado en el Centro Nuclear Bariloche, dirigido por la Comisión Nacional de Energía Atómica. Lo opera, repara y le da mantenimiento personal local, que incluye a estudiantes de ingeniería del Instituto de Física e Ingeniería Nuclear de Balseiro, llamado así en honor al fundador de la Comisión de Energía Atómica, José Antonio Balseiro.

Argentina también comenzó a exportar tecnología nuclear. El primer reactor pequeño de investigación que construyó fue para Perú.

En 1985, el INVAP firmó un contrato con Argel para la construcción de un reactor térmico multipropósito de 1 megavatio para investigaciones. Éste se inauguró en 1989, y tiene un diseño parecido al del RA-6. El reactor se usa para la producción —a escala de laboratorio— de radioisótopos en la investigación básica y aplicada, y para el entrenamiento del personal operativo. Para asegurar la transferencia de tecnología, desde el momento en que se firmó el contrato, participaron en el proyecto más de 50 ingenieros y técnicos argelinos.

En 1992, la INVAP ganó un concurso convocado por la Atomic Energy Authority (Administración de Energía Atómica) de Egipto, y firmó un contrato para la construcción de un reactor para actividades de investigación y aplicación tecnológica en una amplia rama de la ciencia relacionada con la energía nuclear. El funcionamiento formal del reactor, ubicado en Inshas, a 60 kilómetros del Cairo, inició en 1997, y el reactor alcanzó su potencia esperada de 22 megavatios térmicos al año siguiente. En febrero de 1998, los presidentes Hosni Mubarak, de Egipto, y Carlos Menem, de Argentina,

inauguraron el reactor. Muchos de los componentes fundamentales del reactor —el 60 por ciento del proyecto— los manufacturaron empresas egipcias.

La Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (OACTN), anunció en julio de 2000 que había seleccionado a la empresa argentina INVAP para construir un reactor de 20 megavatios que remplazara su actual reactor de investigación. La OACTN dijo que el reactor de remplazo sería de los únicos dos del mundo que usan la última tecnología optimizada para las investigaciones científicas, y que su desempeño sería "comparable a las fuentes nacionales de neutrones de Japón, Francia y los Estados Unidos". La OACTN informó que el contrato, con valor de 278,5 millones de dólares, "representa la mayor inversión en ciencia y tecnología de la historia de Australia, y está entre los desarrollos de infraestructura de este tipo más grandes de la región de Asia y el Pacífico".

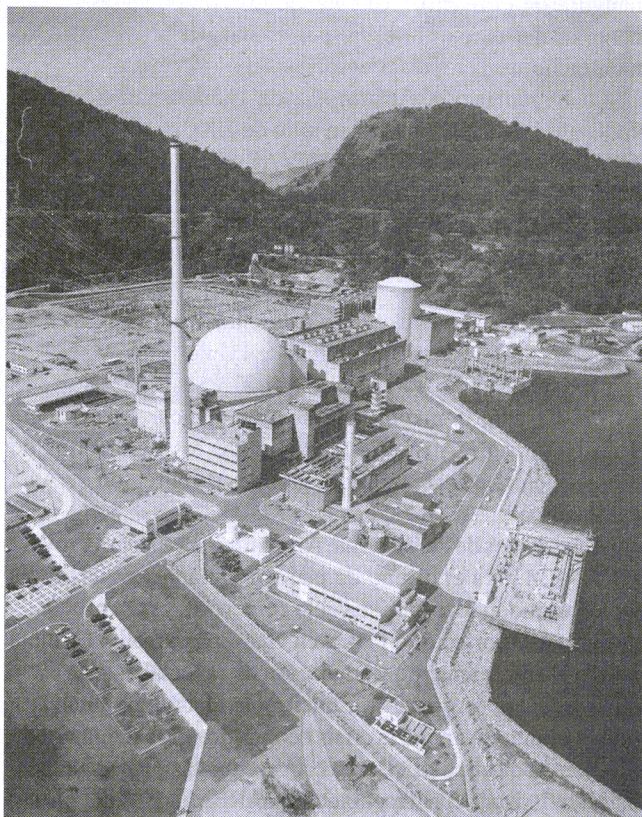
A mediados de los ochenta, Argentina comenzó el Proyecto CAREM para el diseño de pequeñas plantas generadoras nucleares modulares para su venta comercial, y para producir las para su exportación a países en vías de desarrollo. La meta incluía el entrenamiento y educación de especialistas de estas naciones, para propagar la ciencia y la tecnología nuclear a todo el mundo. Aunque la crisis económica global ha frenado la demanda que deberían tener estas pequeñas plantas nucleares estandarizadas, el diseño de la CAREM argentina es uno de los más importantes dentro de las plantas generadoras exportables a países en vías de desarrollo.

El caso de Brasil

Un proceso paralelo en el desarrollo de la ciencia y la tecnología nuclear ha estado dándose en Brasil. A principios de los treinta, científicos de la Universidad de São Paulo llevaban a cabo investigaciones sobre fisión nuclear. En 1940, el presidente Getulio Vargas firmó un acuerdo de cooperación con los Estados Unidos para la extracción de uranio a cambio de tecnología nuclear, y se creó un comité para examinar los acuerdos nucleares con los Estados Unidos. Al mismo tiempo, Brasil decidió esforzarse por desarrollar una capacidad nuclear independiente. En 1955 se firmó el acuerdo bajo el programa Átomos para la Paz, para la transferencia de tecnología nuclear de los Estados Unidos a Brasil, con la expectativa de Brasil de que esta nueva tecnología sentaría las bases para el desarrollo industrial de la posguerra y la independencia económica de Iberoamérica.

Al año siguiente, en 1956, se creó el Instituto para el Desarrollo Nuclear y Energético, seguido por la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de Brasil. En 1957, bajo el programa Átomos para la Paz, Brasil construyó el primeros de dos reactores nucleares de investigación, con apoyo de los Estados Unidos. En 1960 se construyó un segundo reactor, y en 1965, Brasil erigió su primer reactor brasileño de investigación en Río de Janeiro.

Durante la década de los sesenta, la CNEN realizó estudios de viabilidad para el establecimiento de la primera planta



La conclusión exitosa de la segunda unidad del complejo nuclear Angra, aunque retrasada, es un testamento del cometido del gobierno brasileño a explotar las ventajas de la energía nuclear para el desarrollo económico, a pesar de décadas de una política impuesta por los Estados Unidos de "negarle" la tecnología nuclear.

nuclear comercial de Brasil, y el sitio que se eligió en 1968, fue Angra dos Reis, a 130 kilómetros de Río. La empresa Westinghouse empezó la construcción de la planta nuclear Angra I, de 625 megavatios, en 1972, que entró en operación en 1982, aportando el 20 por ciento de la electricidad de Río de Janeiro. Pero el contrato con la Westinghouse prohibía la transferencia de tecnología nuclear a Brasil, por lo que se buscaron otros proveedores.

Después de la crisis petrolera de 1973–1974, y en respuesta a que se cuadruplicaron los precios del petróleo, el presidente de Brasil, Ernesto Geisel, creó Empresas Nucleares Brasileiras S.A., o Nuclebras, la cual consistía en empresas dedicadas al desarrollo de la ingeniería, construcción de reactores, y actividades de ciclos de combustible. Su función era ampliar los programas de energía nuclear del país.

En 1975, a pesar de las fuertes objeciones de los Estados Unidos, Brasil firmó un acuerdo de cooperación con la Kraftwerk Union AG de Alemania, para construir hasta ocho plantas nucleares adicionales, incluyendo la de Angra II y III, una planta comercial de enriquecimiento de uranio, y también una planta piloto para el procesamiento de plutonio, y cerrar así

el ciclo del combustible nuclear. A Alemania Occidental no se le aplicaban las salvaguardas que requiere la Agencia Internacional de Energía Atómica de las Naciones Unidas. Poco después del inicio de la construcción, una crisis financiera en Brasil en 1982, la obligó a negociar préstamos con el Fondo Monetario Internacional. Esa institución exigió como "condición" para un préstamo, que Brasil limitara su pacto nuclear con Alemania. El número de plantas generadoras planificadas se redujo, hasta incluir sólo las plantas Angra II y III; las otras dos se cancelaron.

En 1991, se tomó la decisión de continuar con la construcción, y para 1996 ya se habían asignado los recursos. En julio de 2000, Angra II, del doble de capacidad que la primera planta, finalmente se conectó a la red eléctrica. Más del 50 por ciento del equipo de la planta generadora lo fabricaron empresas brasileñas.

Con respecto a la Angra III, por 15 años se ha atacado a la planta generadora, parcialmente terminada, con quejas que van desde que la energía nuclear es "demasiado cara", hasta que la electricidad es innecesaria e incluso "insegura". El gobierno no ha estado dispuesto a financiar la conclusión del proyecto, a pesar de que ya se han invertido casi 2 mil millones de dólares. Alrededor del 70 por ciento de la maquinaria necesaria ya se envió y actualmente se encuentra almacenada. La planta Angra III tiene alrededor de un 30 por ciento construido y se necesitan 1,7 mil millones de dólares para terminarla. Pero hace poco, obligado por la necesidad, el gobierno empezó a reconsiderar la conclusión de la tercera planta generadora nuclear de Brasil.

En mayo de 2001, el presidente de Brasil, Fernando Henrique Cardoso, anunció que la excepcional sequía había llevado las reservas de agua a un 30 por ciento de su nivel normal, y que la electricidad de las plantas hidroeléctricas de la nación tenía que racionarse. A las tres cuartas partes de los 170 millones de ciudadanos de la nación, se les pidió que redujeran su consumo de electricidad en un 20 por ciento. Como resultado de la crisis, en el transcurso del verano, el Consejo Nacional de Política Energética pidió un "análisis detallado" para reconsiderar la finalización de la planta Angra III. Ese estudio está por terminarse para fines de este año.

Por desgracia, se busca conseguir financiamiento privado extranjero para terminar la planta, y Electronuclear, la empresa estatal que dirige Angra I y II, ahora trata de conseguir apoyo financiero del extranjero. Se espera que la bancarrota del vecino de Brasil, Argentina, la reorganización financiera, y la cancelación de las deudas que ahí se requiere, crearán las condiciones en Brasil para retornar a una política de interés e inversión nacionales en energía y otro tipo de infraestructura.

El fraude de la no proliferación

Pero no fue sólo la serie de crisis financieras en Iberoamérica lo que paralizó los programas de energía nuclear. La ofensiva para imponer controles internacionales a la tecnología nuclear prácticamente comenzó desde antes de que termi-



Henry Kissinger, en el Departamento de Estado en 1983. Él fue —y sigue siendo— un importante promotor de los acuerdos de control armamentista y de las políticas de no proliferación, como instrumento para negarles las tecnologías nucleares y espaciales avanzadas a las naciones en vías de desarrollo.

nara la Segunda Guerra Mundial. Y en 1977, con la llegada de Jimmy Carter a la Casa Blanca, la ideología maltusiana del crecimiento negativo, centrada en las políticas de la “no proliferación”, encaminada a parar el desarrollo económico, se lanzaron con furia contra la energía nuclear, tanto en los Estados Unidos como en el ámbito internacional.

Para mantener el acceso a la tecnología nuclear comercial, se presionó a las naciones a que firmaran el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP). El Tratado lo firmaron la Unión Soviética y los Estados Unidos el 1 de julio de 1968, y lo ratificó el Senado estadounidense dos años después. A pesar de que el Tratado incluye el supuesto de que “nada en este Tratado deberá interpretarse como algo que afecte el derecho inalienable de todas las partes firmantes a desarrollar la investigación, producción y uso de la energía nuclear para propósitos pacíficos, sin discriminación”, virtualmente ningún país sin capacidad nuclear creyó que podría tener acceso libre a la tecnología nuclear pacífica bajo este régimen.

Después, bajo presión del gobierno de Carter, el Congreso de los Estados Unidos aprobó la Ley de no Proliferación Nuclear de 1978, que enmendaba la Ley de Energía Atómica de 1950, y suspendía de forma unilateral las exportaciones nucleares a países que se negaron a firmar el Tratado. Estas medidas se aplicaron de manera *retroactiva* para suspender los embarques de combustible nuclear al Brasil para la operación del reactor de Westinghouse, Angra I.

El gobierno de Carter amenazó con tomar represalias si Brasil y Alemania Occidental no aceptaban las condiciones en su contrato nuclear bilateral de 1975, acordando someter cualquier reprocesamiento de combustible al control internacional y permitir la intervención de los Estados Unidos en el control de cualquier transferencia de tecnología nuclear entre ellos. La idea de controlar las mentadas tecnologías de “uso dual”, como la utilizada en el reprocesamiento del combustible nuclear y la tecnología de producción de reactores, se



Durante el gobierno del presidente Jimmy Carter, de 1977 a 1980, a la política del Consejo de Relaciones Exteriores de “desintegración controlada” de la economía estadounidense, basada en la desregulación, la acompañó una campaña para detener los ambiciosos proyectos de desarrollo nuclear que había entonces en marcha en los Estados Unidos y en otras partes, bajo el epígrafe de la “no proliferación”.

convirtió en una política. Bajo la guisa de evitar que los países que no tenían la bomba nuclear desarrollaran una, la política pretendía evitar que las naciones se hicieran autosuficientes en el ramo de la energía nuclear civil. Tanto Argentina como Brasil acertadamente consideraron semejantes restricciones como una violación de su soberanía nacional.

La implacable campaña para obligar a Argentina y Brasil a firmar el TNP se basó en el supuesto de que, dado que los programas de investigación y desarrollo los dirigían, o al menos estaban involucradas, las fuerzas armadas, éstos, sin duda, eran proyectos militares encaminados a desarrollar “armas de gran poder destructivo”. Esto omite por completo cuál era la *intención* de estas dos naciones al desarrollar tecnología nuclear. Aun después de que Brasil y Argentina —las únicas dos naciones de Iberoamérica que podrían recurrir al uso de armas nucleares en una guerra entre ellas— firmaron acuerdos bilaterales en 1980 para *compartir* su tecnología nuclear, un mundo de no proliferadores insistió en que esos programas todavía eran “sospechosos”.

De hecho, en los Estados Unidos, fue el alto mando de los militares estadounidenses el que creó las primeras instituciones científicas y la infraestructura básica de las que ha dependido el desarrollo económico de este país. La primera educa-

ción avanzada disponible, especialmente en ciencia, matemáticas e ingeniería, se dio a través de las academias militares, como West Point. El Cuerpo de Ingenieros del Ejército construyó la infraestructura física que fue el prerrequisito para el desarrollo del oeste del país. Las instituciones militares en Iberoamérica, de forma parecida, han jugado un papel muy importante en la creación, organización y concentración del talento científico de la nación. Entienden que la fortaleza científica y económica es la primera línea de defensa de cualquier nación.

De haber existido alguna vez una preocupación legítima de que estas dos naciones pudieran desarrollar armas nucleares, el negarles el acceso a la tecnología atómica proveniente de las potencias nucleares establecidas sólo fortaleció la decisión de los dos países de desarrollar sus propias industrias nucleares nacionales. Además, la política de la negación sólo destruyó el dizque propósito del tratado.

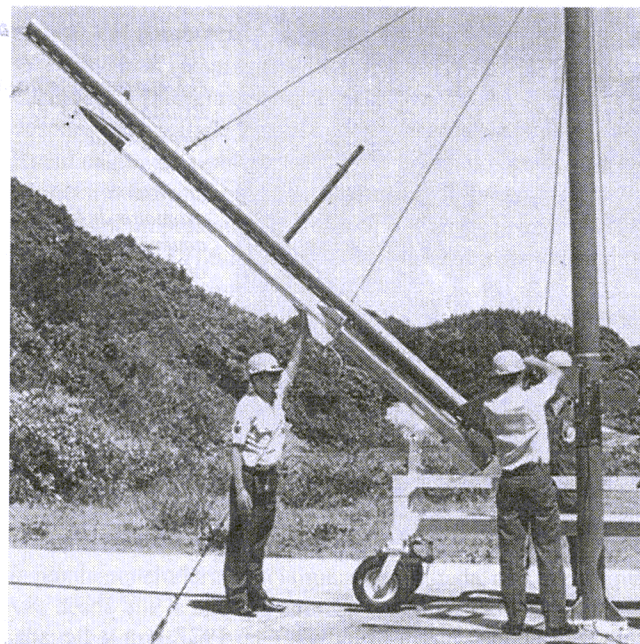
En realidad, el ex secretario de Estado Henry Kissinger ya había delineado con claridad el verdadero propósito de tales políticas de "no proliferación" en 1974, cuando el Estudio de Seguridad Nacional 200 advirtió que el crecimiento poblacional en las naciones en vías de desarrollo del Hemisferio Sur, podría amenazar la seguridad nacional de los Estados Unidos, al usar sus supuestos recursos finitos.² Kissinger también declaró públicamente su creencia de que ningún avance para la humanidad podría venir del "sur". Semejante plan geopolítico, que décadas más tarde se llegó a conocer como el "apartheid tecnológico", representó los fundamentos subyacentes de las políticas antinucleares y anticrecimiento del presidente Carter.

Hoy, la existencia misma de hasta los limitados programas de energía nuclear de Brasil y Argentina, es un ejemplo de lo que puede lograrse con el cometido de alcanzar una paridad científica, tecnológica y económica con las naciones consideradas "avanzadas", o "desarrolladas".

Se necesitó la misma perspectiva de largo plazo y la misma inversión de recursos para que estas naciones entraran a la era espacial.

Estudiando la Tierra, del Ecuador a la Antártida

Tan pronto inició la era espacial, a sólo unos cuantos años del inicio de la era nuclear, las naciones de Iberoamérica estaban ansiosas por participar. El lanzamiento del satélite Explorer I en enero de 1958 demostró, por medio del descubrimiento de los cinturones de radiación de Van Allen, que los cohetes podían abrir una nueva era de exploración del espacio cercano a la tierra. Y la sólo localización geográfica de Brasil y Argentina, con acceso a las singularidades geofísicas en el ecuador y la Antártida, colocarían a Iberoamérica en una posición estratégica para los estudios científicos.



Preparación de un cohete Sonda brasileño para su lanzamiento. Los instrumentos científicos de a bordo proveen información sobre las características de la ionosfera, excelente conductora de electricidad, sobre el ecuador magnético. Los cohetes Sonda se emplean como etapas de un cohete más grande de Brasil, el VLS, que está diseñado para poner satélites en órbita.

En 1961, el presidente brasileño Jânio Quadros firmó un decreto para la creación del grupo organizativo para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CNAE), bajo el Consejo Nacional de Investigaciones. Lo encabezó el coronel Aldo Vieira da Rosa. La Comisión desarrolló un programa para crear laboratorios técnicos en São José dos Campos, relacionados al desarrollo de tecnología para el estudio de las ciencias atmosféricas y del espacio.

Un lugar de estudio importante fue la región de Barrreira do Inferno en Río Grande do Norte. Esta zona está a sólo 5 grados del ecuador magnético terrestre, (que se encuentra inclinado 11 grados en relación al ecuador geográfico), donde un magneto se alinearía con la superficie de la Tierra. Es una región importante desde donde pueden realizarse estudios de la ionosfera terrestre, la cual se extiende entre los 60 y 500 kilómetros desde la superficie. Esta capa atmosférica contiene iones y electrones libres, y su grado de ionización cambia dependiendo de la hora del día, la estación del año, la actividad solar, etc.

En 1965, el gobierno de Brasil inició la construcción de una base de lanzamiento en Barrreira do Inferno, con el fin de lanzar cohetes para estudiar las capas de baja altitud de la ionosfera terrestre, y se firmó un acuerdo de cooperación con la NASA para estudiar la ionosfera a altitudes por debajo de los 200 kilómetros. La NASA suministró los cohetes sonda suborbitales para llevar los instrumentos científicos. El primero de una serie de lanzamientos desde Barrreira do Inferno,

tuvo lugar el 16 de diciembre de 1966, y los experimentos continuaron desde esta base de lanzamiento todos los ochenta.

Al mismo tiempo, Brasil comenzó a desarrollar sus propios cohetes con el Programa Sonda. El objetivo era desarrollar una serie de vehículos de lanzamiento que incorporaran cada vez mayores mejoras por medio del desarrollo de tecnología nacional, culminando en un cohete lo suficientemente poderoso como para colocar satélites en la órbita terrestre.

El Sonda I, lanzado por primera vez en 1965, era un cohete sonda de combustible sólido, de dos etapas, con un peso de solo 5 kilogramos y capaz de alcanzar una altura de 70 kilómetros, transportando una carga de instrumentos científicos. El Sonda II, desarrollado para probar propulsores mejorados, la aerodinámica, los instrumentos electrónicos, y la protección térmica, era un cohete de una sola etapa, de los cuales se lanzaron 30. Era capaz de alcanzar una altura de 180 kilómetros con una carga de 50 kilogramos de instrumentos científicos.

El Sonda III, que voló por primera vez en 1976, era un cohete de dos etapas que usaba al Sonda II mejorado como una de ellas. Se usó como un cohete meteorológico que alcanzaba una altura de 600 kilómetros, con una carga de 500 kilogramos.

En 1984, se lanzó el Sonda IV, que estaba diseñado para transportar 300 kilogramos de carga a una altura de 1.000 kilómetros, y fue el precursor de la serie de cohetes VLS (Vehículo Lanzador de Satélites), capaces de colocar satélites en la órbita terrestre.

Argentina en el Polo

Mientras Brasil estudiaba la región ecuatorial, los científicos aprovecharon la larga historia de Argentina de exploración en la Antártida para lanzar cohetes de estudio atmosférico.

En 1960, se estableció por decreto presidencial la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), a cargo de la Fuerza Aérea. Tres años más tarde, el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas y Espaciales (IIAE) de la Fuerza Aérea, proyectaba realizar experimentos en latitudes al extremo sur, cerca del propio Polo Sur. Argentina estableció el primer observatorio antártico, "Islas Orcadas", en 1904.

En un documento de 1999, llamado "Experiencias científicas usando cohetes sonda argentinos en la Antártida", el profesor Miguel Sánchez-Peña, un general retirado de la Fuerza Aérea que participó en las campañas científicas de la Antártida, describió la tecnología desarrollada y las investigaciones que se llevaron a cabo en los últimos confines al sur del globo.

El IIAE trabajó en el diseño de cohetes sonda para estudios atmosféricos. La primera campaña científica se realizó en la isla volcánica de Larsen, en la base de Matienzo, que se fundó en 1961. En 1965, arribó el equipo de la Fuerza Aérea por avión y en un barco rompehielos, junto con los cohetes. Se lanzaron tres cohetes Centauro y dos globos de polietileno para realizar mediciones en la atmósfera. De manera simultá-



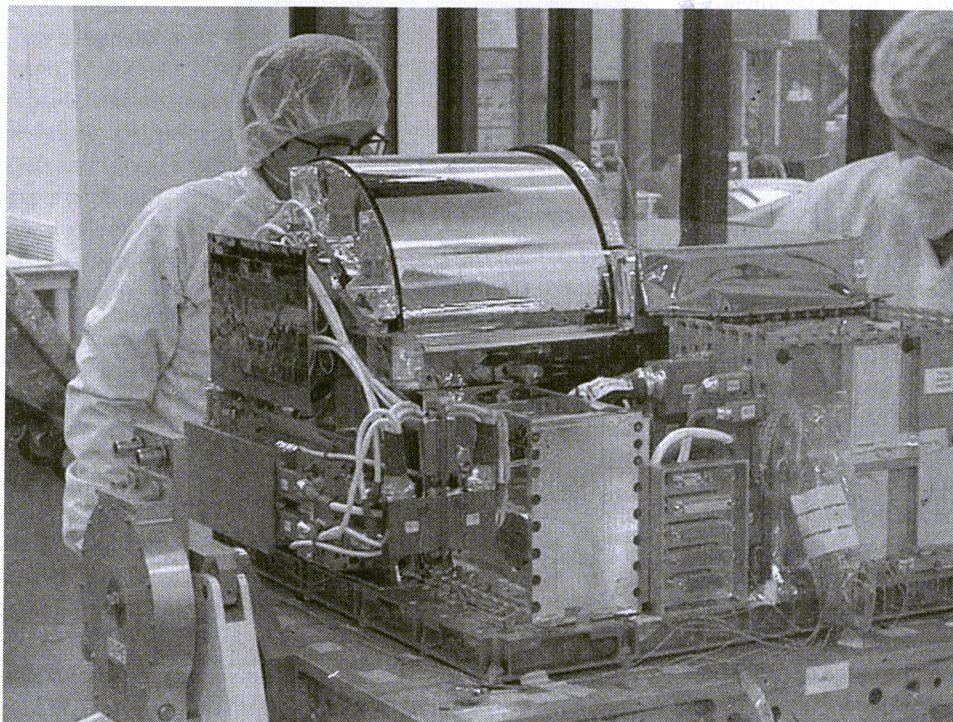
El cohete Orión fue uno de una serie de cohetes suborbitales de sondeo desarrollados por la Fuerza Aérea argentina para realizar experimentos científicos desde las bases de lanzamiento de la Antártida.

nea, se lanzaron tres cohetes Gamma desde desde el Centro Chemical de Experimentación y Lanzamiento de Proyectiles Autopropulsados, en la provincia de La Rioja, a 3.900 kilómetros de Matienzo, para comparar la información.

La base del Chamental también se usó en la década de los ochenta para realizar estudios de la atmósfera con cohetes sonda, en el Hemisferio Sur. La Red Interamericana de Cohetes Experimentales Meteorológicos, el programa EXAMATNET, involucró instituciones científicas de Argentina y Brasil, y de la NASA. Y la base Marambio en la Antártida se usó para efectuar estudios del ozono atmosférico, de 1980 a 1982.

Desde la base Marambio en la Antártida, que se inauguró en 1969, se lanzaron dos cohetes Castor argentinos en 1975, con una carga de equipo científico desarrollada por el Instituto Max Planck de Alemania. Se lanzó a la atmósfera una carga de prueba con una mezcla química especial para formar una nube ionizada. La nube produjo un chorro de electrones que alcanzó un punto de conjunción en el Hemisferio Norte, y se observó desde observatorios terrestres en Argentina y desde un avión de la NASA que voló al este de Nueva York. El objetivo era estudiar los campos eléctricos y magnéticos a diferentes altitudes, encontrar puntos neutrales, y recopilar perfiles de temperatura y electrones.

Como Brasil, Argentina creó las instituciones educativas y la infraestructura de investigación y desarrollo para establecer su propia capacidad de lanzamiento espacial. En 1958, la Fábrica Militar de Aviones comenzó a desarrollar cohetes de combustible sólido y a construir una serie de vehículos de lanzamiento, incluyendo la serie Centauro, con sus versiones



Brasil hace uso de sus décadas de experiencia en la tecnología de sensores remotos, para facilitar el sensor de humedad del instrumento brasileño a bordo del satélite Aqua de la NASA.

alfa, beta y gamma, y los cohetes Orión, los Canopus, y los de dos etapas, Rigel y Castor.

Para 1979, el IIEA, ubicado a las afueras de Córdoba, tenía instalaciones de investigación que cubrían un amplio abanico de tecnologías necesarias para el desarrollo de vehículos de lanzamiento, incluyendo aquellas para desarrollar nuevos propulsores y combustibles sólidos, realizar investigaciones en aerodinámica usando túneles de viento, llevar a cabo pruebas estructurales en equipo espacial y desarrollar sistemas de cómputo, navegación y control, metalurgia y propiedades de materiales.

En tanto las naciones de Iberoamérica entrenaban a sus cuadros de científicos e ingenieros, y empezaban a desarrollar sus programas espaciales nacionales, estuvieron listas para aprovechar las aplicaciones prácticas de la tecnología espacial que los cohetes y los satélites estaban haciendo disponibles.

Las aplicaciones terrestres del espacio

Brasil, que tiene un territorio mayor que el de los Estados Unidos, se extiende desde los 3 grados norte hasta 34 grados al sur del ecuador. Desde el comienzo de la era espacial fue claro que Brasil sería uno de los países que se beneficiarían de la capacidad de estudiar y supervisar su línea costera, territorio y medio ambiente desde el espacio. En 1966, se instaló la primera estación terrestre brasileña que recibió imágenes meteorológicas desde satélites.

En 1971, el presidente Emilio Garrastoyu Medici creó la Comisión Brasileña de Actividades Espaciales, para que lo

asesorara en la planificación de las prioridades nacionales en la esfera del espacio. Ese mismo año, empezó a desarrollarse una capacidad de sondeo remoto de clase mundial, con el establecimiento del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o INPE.

En 1973, Brasil se convirtió en el tercer país del mundo (después de los Estados Unidos y Canadá) en tener una estación terrestre para recibir imágenes de sondeo remoto desde satélites Landsat de la NASA. Los brasileños fueron a los Estados Unidos a recibir capacitación para interpretar y procesar la información de los Landsat, y, por medio de sus instalaciones de laboratorio en São José dos Campos, el INPE procesó información de imágenes de sondeo remoto para Uruguay, Chile, Perú y Colombia.

Desde 1971, el INPE ha ofrecido un programa de maestría en ciencia espacial, que en 1997 se amplió para incluir un programa de doctorado. Desde el principio, se mandaba a 50 estudiantes prometedores al año a los Estados Unidos y Europa a familiarizarse con las tecnologías de sondeo remoto más avanzadas. Al mismo tiempo, expertos estadounidenses viajaron al Brasil para ayudar a formular la política espacial.

Muy pronto, las autoridades brasileñas se dieron cuenta de que se necesitaba una política general de largo plazo para canalizar la inversión en la tecnología espacial, y, en 1980, se aprobó la Misión Espacial Completa Brasileña. Los tres objetivos del programa eran desarrollar: a) satélites nacionales; b) un vehículo de lanzamiento, el VLS, para poner satélites en la baja órbita Terrestre; y, c) un centro de lanzamiento

en Alcântara. El programa, de 1.000 millones de dólares, aspiraba a alcanzar la autosuficiencia en tecnología espacial, de forma parecida al objetivo en la energía nuclear, y se calculaba que requeriría un equipo de 1.000 científicos e ingenieros brasileños.

Se le añadieron nuevas instalaciones al INPE, incluyendo un Centro de Pronóstico y Estudio del Clima, que ofrece cinco predicciones climatológicas diarias y es el único centro de su clase en el Hemisferio Sur. El Laboratorio de Integración de Pruebas también es una instalación única, donde pueden ensamblarse y probarse pequeños satélites nacionales, y también tiene espacio para probar grandes satélites comerciales extranjeros de comunicaciones.

La Misión Espacial Completa autorizó específicamente el desarrollo de cuatro satélites brasileños. Un par de ellos eran de la serie Satélite de Coleta de Datos, o SCD, el primero de los cuales se puso en órbita en un cohete estadounidense Pegasus, en 1993. Fue el primer satélite "casero" de Brasil, y costó 14 millones de dólares. El segundo satélite SCD se lanzó en 1998. El propósito de los satélites SCD es funcionar como retransmisores de la información recabada desde plataformas, como boyas marinas e instrumentos de medición atmosférica. Esta red comprende información de más de 250 plataformas automatizadas de recopilación de información en Brasil y en países vecinos, la mayor parte de las cuales las instaló la Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esta información se usa para observar ocho cuencas hidrográficas, permitiendo la gestión de recursos acuáticos, los pronósticos y las alertas sobre inundaciones.

La información recabada se transmite a satélites, y de ahí se retransmite a estaciones terrestres que procesan la información. Ésta llega al usuario en menos de 30 minutos desde que el satélite pasa sobre la estación, y también está disponible en la internet.

El segundo par de satélites, los SSR 1 y 2, brindarán una cobertura de sondeo remoto completa del Brasil cada cuatro días, facilitando información necesaria para observar recursos naturales, como quemas y talas en el Amazonas, y desastres, como inundaciones en el sur del Brasil. Los Landsat pueden ofrecer dichas imágenes sólo cada dieciséis días, y el satélite SPOT europeo, cada veintiséis.

El costo de la constelación de cuatro satélites de sondeo remoto es de 280 millones de dólares, un 80 por ciento del cual se gasta dentro del Brasil.

Puesto que el Amazonas cubre una superficie de 5 millones de kilómetros cuadrados —mayor que la de Europa Occidental—, sólo puede observarse desde el aire o el espacio. Brasil está metida en un proyecto con múltiples facetas para observar el Amazonas, con una variedad de propósitos, incluyendo la vigilancia de las actividades ilegales del narcotráfico. En 1974, Brasil empezó a vigilar la deforestación del Amazonas usando imágenes del landsat. Ahora trabaja en el Proyecto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia

(PRODES), que inició en 1988. El PRODES es el mayor proyecto de vigilancia forestal del mundo, y forma parte del Sistema de Vigilancia del Amazonas/Protección del Amazonas, de 1.400 millones de dólares, que desarrolla el INPE. Se ha propuesto ampliar el PRODES para que cubra las selvas tropicales de la Panamazonia y extender la cooperación internacional, lo que para cada nación sólo representaría un 10 por ciento del costo de hacer las observaciones por su cuenta. La propia Amazonia cubre parte de Guyana, Suriname, la Guyana Francesa, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, además de Brasil.

Al tiempo que Brasil progresaba en el diseño, construcción y prueba de sus propios satélites de sondeo remoto, también desarrollaba una serie de satélites pequeños para probar tecnologías espaciales con varias aplicaciones. El satélite SACI-1, con un peso de sólo 60 kilogramos, se lanzó en octubre de 1999. La nave de 4,6 millones de dólares se diseñó para probar tecnologías de antenas, baterías, energía y sistemas de cómputo en el espacio. Por desgracia, el INPE no pudo hacer contacto con el satélite después del lanzamiento.

El SACI-2 era un satélite meteorológico que se lanzó dos meses después, en el cohete brasileño VLS. Pero la segunda etapa del lanzacohetes falló y tuvo que destruirse el satélite. Sin embargo, estos esfuerzos demostraron que Brasil era completamente capaz de construir sus propios satélites, una capacidad fundamental para el desarrollo espacial futuro de toda Iberoamérica.

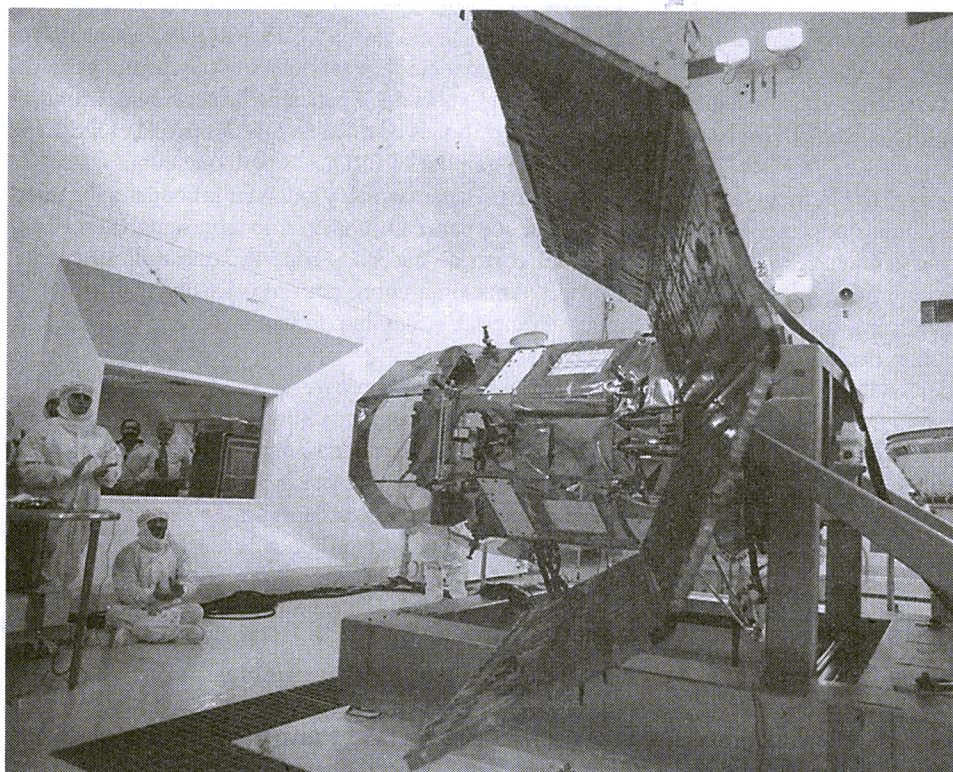
Brasil sigue jugando un papel destacado en el desarrollo de tecnología de satélites de sondeo remoto. Contribuirá con el Sensor de Humedad para el Experimento de Brasil, que volará en el satélite de observación terrestre Aqua de la NASA. Este es un radiómetro de microondas pasivo diseñado para ofrecer perfiles de la humedad atmosférica y detectar precipitaciones debajo de las nubes. En los trópicos, las variaciones en la humedad vertical son una influencia mayor en la formación de nubes y en las precipitaciones, que la temperatura. Matra Marconi Space está desarrollando el instrumento, bajo contrato del INPE.

Aqua servirá para realizar estudios multidisciplinarios de los procesos interrelacionados de la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre. Otros instrumentos a bordo ofrecerán información sobre la concentración de hielo en el mar y la temperatura, capas de nieve y humedad del suelo. El lanzamiento se haría a fines de 2002.

Argentina en el espacio

Como Brasil, Argentina reconoció que la primera aplicación de la tecnología espacial de importancia económica sería la capacidad de ver la Tierra desde el espacio. En los setenta, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales equipó al Centro Espacial Vicente López con tecnología para procesar información del Landsat.

Pero, a diferencia de Brasil, que en 1980 decidió formular



Argentina ha desarrollado y construido una serie de satélites con aplicaciones científicas, que se han lanzado por medio de acuerdos de cooperación con los Estados Unidos. El SAC-C durante una prueba de sus antenas en el Centro Espacial Teófilo Tabanera, mismo que se lanzó en 2000 y se utiliza como sensor remoto.

y llevar a la práctica un plan amplio y de largo plazo para el desarrollo espacial, Argentina no lo hizo por otra década. Aun así, en 1989, los presidentes de ambas naciones firmaron la Declaración Conjunta Brasil Argentina sobre Cooperación Bilateral en los Usos Pacíficos del Espacio Exterior, y dos años después, el gobierno argentino creó la CONAE, Comisión Nacional de Actividades Espaciales. En 1994, la CONAE promulgó el Programa Espacial Nacional, *Argentina en el espacio 1995–2006*. Se revisa cada dos años y tiene un horizonte permanente de una década.

El primer satélite construido en Argentina se diseñó aun antes de este programa a diez años. Fue el primero de una serie de satélites SAC (Satélite de Aplicaciones Científicas) construidos por el INVAP, que también produce pequeños reactores nucleares en Argentina. En 1990, Argentina le propuso a la NASA realizar tareas espaciales conjuntas. En noviembre de ese año, el presidente Bush y su asesor sobre ciencia, el doctor Alan Bromley, visitaron Argentina, y se acordó desarrollar un satélite solar de rayos X con el Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA. En agosto de 1991, el vicepresidente estadounidense Quayle y el presidente argentino Carlos Menem firmaron un acuerdo para crear un marco de cooperación sobre ciencias terrestres y del espacio con la NASA, y se formalizó la misión SAC-B. Esta fue la primera misión conjunta para un vuelo de la NASA y un país de Iberoamérica.

Cuando el ex director de la NASA, Dan Goldin, acompañó

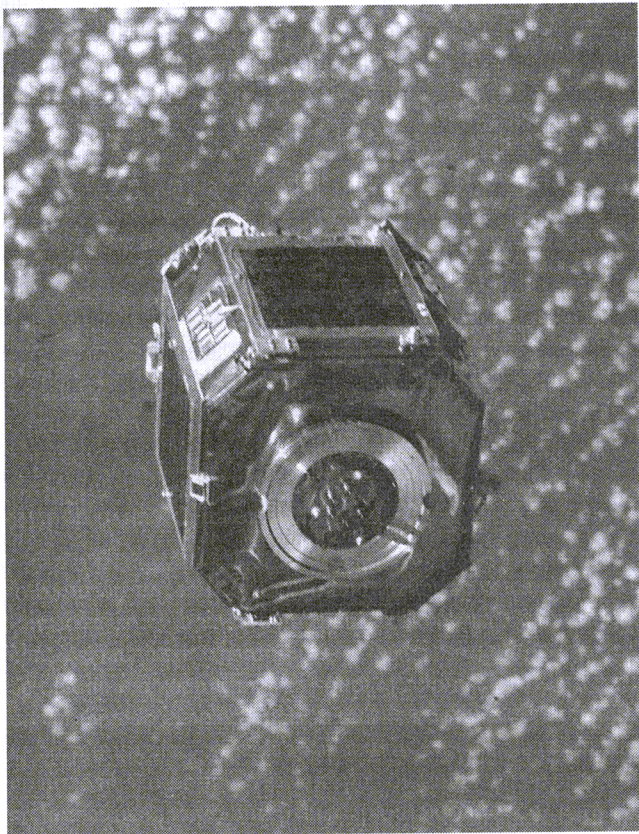
al presidente Clinton a Argentina en octubre de 1997, se firmó una carta de compromiso para el lanzamiento estadounidense de la serie de satélites argentinos SAC. El primero que se lanzó fue el SAC-B —diseñado para estudiar fenómenos astrofísicos—, en noviembre de 1996, pero se perdió en el lanzamiento. El SAC-A se lanzó desde el transbordador espacial en la misión STS-88 en 1998. Recabó más de 600 imágenes de la Tierra, y operó por siete meses. El satélite puso a prueba paneles solares que había diseñado la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina, y también recopiló información geomagnética.

El SAC-C se lanzó en junio de 2000 en un cohete Delta estadounidense, y es la contribución de Argentina al proyecto Misión Planeta Tierra. El SAC-C será parte de la constelación de satélites Morningstar, que también incluye al Landsat 7, al Earth Observing Satellite-1 y al satélite Terra.

Pero, por supuesto, Brasil y Argentina no fueron los únicos países de Iberoamérica interesados en unirse a la era espacial.

Perú, tierra natal de Pedro Paulet

Las contribuciones de Perú se remontan a los experimentos y diseños de Pedro Paulet, a fines del siglo 19. Desde temprano, Perú reconoció su “posición privilegiada” respecto al ecuador geomagnético, y se creó el Sistema de la Universidad Peruana para explotar su posición geográfica. Perú también contribuyó a la primera misión Apolo a la Luna, con

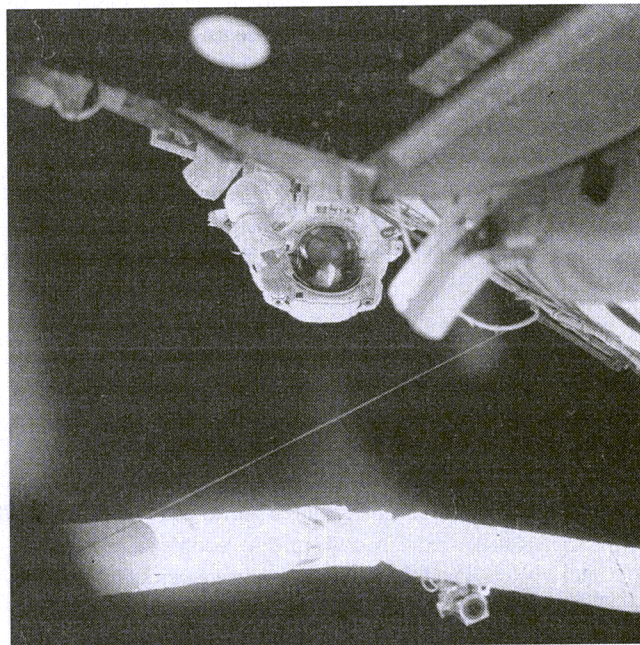


El SAC-A, momentos después de ser liberado desde el transbordador espacial Endeavour, en diciembre de 1998. Durante 7 meses el satélite tomó fotografías de la Tierra y probó nuevas tecnologías para generaciones futuras de satélites argentinos.

observaciones y mediciones de la consistencia del suelo lunar desde el Radio Observatorio Jicamarca, cerca de Lima.

En 1972, en el Cuarto Simposio Internacional de la "Aeronomía Ecuatorial", que tuvo lugar en Nigeria, se hizo la recomendación al gobierno peruano de que estableciera una base científica de lanzamiento de cohetes para recopilar información ionosférica, y complementar la obtenida en el Observatorio Huayao de Perú, que se encuentra a sólo 3,5 kilómetros del ecuador magnético. Las autoridades peruanas aceptaron la recomendación y procedieron a construir la base de lanzamiento de Punta Lobos, a 70 kilómetros al sur de Lima, en el mismo meridiano magnético que el Observatorio Jicamarca, que está a 12 grados al sur, a sólo un grado del ecuador magnético.

En mayo de 1974, se realizó el primer lanzamiento de un cohete para estudiar las perturbaciones en la ionosfera sobre el ecuador magnético. El 11 de junio del mismo año, el gobierno peruano creó la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aero-espacial (CONIDA), como la agencia espacial del Perú.



El astronauta peruano Carlos Noriega saluda a los miembros de la tripulación a bordo del transbordador espacial Endeavour, durante una caminata espacial en diciembre de 2000. El astronauta argentino de la NASA, Fernando Caldeiro, ha trabajado en el Centro Espacial Kennedy desde 1991, y lo seleccionaron como astronauta candidato en 1996; ahora espera realizar su primer vuelo.

Se estableció el Centro de Procesamiento de Sistemas e Información para procesar imágenes de sensores remotos. Perú ha emprendido estudios sobre la recesión de los glaciares y la elaboración de mapas costeros.

La CONIDA realiza investigaciones y desarrollo en el área de la tecnología de cohetes y tiene planes para desarrollar, junto con otras agencias espaciales, vehículos de lanzamiento de pequeña y mediana envergadura. Ya se han programado estudios de aerodinámica y dinámica de gases para el diseño del vehículo, y la producción física de partes y el ensamblaje del cohete, en coordinación con la industria nacional.

En 1995, se creó el Centro de Estudios Espaciales para emprender un programa académico que capacite a profesionales en el uso de tecnologías del espacio. Éstas incluyen el procesamiento e interpretación de imágenes de sensores remotos en toda la gama de aplicaciones, desde la geología y la geografía, hasta áreas específicas como la pesca y la oceanografía, y la vigilancia fronteriza y de aeropuertos clandestinos. Cada año, más de 200 estudiantes reciben capacitación ahí.

Por medio de un acuerdo con la Universidad Nacional de Ingeniería, la CONIDA está elaborando un plan de estudios para una maestría en ingeniería aeronáutica. Pero el interés de Perú en la ingeniería aeroespacial no es sólo académica; el Conidasat, un minisatélite de 200 kilogramos, cuyo diseño y

construcción está a cargo por completo de la CONIDA, se encuentra en proceso de desarrollo. La misión del Condisat consistirá en observaciones diarias del Perú, ofreciendo imágenes pancromáticas mientras viaja en una órbita polar, de sur a norte. Se está diseñando el Conidasat para que sea compatible con una diversidad de vehículos de lanzamiento, incluyendo el Pegasus estadounidense y el Ariane europeo.

El objetivo del proyecto es adquirir experiencia en todas las fases del diseño, construcción, prueba e integración de satélites. Esto traerá otro miembro iberoamericano al "club" de naciones con capacidad de vuelo espacial.

Perú tiene otro vínculo importante con la exploración espacial, el peruano de nacimiento, Carlos Noriega. Noriega y su familia se mudaron a los Estados Unidos cuando él tenía cinco años de edad. Después de una carrera en la Marina, se seleccionó a Noriega como astronauta de la NASA, en diciembre de 1994. En 1997, viajó a bordo de la misión STS-84 del transbordador espacial, que se acopló a la estación espacial Mir. En la STS-97 en 2000, Noriega ejecutó 19 horas de EVAs, o caminatas espaciales, por fuera de la Estación Espacial Internacional (EEI), instalando paneles solares. Actualmente se le ha asignado el cargo de comandante de apoyo de la tripulación para la sexta Expedición a la estación espacial.

En una entrevista previa a su vuelo a la EEI, se le preguntó a Noriega sobre la importancia de la estación. "Fuimos a la Luna, y entonces no hemos ido a ninguna otra parte", dijo. "Pero en realidad no hemos desarrollado lo suficiente las tecnologías como para descubrir mejores formas de contrarrestar el efecto de la ingravidez sobre el cuerpo humano. . . Necesitamos poder viajar más allá, y, en mi mente, ese es el mayor beneficio que obtendremos".

Los planes chilenos para el espacio

En la última década, Chile ha cobrado un creciente interés por unirse a las naciones que tienen una capacidad de vuelo espacial. Chile se ha concentrado en desarrollar su propia capacidad satelital y en hacer accesibles los logros del desarrollo espacial a sus comunidades científicas y académicas. En 1994, la Fuerza Aérea chilena firmó un contrato con Surrey Satellite Technology, Ltd. de Gran Bretaña, para construir su primer microsátélite, el FASat-alpha. El objetivo del proyecto del satélite, de 50 kilogramos de peso, era crear un grupo de ingenieros con experiencia aeroespacial, e instalar y operar una Base de Control de Misiones en Santiago. FASat-alpha se lanzó en agosto de 1995, pero, para mala fortuna, la nave no logró separarse del vehículo de lanzamiento ruso y nunca entró en órbita.

FASat-Bravo, que también construyó Surrey, se lanzó en julio de 1998, y orbitó alrededor de la Tierra 14 veces al día, por tres años. Por medio de su Experimento para Supervisar la Capa de Ozono, la nave obtuvo un total de 1.273 imágenes de Chile, que se compartieron con la NASA y con varias universidades que estudian la capa de ozono.

En agosto de 2001, se fundó en Chile una agencia espacial civil. Sus planes para los próximos 10 años, son desarrollar un minisatélite de comunicaciones y, en 15 años, un satélite geoestacionario para comunicaciones internas, aprovechando la cooperación internacional.

La misión mexicana

En toda Iberoamérica, siempre ha habido interés y emoción por el espacio, en muchos grados y formas, en especial entre los jóvenes. En 1962, México tenía una sociedad espacial de aficionados que formó parte de la Federación Astronáutica Internacional. En ese año, el presidente Adolfo López Mateos firmó un decreto que establecía la Comisión Nacional del Espacio Exterior. Pero el programa mexicano de exploración espacial nunca se financió de forma adecuada y, en 1977, se canceló la Comisión. En 1988, también se deshizo una pequeña Dirección de Asuntos del Espacio.

México se sumó al consorcio internacional de comunicaciones satelitales, Intelsat, en 1968, para tener acceso al espacio para los servicios de televisión nacional y de otra índole, y en 1980, el presidente José López Portillo decidió adquirir



El físico mexicano Rodolfo Neri acompañó como especialista a un satélite de comunicaciones mexicano, a bordo del transbordador espacial Atlantis, en 1985. México necesita una agencia espacial para poder formular y realizar proyectos de investigación y experimentación, e integrarse a la agencia espacial iberoamericana para alcanzar objetivos de largo plazo.

los primeros dos satélites de comunicaciones de México. El gobierno en ese entonces calculaba que había más de 14.000 pueblitos y comunidades sin servicio telefónico. En 1985, se lanzó para México el satélite Morelos, construido por Hughes, desde el transbordador espacial.

En ese entonces (antes del accidente del Challenger), la NASA de vez en cuando mandaba especialistas junto con alguna carga o equipo específico, e invitó al gobierno mexicano a seleccionar y enviar a un astronauta para que acompañara al satélite Morelos 2 en el transbordador. Cuando se pidieron solicitudes, más de 1.500 estudiantes y profesionistas en las áreas de medicina, ingeniería, física y matemáticas se ofrecieron. Se escogió a Rodolfo Neri Vela, y el gobierno mexicano le pagó a la NASA 10 millones de dólares por el vuelo.

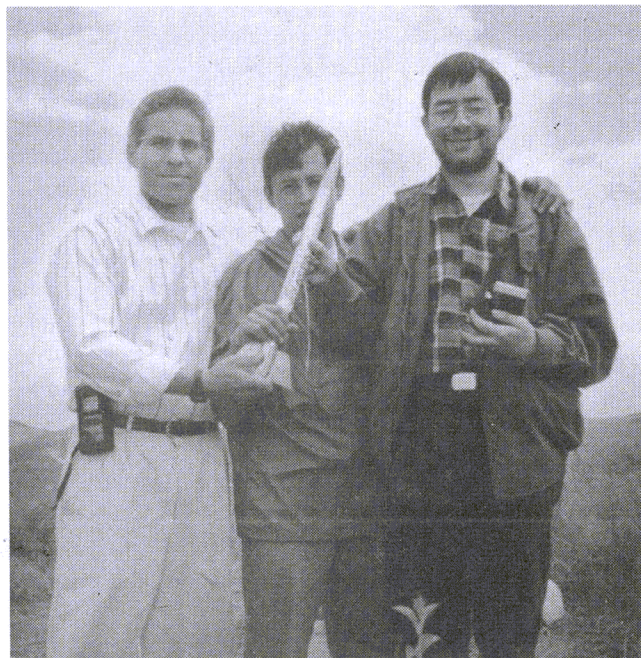
Durante su misión en el transbordador, Neri, que tenía un doctorado en física, realizó varios experimentos, incluyendo un estudio de los efectos de la microgravedad en la reproducción de la bacteria *Escherichia coli-B*, el transporte de nutrientes en las plantas, la electroconductividad en áreas específicas del cuerpo y el efecto de la ingravidez y la luz en la germinación de semillas. También tomó fotografías de México desde el espacio.

El interés en el espacio ha seguido floreciendo en las universidades de México. En 1995, se construyó un satélite de 50 kilogramos de peso desarrollado en la Universidad Autónoma de México, la UNAM, para obtener información sobre partículas volcánicas y rastros de meteoros en la atmósfera superior. El satélite se perdió en una falla de un cohete ruso. El segundo pequeño satélite de la UNAM, que pesaba sólo 17 kilogramos, se lanzó con éxito en 1966, para investigar pequeños meteoritos.

Recientemente, un alegre grupo de jóvenes y entusiastas del espacio han alentado al gobierno mexicano a restablecer una agencia espacial y a unirse a otras naciones iberoamericanas en la exploración del espacio. La Asociación Espacial Mexicana se fundó en 1990 con el vivo empeño de Jesús Raygoza. El grupo ha trabajado con escuelas mexicanas para desarrollar un plan de estudios sobre ciencia espacial, y ha trabajado en proyectos de cohetes de aficionados.

Raygoza ha presentado documentos a la Comisión de Energía del Congreso de México, donde propone la creación de instalaciones mexicanas de investigación espacial y posibles bases de lanzamiento. En 1995, la Asociación Espacial Mexicana entregó una propuesta formal al gobierno para formar una agencia espacial, y en marzo de 1998, prestó testimonio ante una audiencia de la Comisión del Congreso sobre Ciencia y Tecnología.

En una entrevista de 1999, Raygoza dijo, "Regresar a la Luna y enviar gente a Marte... no sólo son las metas teóricas de un puñado de científicos espaciales, sino una necesidad para la civilización actual si quiere garantizarse su desarrollo futuro a largo plazo". Comparó la exploración espacial con la empresa del Rey de Castilla en el siglo 15, al enviar a Colón, lo que culminó con la conquista de América.



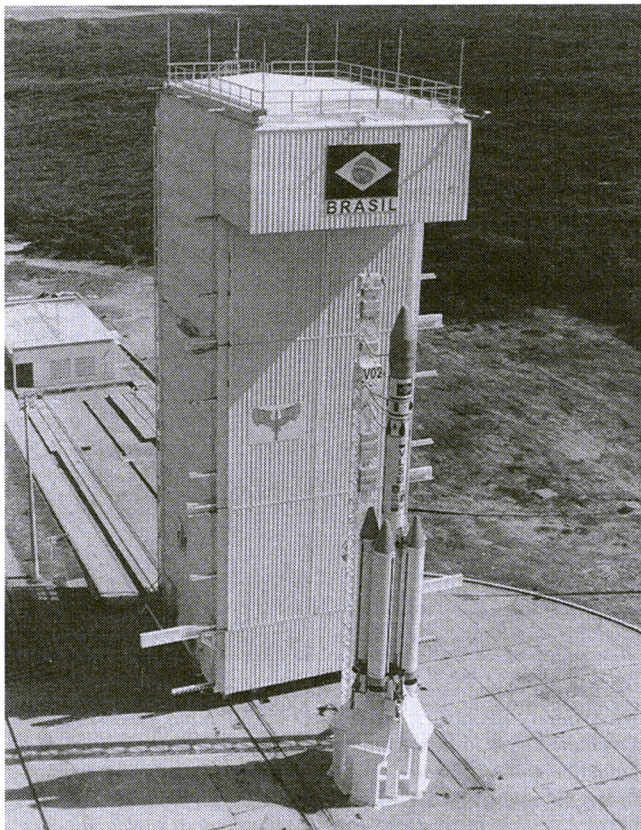
Maximiliano Londoño (izq.), presidente del Movimiento de Solidaridad Iberoamericana (MSIA) en Colombia, fundó la Asociación para la Promoción de una Agencia Aeroespacial en Colombia con estudiantes y profesores de colegios y universidades de Bogotá. Aquí, Londoño y sus colegas Carlos Orlando Parra y Edgar Espejo muestran uno de los cohetes que su sociedad espacial se dispone a lanzar.

"Nuestra civilización se deteriora", dijo Raygoza, "y si no nos desarrollamos en lo económico, a la larga, nos hundiremos". La Sociedad Espacial Mexicana continúa promoviendo esta idea, que sin duda ganaría respaldo si hubiera una agencia espacial iberoamericana.

De modo parecido, en Colombia un grupo entusiasta de estudiantes universitarios y profesores ha formado la Asociación para Promover una Agencia Aeroespacial Colombiana. Los participantes, de la Universidad Nacional, Universal District y Antonio Narino y la Universidad de San Buenaventura, han construido y lanzado cohetes de aficionados, y estudian física, química y otras ciencias que se requieren para un programa espacial.

La pelea por el derecho al espacio

Desde el momento en que Iberoamérica empezó a participar en la exploración del espacio, tanto Argentina como Brasil estuvieron desarrollando sus propios cohetes. La capacidad de lanzamiento de cohetes se ha visto, correctamente, como una cuestión de soberanía y de seguridad nacional, así como también económica. Para 1994, México, por ejemplo, había gastado 579 millones de dólares en un sistema satelital de comunicaciones en el que, en gran medida, se le pagó a empre-



El cohete VLS sobre la plataforma en el Centro de Lançamento de Alcântara en Brasil. El VLS es el único cohete originario de Iberoamérica que queda, después del éxito que tuvieron, sobre todo los EU, en acabar con el programa Cóndor de Argentina. El desarrollo ulterior de la tecnología y las pruebas del VLS debería convertirse en uno de los principales proyectos conjuntos de una Agencia Espacial Iberoamericana.

sas extranjeras para que construyesen y lanzasen sus satélites. Argentina y Brasil resolvieron desarrollar sus propias industrias espaciales.

Los programas de cohetes de Argentina y Brasil evolucionaron de sus primeras campañas con cohetes sonda. Ambos usaron los cohetes a pequeña escala como las piezas para construir vehículos de lanzamiento de varias etapas, con el objetivo de usar los cohetes de manufactura propia, desde bases de lanzamiento propias, como lo hacen los Estados Unidos, Rusia, Europa, Japón, India y China.

En los sesenta y los setenta, las Fuerzas Armadas argentinas diseñaron una serie de cohetes cada vez más capaces, y en 1982, empezó el desarrollo del Cóndor II. Este era un cohete de combustible sólido de dos etapas, diseñado para transportar una carga de 450 kilogramos y alcanzar un rango de 800 a 1.000 kilómetros.

Argentina contó con ayuda del exterior para mucha de su tecnología de cohetes nueva. Después de la Guerra de las Malvinas, emprendida contra Inglaterra en 1982, el gobierno argentino decidió que, aunque aún debía obtener ciertos com-

ponentes del exterior para el Cóndor II, debería fomentarse y aprovecharse la industria local, como igual de viable. El objetivo declarado de los militares en el programa Cóndor II era lograr poner equipo, tanto militar como civil, en la órbita terrestre, y mejorar las tecnologías de vanguardia con aplicaciones en las ramas aeroespaciales militar y civil.

El Cóndor II también fue un proyecto conjunto en el que Egipto participó en la fabricación del lanzacohetes (llamado Vector), e Iraq proveía de financiamiento para el proyecto del Oriente Medio, conocido como Badr-2000. Un consorcio, en su mayoría de empresas europeas, fabricó varias partes del proyecto Cóndor, y más de una docena de empresas estadounidenses participó de manera directa.

En honor a la verdad, la "carrera misilística" en el Oriente Medio no comenzó durante la guerra entre Irán e Iraq, sino en 1961, cuando Israel lanzó su cohete Shavit. Después de la guerra en el Oriente Medio en 1967, Francia levantó un embargo, pero los Estados Unidos ayudaron a Israel en el desarrollo de tecnología de navegación y de ojivas, y éste construyó su propio misil Jericho, y lo desplegó en 1968.

Y dale con el cuento de la 'no proliferación'

Ya desde 1972, los Estados Unidos prohibieron la exportación de tecnología de vehículos de lanzamiento al Brasil, en la esperanza de que esto acabaría con el programa lanzacohetes. A mediados de los ochenta, las potencias espaciales se movilizaron para cancelar toda transferencia de tecnología a cualquier país que se negara a detener el desarrollo de sistemas lanzacohetes.

En 1982, después de la guerra entre Irán e Iraq, el presidente Ronald Reagan firmó una Orden de Seguridad nacional para investigar formas de controlar la proliferación de misiles. En 1985, el Grupo de los 7 países más industrializados inició negociaciones, y en abril de 1987, los Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania Occidental, Italia, Canadá y Japón hicieron público el Régimen de Control de Tecnología de Misiles (RCTM, siglas en inglés), un dizque "acuerdo voluntario".

Donde sale a relucir la mentira de que la intención de este Régimen es detener la proliferación de armas, es el hecho de que su definición de "misiles", incluye vehículos espaciales de lanzamiento que se usarían con propósitos comerciales, y cohetes sonda, usados para experimentos científicos. Los países miembros están de acuerdo en no exportar, no sólo cohetes, sus instalaciones de producción y sus sistemas, sino también una amplia gama de partes, componentes y subsistemas de "uso dual", como propulsores, materiales para estructuras, equipos de pruebas, instrumentos de vuelo, etc. Al igual que el Tratado de No Proliferación Nuclear, el RCTM establece que el acuerdo "no se ideó para impedir los programas espaciales nacionales o la colaboración internacional en dichos programas", pero después admite que "la tecnología para un vehículo de lanzamiento espacial es casi idéntica a la utilizada en un misil"; prohibiendo la transferencia tecnológica

para todo programa de cohetes.

Así como las potencias nucleares insistían en que los países iberoamericanos querían desarrollar armas nucleares, ahora pueden decir que sus cohetes son el sistema para lanzar "armas de gran poder destructivo".

Al prohibir la exportación de tecnología, el RCTM arruinó los programas espaciales de lanzamiento de Iberoamérica. En su calidad de "acuerdo", que no tratado, el RCTM no impone sanciones a los países que exportan tecnología de misiles y violan el Régimen. Pero las protestas de los Estados Unidos y la presión de otros países miembros llevaron a que Italia le retirara su apoyo al programa Cóndor de Argentina, y en 1989, Francia finalmente capituló y canceló su oferta de enviar expertos y tecnología de su combustible líquido para cohetes Viking al Brasil.

Los Estados Unidos sí aplicaron sanciones de manera unilateral contra países de Iberoamérica, como también lo han hecho contra las empresas espaciales de Rusia por su cooperación con Irán, y contra Pakistán, por recibir asistencia de China. Estas sanciones, y la presión mayor del RCTM, sirvieron para bajarle el ritmo al proyecto de lanzamiento del VLS en Brasil, y acabó con el proyecto Cóndor II en Argentina.

Se suspendió Cóndor, pero Brasil resiste

En abril de 1990, el ministro de Defensa de Argentina, Humberto Romero, dijo que el programa Cóndor se había suspendido y congelado". Dijo que, aunque el cohete Cóndor se ideó como un lanzador de satélites, un asalto político internacional lo "paralizó", en el sentido de que había de tomarse la determinación política de detenerlo. Además, añadió, Argentina no tiene los recursos necesarios para continuar. El Fondo Monetario Internacional le prometió al país, que está hasta el cuello de deudas, nuevos préstamos si abandonaba su programa de misiles.

La Gran Bretaña tenía la "preocupación" de que Cóndor II le permitiría a Argentina atacar las Malvinas. A Israel le preocupaba que los vínculos egipcios e iraquíes con el proyecto amenazarán con propagar la tecnología de misiles por todo el Oriente Medio, aunque sólo el propio Israel tenga tales capacidades. Al mismo tiempo que la presión política escalaba, la situación financiera llegaba a un punto de ruptura, y el ministro de Relaciones Exteriores de Argentina, Domingo Cavallo, le aseguró a los Estados Unidos que su país eliminaría el programa Cóndor. A cambio, esperaba recibir la ayuda de los Estados Unidos con el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial y negociaciones con la banca privada. Qué tanto éxito tuvo entonces Cavallo, o más recientemente, cuando regresó por más como ministro de Hacienda, está ahora a la vista en la actual bancarrota de Argentina.

En 1991, Argentina se integró al Régimen de Control de Tecnología de Misiles (RCTM), y en abril de 1992, cedió ante la enorme presión y entregó la mayoría de los componentes del programa Cóndor para que fuesen destruidos. En 1991, se creó la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, la



A Domingo Cavallo, el hombre del Fondo Monetario Internacional en Argentina, lo botaron del gobierno en diciembre de 2001, después del incumplimiento de la deuda de esa nación, gracias a las políticas que promovió como ministro de Finanzas. En su papel de ministro de Relaciones Exteriores a principios de los noventa, Cavallo arrojó el programa argentino Cóndor al deshuesadero, a cambio de la promesa de que las instituciones financieras internacionales "ayudarían" a la Argentina.

CONAE, para abrir la puerta a una creciente cooperación con la NASA en los Estados Unidos.

Brasil se negó a ceder ante la presión, aun cuando en 1992 la Fuerza Aérea brasileña anunció que, como resultado de las sanciones, el programa VLS estaba atrasándose bastante. Como no tuvo acceso a los componentes combustibles, a la tecnología de navegación inercial, de reingreso y de otro tipo, que se necesitan para seguir desarrollando el VLS, Brasil se vio obligado a fomentar su investigación interna y sus industrias, o abandonar el proyecto.

De nuevo, como en el caso de la energía nuclear, si el objetivo era de veras evitar que las tecnologías de cohetes maduraran en Iberoamérica, la política de sanciones fracasó. Sólo obligó a las naciones a desarrollar internamente estas industrias, aunque a un ritmo menor sin la ayuda internacional. El supuesto de que el bloqueo tecnológico acabaría con el programa de cohetes de Brasil fue estúpido desde el comienzo. Un artículo publicado en la edición de octubre-noviembre de 1997 de la revista *Air & Space*, le recuerda a la mafia de la "no proliferación" que el cuento de que el VLS no tendría éxito "sin un Von Braun", es decir, sin un extranjero, es un "mito".

Pero, dice el artículo, el programa espacial brasileño tiene sus propios padres, incluyendo a Jayme Boscov, quien trabajó

en Francia en el Concorde y regresó a Brasil para iniciar el programa que creó al Sonda y al VLS; y a João Verdi y Carvalho Leite, que fue presidente de Avibras.

Para mostrar sus intenciones, en 1994, el gobierno de Brasil creó la Agência Espacial Brasileira (AEB), que dijo se guiaría por los lineamientos del RCTM. Los "expertos" en proliferación incluso admitieron que Brasil había probado a cabalidad "que nunca hubo un misil".

En 1994, los Estados Unidos accedieron a unirse a una campaña para lanzar 30 cohetes sonda desde el Centro de Lançamento de Alcântara, como el señuelo para convencer al Brasil de que se uniera de manera formal al RCTM. En octubre de 1995, el Senado brasileño aprobó una ley que impone controles a las exportaciones de materiales y equipo de lanzamiento, y seis días después, los estados miembros del RCTM votaron para aceptar a Brasil, con la condición de que abandonara sus proyectos de misiles. Antes de 1987, a ningún país que no fuera un estado sin misiles se le permitía unirse al RCTM sin que accediera a destruir su programa de cohetes.

Pero Brasil no aceptaría semejante cosa. A la larga, el gobierno de Clinton aceptó la promesa de Brasil de que no desarrollaría el VLS como un misil, perdiendo la batalla con esta nación sobre su desarrollo como vehículo comercial de lanzamiento. Los Estados Unidos tuvieron que tragarse sus regulaciones, y admitieron a Brasil en el RCTM como la única nación que no había probado un cohete antes de 1987, pero que no tuvo que destruir físicamente su programa.

El primer vuelo de prueba del VLS tuvo lugar en noviembre de 1997, pero uno de sus cuatro motores falló, y se destruyó el cohete. El segundo vuelo de prueba, en diciembre de 1999, que llevaba un satélite SACI-2, de 6 millones de dólares, se destruyó a causa de una segunda falla de lanzamiento. Esto no es nada fuera de lo común al iniciar un programa de pruebas de cohetes.

Desde que promulgó su Misión Espacial Completa Brasileña en 1980, Brasil ha planeado terminar el desarrollo de un lanzacohetes espacial comercial, para hacerse autosuficiente en enviar naves a la órbita de la Tierra. Aunque se ha retrasado ese esfuerzo, sigue en marcha. La tercera prueba de un vehículo VLS se programó para octubre de 2002, y se espera una cuarta prueba.

Hace poco, una delegación brasileña, encabezada por el presidente Fernando Henrique Cardoso, visitó Rusia, y se esperaba que una delegación rusa visitara Brasil en el verano de 2002. Las discusiones incluirían el desarrollo de tecnología de propulsión con combustible líquido para la próxima generación de lanzacohetes brasileños, después del programa de pruebas del VLS. Tales etapas superiores de alta energía aumentarán la capacidad de carga del lanzacohetes de Brasil.

El tercer objetivo de la Misión Espacial Completa es desarrollar la capacidad de enviar satélites hechos en Brasil, en cohetes brasileños, desde una base de lanzamiento brasileña. Pero aquí, como en las otras áreas, se ha emprendido un ataque frontal desde los Estados Unidos.

Una base de lanzamiento iberoamericana

El 16 de octubre de 2001, el *Washington Post* informó de una declaración del presidente de la Agência Espacial Brasileira, Luis Gilvan Meira Filho, quien dijo, "No queremos quedarnos atrapados para siempre en el mundo en vías de desarrollo. Nuestra vía de salida se pavimentará con ciencia y tecnología. De eso se trata Alcântara".

En los setenta, la Fuerza Aérea brasileña construyó un centro de lanzamiento de cohetes en Alcântara, la capital del estado de Maranhão, en un terreno que abarca más de cinco veces el área de la base de lanzamiento de la Agencia Espacial Europea en Kourou, Guyana Francesa. Las instalaciones, de 230 millones de dólares, se usaron para experimentos con cohetes sonda suborbitales.

En 1980, el plan era ampliar Alcântara para alojar los lanzamientos de los VLS de Brasil y los lanzamientos comerciales de cohetes y satélites de otras naciones. Aunque las dificultades financieras retrasaron el progreso, en 2000, el general (r.) de la Fuerza Aérea, Arquímedes de Castro Faria Filho, director de programas del Ministerio de Ciencia y Tecnología, dijo en un simposio en Washington que, entre 1984-1990, se construyó el nuevo Centro de Lançamento de Alcântara, con un costo de 300 millones de dólares.

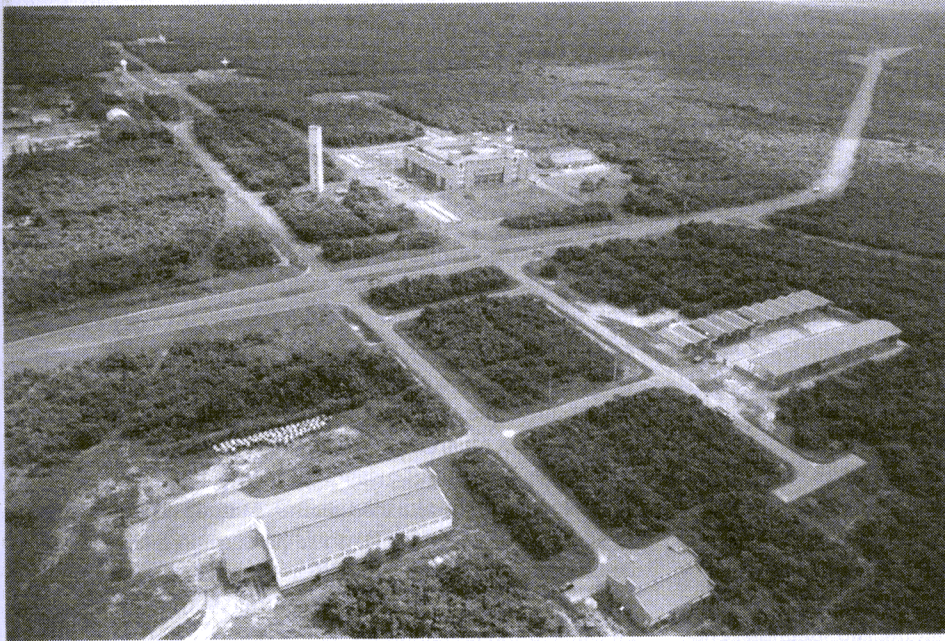
Infraero, la operadora aeroportuaria del estado, es la responsable de desarrollar comercialmente a Alcântara. En 1999, se calculaba que a los clientes extranjeros se les cobrarían unos 2 millones de dólares por lanzamiento al usar las instalaciones. En ese momento, Fiat/Avio de Italia había firmado un acuerdo de colaboración para invertir 70 millones de dólares en mejoras, como parte de un consorcio, usando los cohetes Tsyklon ucranianos de Alcântara. También, Lockheed-Martin sostuvo pláticas con Brasil para lanzar desde ahí su nuevo cohete Athena-3.

Más recientemente, *Space News* informó el 8 de octubre de 2001, que la Fuerza Aérea de los Estados Unidos planea lanzar desde Alcântara un satélite experimental a bordo de un impulsor Pegasus lanzado desde el aire, en 2003.

Más presión estadounidense

Pero los Estados Unidos han decidido que, no obstante el reconocimiento de que el VLS se desarrolla como un cohete comercial, y el hecho de que Brasil es uno de los firmantes del RCTM, harán todo lo que esté a su alcance para evitar que Brasil logre una capacidad de lanzamiento de cohetes independiente. El 18 de abril de 2000, se firmó un Acuerdo de Salvaguardas Tecnológicas, requerido bajo el RCTM, entre Brasil y los Estados Unidos, que pretende permitir el lanzamiento de cohetes comerciales estadounidenses desde Alcântara. Cualquier satélite que tenga aunque sea sólo un componente fabricado en los Estados Unidos, está sujeto a la aprobación de exportación de los Estados Unidos para su lanzamiento.

El 31 de agosto de 2001, se envió un documento explicando el Acuerdo a los diputados y senadores de Brasil. El 9 de



El gobierno brasileño ha invertido más de 300 millones de dólares para construir las instalaciones del complejo Alcântara en el noreste de Brasil, para el lanzamiento de cohetes de gran envergadura. Ya que los Estados Unidos han hecho todo lo posible para evitar que esta capacidad espacial independiente llegue a ser funcional en Iberoamérica, el gobierno brasileño trabaja con otras naciones, como Ucrania, para iniciar el lanzamiento comercial de cohetes desde esta base.

septiembre de 2001, el diputado brasileño Waldir Pires dijo en un informe al Consejo de Relaciones Exteriores y Seguridad Nacional, que el Acuerdo de Salvaguardas debía rechazarse porque “desprecia la soberanía nacional”. Otras voces en la legislatura brasileña también exigen que se rechace el Acuerdo. ¿Por qué?

El Acuerdo establece áreas restringidas en las instalaciones, de acceso exclusivo para el personal aprobado por los Estados Unidos, durante el ensamble y lanzamiento de equipo espacial o vehículos estadounidenses. El Acuerdo prohíbe que los oficiales de aduanas inspeccionen contenedores cerrados con equipo estadounidense que entren por Alcântara. Y peor aún, el Acuerdo estipula que ¡Brasil no puede usar los ingresos que perciba por concepto de lanzamientos comerciales para el desarrollo del VLS! La misma cantaleta con la mentira acostumbrada de que los regímenes con control de exportaciones no impiden el desarrollo de tecnología civil.

Según el Departamento de Estado de los Estados Unidos, esta restricción es exclusiva del Acuerdo con Brasil, porque los Estados Unidos no quieren que haya ningún apoyo para “nuevos sistemas de misiles”. El Departamento reconoce que la política estadounidense “va más allá de la esfera del RCTM”, y admite que no cree que “otros países estén de acuerdo con los Estados Unidos” en cuanto a estas restricciones. El Departamento de Estado reconoce que esto es un “tema político delicado para Brasil”, pero confía en que el Senado brasileño aprobará el Acuerdo de Salvaguardas. Aunque eso está por verse.

Brasil también considera otras opciones. El 18 de noviembre de 1999, las agencias espaciales de Brasil y de Ucrania firmaron un acuerdo en Kiev para la cooperación en las áreas del espacio, incluyendo el lanzamiento de cohetes ucranianos,

como el Tsyklon, desde Alcântara. Una delegación ucraniana visitaría Alcântara en la primavera de 2002, según dijera el director de la Agência Espacial Brasileira, Mucio Dias, para determinar las modificaciones que se requieren en las instalaciones existentes, y el costo que representaría, para poder lanzar cohetes ucranianos Tsyklon. Se calcula que el proyecto costará entre 150 y 200 millones de dólares. Ambas naciones firmaron ya un acuerdo de salvaguardas tecnológicas.

Casi tan pronto como empezó a operar el Régimen de Control de Tecnología de Misiles (RCTM) en 1987, Brasil se dio cuenta de que tendría que ampliar su ámbito de cooperación internacional en la tecnología espacial para poder avanzar. En julio de 1988, el presidente brasileño José Sarney visitó China. Ambos gobiernos firmaron un acuerdo para desarrollar dos satélites avanzados de sondeo. Brasil construiría los satélites y China brindaría parte de la tecnología y el lanzamiento en un cohete Long March. Al inicio del programa, el INPE dejó en claro que Brasil pretende aprovechar la cooperación con China “para romper con el prejuicio de los países desarrollados contra la transferencia de tecnología avanzada”.

En 1993, se firmó el contrato para la fabricación y lanzamiento de dos satélites de sondeo remoto China-Brasil, CBERS. Ese año, el presidente Jiang Zemin visitó al INPE durante una gira por Brasil, y observó de primera mano la construcción de satélites y las capacidades de pruebas del Brasil. En 1995, el presidente Fernando Henrique Cardoso visitó China, y ambas partes decidieron ampliar el programa CBERS, sumándole la construcción de un tercer y un cuarto satélite, y un satélite más de transición entre cada par.

El CBERS-1 se lanzó el 14 de octubre de 1999, y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil logró captar su primera

imagen 15 días más tarde; una región selvática en el estado de Amazonas, en el noroeste de Brasil. El CBERS-1 es un satélite de 1.360 kilogramos de peso, operado desde el Centro de Control Satelital Xi'an en China. A bordo del CBERS-1 viaja un Receptor de Imágenes de Espectro Amplio para capturar información en luz visible y en la región infrarroja del espectro electromagnético, una Cámara CCD de Alta Resolución y un Barredor Multiespectral Infrarrojo. Tanto China como Brasil son naciones con un gran territorio, con amplias regiones deshabitadas, difíciles de alcanzar. La información del satélite se usará en los campos forestal, agrícola, de la geología y de la hidrología. Brasil espera competir con los sistemas de sensores remotos estadounidenses y franceses en el mercado de la captura de imágenes.

El segundo satélite CBERS estuvo programado para su lanzamiento desde China en el verano de 2002.

En septiembre de 2000, el ministro de Relaciones Exteriores de China, Tang Jiaxuan, visitó Brasil, y firmó un acuerdo para el "Proyecto Satélite Sinobrasileño de Recursos Terrestres". Esto amplió la cooperación bilateral y esbozó los términos del costo compartido de los dos satélites de segunda generación. En ese momento, el ministro brasileño de Ciencia y Tecnología, Ronaldo Sardenberg, dijo que la "futura cooperación bilateral en tecnología podrá extenderse a áreas como la biología, la informática, la ingeniería genética humana y la agricultura".

A principios de 2002, Brasil firmó un acuerdo de cooperación espacial con la India, el país más afín a él, en su objetivo de lograr la autosuficiencia y en el nivel de su tecnología espacial. El 1 de marzo, el doctor K. Kasturirangan, director de la Organización de Investigación Espacial de la India, y el doctor Múcio Dias, presidente de la Agência Espacial Brasileira, firmaron un extenso Memorandum de Compromiso en Bangalore, India, para la cooperación espacial. El Memorandum incluye programas de tecnología satelital, organización de programas, y entrenamiento e intercambio de personal técnico y científico para trabajar juntos en asuntos específicos.

En la ceremonia de firma del acuerdo, el ministro de Estado para el Espacio de la India, Vadundhara Raje, dijo que, aunque "India y Brasil se encuentran en continentes diferentes del globo, compartimos muchas cosas en común. Ambos somos países grandes, dotados con ricos recursos naturales. La herencia cultural que ambos tenemos es rica y diversa. . . Significativamente, nuestros países son naciones en vías de desarrollo que se esfuerzan por acelerar los motores de su crecimiento económico por medio del uso sensato de la ciencia y la tecnología". El centro de la cooperación serán las aplicaciones de la tecnología espacial, como las comunicaciones, el sondeo remoto y la meteorología.

Aunque Argentina y Brasil tienen acuerdos bilaterales con otros países, el más importante para el futuro de una Agencia Espacial Iberoamericana es el que tienen entre sí. A pesar de que las rivalidades históricas han afligido las relaciones entre Argentina y Brasil por mucho tiempo, en 1989, los

presidentes de ambos países firmaron la Declaración Conjunta Brasil Argentina sobre Cooperación Bilateral en los Usos Pacíficos del Espacio Exterior. En este marco, en 1996, firmaron un acuerdo de gobierno a gobierno para la cooperación en la ciencia espacial, la tecnología, los recursos terrestres y los estudios ambientales, y se comprometieron a desarrollar misiones combinadas de puesta en órbita de satélites, medios de acceso al espacio y servicios de lanzamiento de cohetes.

El doctor Varotto de la agencia espacial argentina, en su discurso de octubre de 2000, donde convocó a la creación de una "agencia espacial para Sudamérica", dijo que Argentina está cooperando con Brasil en un estudio de viabilidad económica y técnica para el desarrollo de un sistema de lanzamiento de satélites que satisfaga los requerimientos orbitales y de equipo de las misiones espaciales del Programa Espacial Nacional [de Argentina], usando al menos una etapa con combustible líquido de alta eficiencia". Aunque Argentina canceló su programa Cóndor II, no se ha cerrado a la importancia de contar con una capacidad iberoamericana de lanzamiento espacial. "La determinación argentina de trabajar con Brasil en este campo no puede ser más explícita", dijo Varotto, refiriéndose al VLS brasileño.

Argentina y Brasil actualmente se apoyan mutuamente en las tareas de rastreo, telemetría y control de sus satélites. Argentina también ha usado las instalaciones de prueba del INPE en Brasil para sus satélites. Juntos, ambos países desarrollan el Satélite Argentina-Brasil para Investigaciones en Alimentos, Agua y Ambiente, o SABIA. Será un satélite de 30 millones de dólares y 350 kilogramos de peso, con un Barredor Multiespectral en los rangos visible y cercano al infrarrojo, que ofrece una resolución de la superficie terrestre de entre 6 y 8 metros. Cada 3 días, SABIA cubrirá toda la región del Mercosur, de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

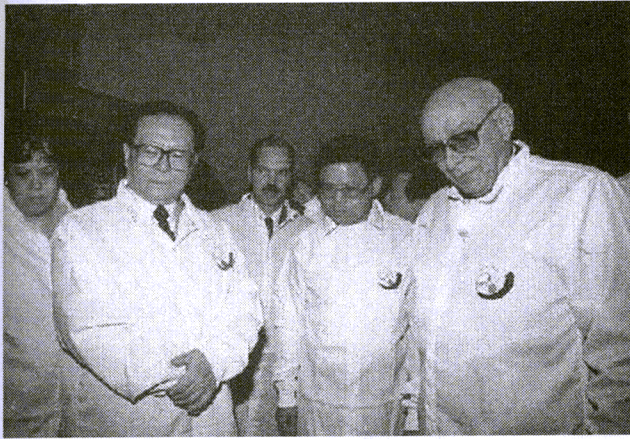
El doctor Varotto dice que, para los argentinos, "Brasil y Argentina tienen una buena oportunidad de trabajar juntos en la organización de la Agencia Espacial del Mercosur. Pero para hacerlo, es nuestra opinión que debemos considerar seriamente el diseño de un Programa Espacial Común, comenzando por Brasil y Argentina, con objetivos comunes".

Un objetivo debe ser ampliar la participación de Iberoamérica en el vuelo espacial tripulado.

El audaz salto de Brasil hacia el espacio

El objetivo final del desarrollo de la tecnología espacial, es posibilitarle al hombre la exploración del espacio. En esto, Brasil ha dado un salto audaz.

En 1982, el presidente estadounidense Ronald Reagan le ofreció al Brasil la oportunidad de enviar un astronauta suyo en el transbordador espacial. Aunque tales planes se quedaron en espera después del accidente del Challenger, los científicos

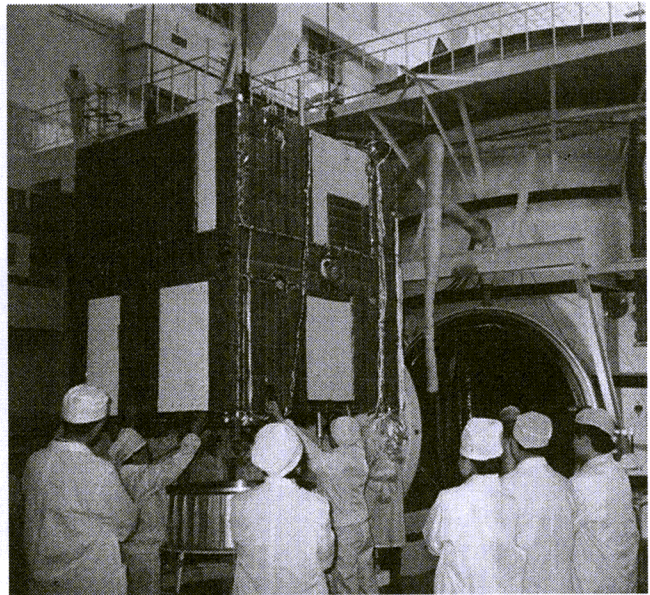


En 1993, el presidente chino Jiang Zemin (izq.) visitó las instalaciones de ingeniería del INPE en Brasil donde observó el diseño de satélites y la construcción conjunta de China y Brasil del satélite CBERS. La decisión de Brasil de cooperar con China en el campo de la tecnología espacial es parte de su esfuerzo por desarrollar sistemas espaciales más avanzados, a pesar de la interferencia estadounidense.

brasileños sí participaron en importantes experimentos de cultivo de cristales proteicos que hubo a lo largo de siete misiones del transbordador. En la primera, la misión STS-83 en 1987, el Aparato de Difusión de Vapor de Segunda Generación llevó once proteínas en sus cámaras experimentales, incluyendo dos proteínas relacionadas con la enfermedad de Chagas. El grupo de investigadores que trabajó en este proyecto incluyó científicos de Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México y Uruguay.

Brasil estaba interesada en ampliar la investigación sobre el crecimiento de cristales proteicos en la Estación Espacial Internacional, y, a cambio, haciendo una contribución sustancial, también poder enviar a un astronauta a la misma.

En diciembre de 1996, la NASA invitó a Brasil a unirse al programa de la Estación Espacial como participante, y cuando el director Dan Goldin acompañó al presidente Clinton al Brasil en octubre de 1997, la NASA y la Agência Espacial Brasileira firmaron un acuerdo para el "Diseño, desarrollo, operación y uso de equipo de vuelo y de operación para la EEI". El propósito del acuerdo era que Brasil produjese piezas de equipo para la estación, y, a cambio, tuviera acceso a las instalaciones de investigación de a bordo, o "derechos de uso", y la oportunidad de que un astronauta brasileño viva en la estación. Uno de los beneficios que Brasil encontró en este arreglo, es que sus universidades y centros de investigación podrían cooperar con los de otros países. Y la industria brasileña tendría que habilitar sus procesos industriales conforme la rigurosa normatividad del vuelo espacial tripulado. Debido a que el presupuesto de la NASA se ve cada vez más incapacitado para cubrir el compromiso de los Estados Unidos para con el proyecto de la Estación, Brasil contribuiría con equipo importante que, de este modo, los Estados Unidos no tendrían que fabricar.

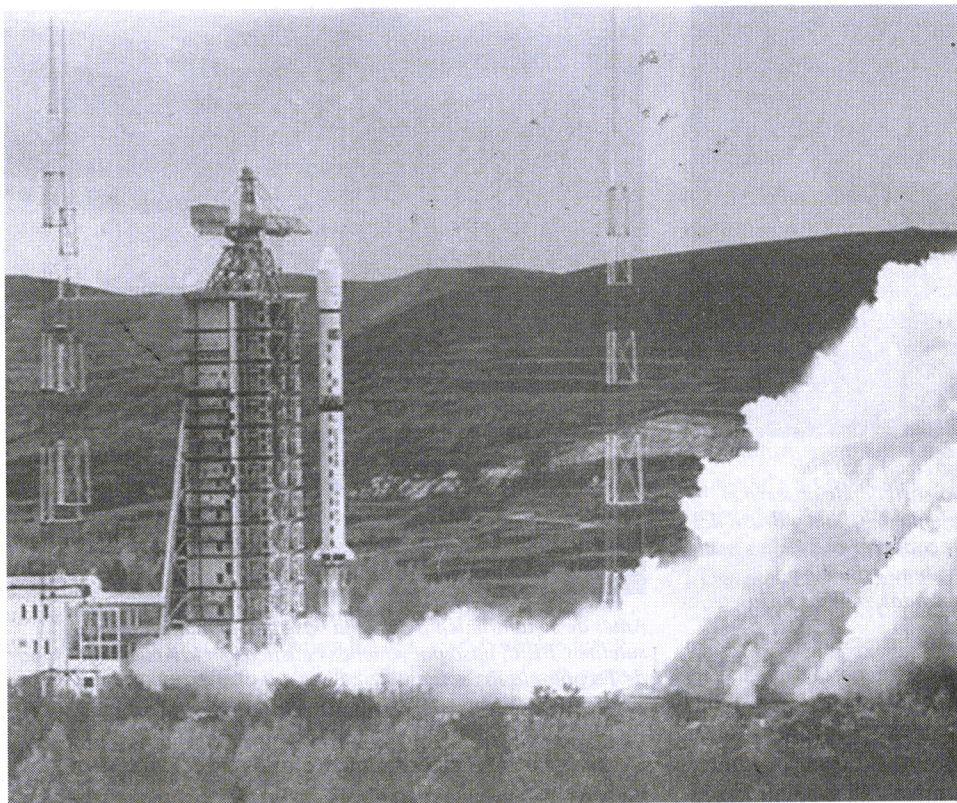


Antes de su lanzamiento desde la base de Taiyuan en China, el satélite CBERS pasó por pruebas acústicas en la Academia China de Tecnología Espacial.

Brasil aceptó elaborar cuatro tipos principales de equipo para la estación espacial. El primero es una plataforma EXPRESS (siglas en inglés, para Facilitar el Procesamiento de Experimentos a la Estación Espacial). EXPRESS es una estructura de apoyo que sujeta pequeñas piezas de equipo a los segmentos estadounidenses del armazón externo de la estación. Brasil construirá cuatro unidades, cada una de las cuales puede acomodar hasta seis equipos experimentales, para un total de 1,36 toneladas. La plataforma EXPRESS abastece de energía e información a cada uno de los equipos.

La Instalación Tecnológica Experimental (ITE), es equipo que se emplea también para acomodar experimentos en la estructura exterior de la estación espacial, brindando al equipo una exposición larga en el ambiente espacial. Brasil fabricará una unidad que puede moverse del compartimiento de carga del transbordador espacial, vía el brazo robótico del mismo, hasta su posición en la estructura. Brasil también construirá la Instalación de la Ventana de Observación e Investigación de la Sección 2, que se usará como soporte de instrumentos ópticos para observar la Tierra. Pueden montarse diferentes instrumentos científicos tras la ventana, según se requiera. También se construirán cuatro Unidades de Transporte de Logística Despresurizados en Brasil, para llevar refacciones y equipo de mantenimiento. Se montarán en la estructura y tendrán disponibles herramientas y equipo que puede almacenarse en el espacio.

A cambio, la Agência Espacial Brasileira dispondrá de tiempo de experimentación, usando el equipo de la estación espacial, y de espacio en el transportador espacial para llevar experimentos a la estación, y de vuelta a la Tierra. Brasil podrá usar por un año, por ejemplo, un espacio dentro de la estación donde podrá poner sus experimentos. También



El CBERS-1 se lanzó el 14 de octubre de 1999, a bordo de un cohete chino Long March, como el primer fruto del acuerdo de cooperación espacial entre China y Brasil.

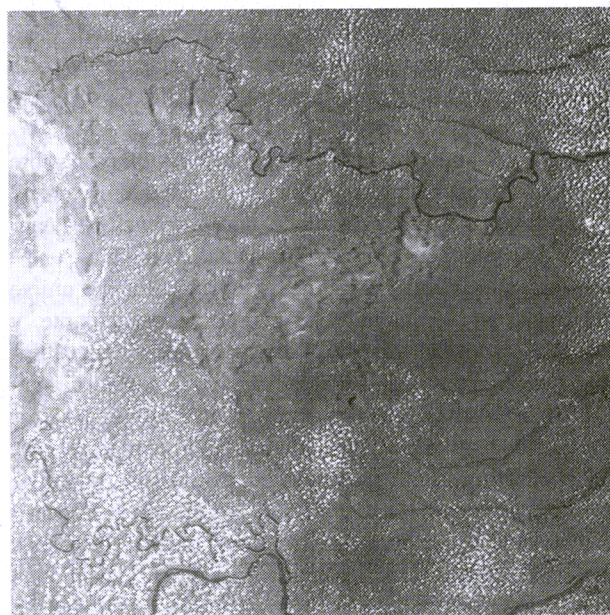
dispondrá del 3 por ciento del tiempo operativo disponible en la ventana de observación.

La NASA sostendrá a un miembro de la Agência Espacial Brasileira en la estación por unos tres o cuatro meses. El mayor Marcos Pontes, de la Fuerza Aérea brasileña, se presentó en el Centro Espacial Johnson en agosto de 1998 para comenzar su entrenamiento para su misión en la Estación Espacial. Pontes es un piloto de pruebas que ha volado 20 clases diferentes de aeronaves. Se graduó de la Escuela Naval de Egresados de Brasil, cuando lo seleccionaron como astronauta para el programa. Actualmente trabaja en tareas técnicas en la Oficina de Astronáutica, hasta que se le asigne a un vuelo espacial.

Semejantes compromisos, por el orden de los cientos de millones de dólares, no han sido fáciles de cumplir para Brasil a causa del empeoramiento de la espiral de sus deudas, la crisis financiera y los cortes presupuestales resultantes.

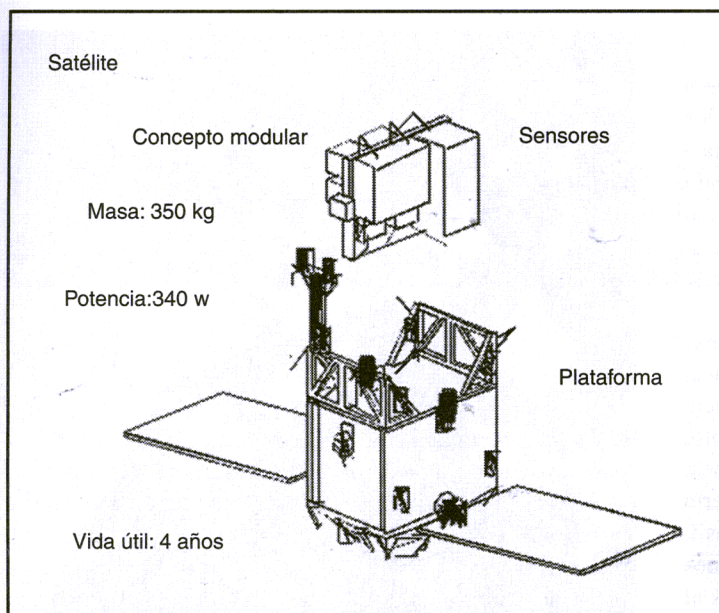
En septiembre de 1998, se firmó el primer contrato entre el INPE y la Boeing Company para operar como subcontratista del equipo brasileño para la Estación Espacial. La Agência Espacial Brasileira le ha delegado al INPE la tarea de vigilar el trabajo en la Estación. Se calcula que le costaría a Brasil unos 120 millones de dólares cumplir con la entrega del equipo prometido.

Pero, a principios de 1999, el banco central brasileño eliminó las restricciones regulatorias y permitió que su moneda flotara, reduciendo el valor del *real* frente al dólar en 30 por ciento. El Fondo Monetario Internacional le exigió a los go-



La primera imagen captada por el Receptor de Imágenes de Espectro Amplio a bordo del CBERS-1, una semana después del lanzamiento del satélite. Arriba aparece una sección del río Vaupés, y casi hasta abajo, el río Japurá, al suroeste del estado de Amazonas. La imagen cubre un área de 300 kilómetros cuadrados.

bernantes del país que aplicaran severos cortes presupuestales y austeridad, lo que desembocó en cortes al presupuesto de



El primer proyecto espacial desarrollado de manera conjunta por dos naciones de Iberoamérica, será un satélite de sensor remoto para la investigación en alimentos, agua y medio ambiente, el SABIA, entre Brasil y Argentina. Se basará en un concepto de plataforma modular, que también puede utilizarse para otros satélites. Aunque cada nación requiere sensores remotos específicos, el satélite conjunto le permite a cada país sacar provecho de los avances del otro.

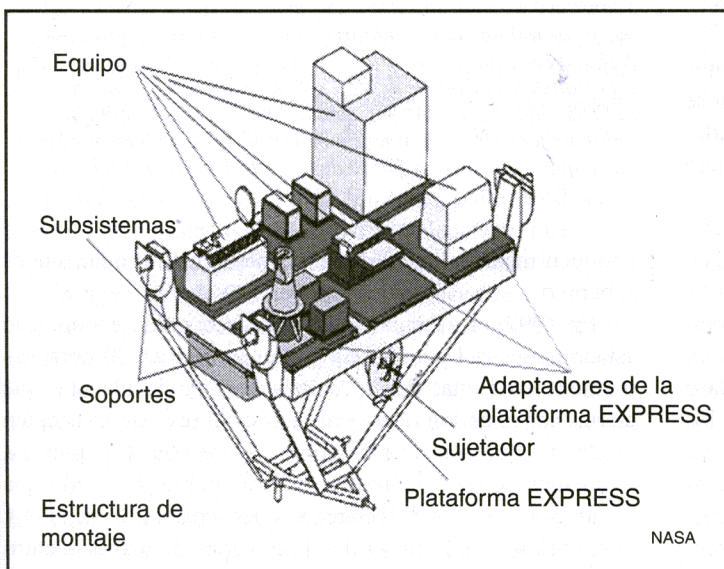
su consultor y cerró sus oficinas en Brasil. Varios funcionarios brasileños advirtieron que semejante comportamiento podría dañar una relación de 15 años con el INPE. "Si quieres establecer y mantener una larga asociación, no te comportas de ese modo a la primera tormenta", dijo el director del INPE, Marcio Nogueira Barbosa. Pero si Brasil no entrega el equipo, la NASA tendría hasta fines de 1999 para encontrar otro proveedor.

El 6 de octubre de 1999, los funcionarios de la NASA se reunieron con el ministro brasileño para la Ciencia y la Tecnología, quien le aseguró a la NASA que Brasil cumpliría sus obligaciones con la Estación Espacial. "Tendremos que hacer recortes en otros ministerios", dijo, pero el gobierno considera importante el proyecto. El brazo ejecutivo le pidió a la legislatura 23 millones de dólares para el próximo año, en contraposición a los planes de principios de 2000, que no incluían esa petición. En diciembre, funcionarios brasileños le dijeron a la NASA estaban reemprendiendo el trabajo en la estación, y a Boeing se le pagaron los 3 millones de dólares adeudados por su trabajo en la plataforma EXPRESS.

En enero de 2001, la empresa aeronáutica Embraer ganó el contrato para iniciar la construcción del proyecto de la plataforma EXPRESS, en base al estudio de viabilidad que realizó. En ese momento, la fecha programada de lanzamiento de la primera era el 2003, con un costo total de 120 millones de dólares, repartidos en cuatro años.

No hace mucho, el programa sufrió otro revés. A finales del 2001, la oferta que hizo Embraer para construir equipo, supuestamente era 50 por ciento mayor que el costo estimado de 120 millones de dólares. Según la Agência Espacial Brasileira, ahora se realizan negociaciones que "podrían llevar a una revisión de la oferta" de Embraer. La oferta de Embraer se estudia cuidadosamente.

Según la NASA, se tenía programada una reunión con representantes del Brasil para la primavera del 2002, para tomar una decisión sobre la capacidad del Brasil de suministrar el equipo. Dado que la plataforma EXPRESS es una infraestructura que emplearán todos los socios de la plataforma espacial, la NASA tiene que garantizar que se complete. Los retrasos en la construcción de la Estación en su conjunto, principalmente por causa de dificultades presupuestales de los rusos, primero, y ahora de los Estados Unidos, han causado que se posponga el lanzamiento de la plataforma hasta el 2005. Un funcionario de la NASA dijo que "todo el programa de la Estación Espacial se encuentra en un estado



La plataforma EXPRESS (por sus siglas en inglés, para Facilitar el Procesamiento de Experimentos a la Estación Espacial) es la principal contribución de Brasil a la Estación Espacial Internacional; la primera de una nación en vías de desarrollo. Aunque una serie de crisis financieras han atrasado el envío de la computadora de control en el tiempo programado, Brasil ha resuelto a cumplir con sus compromisos y sigue en el programa de la Estación Espacial.

de la Agência Espacial para la Estación Espacial Internacional. Para mediados de año, Boeing, a quien no se le pagó, retiró a

de mucha incertidumbre", por los problemas presupuestales de los Estados Unidos, pero que desean "que Brasil siga

siendo parte del proyecto”.

Brasil tomó la decisión valiente y audaz de ser la primera nación “en vías de desarrollo” con un programa de vuelos espaciales tripulados. Fue un paso decisivo, abrir esta vasta y fascinante frontera, con todos los beneficios que acarreará semejante exploración, para todas las naciones de Iberoamérica.

Cada niño, un explorador

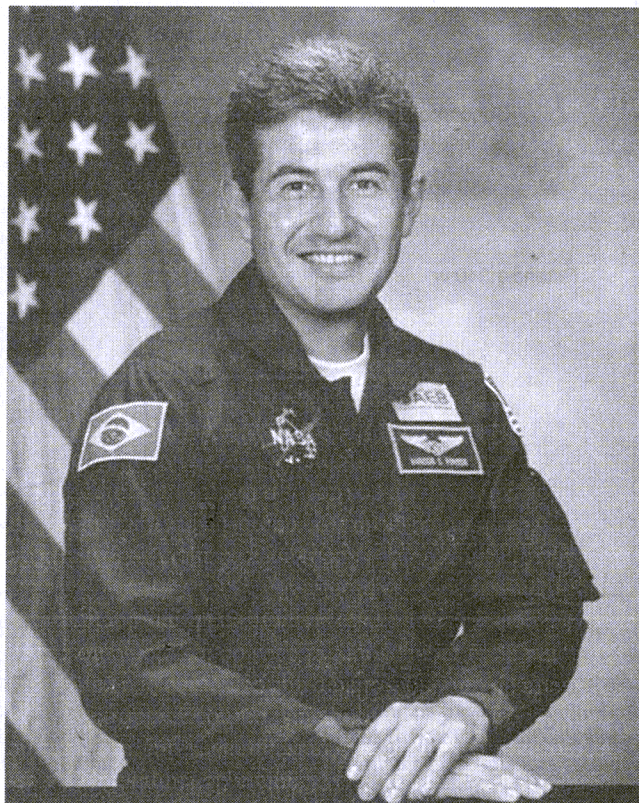
De coordinarse las estructuras y las capacidades de exploración espacial de todas las naciones de Iberoamérica, emergería un programa espacial amplio y de gran alcance. Iberoamérica podría diseñar, construir, probar, y, pronto, lanzar satélites con poca o ninguna ayuda de otras naciones. La experiencia de Argentina con su cohete Cóndor debería aplicarse a lo que queda por desarrollar del VLS del Brasil. Este cohete estaría disponible para que todas las naciones iberoamericanas pudieran lanzar tripulaciones y equipos al espacio.

El desarrollo de satélites que se lleva a cabo en Chile, Perú y México, cuando menos sería un paso para la construcción de satélites pequeños y medianos que podrían aplicarse, no sólo a la observación terrestre y a las comunicaciones, sino también a la ciencia espacial. ¿Por qué no aplicar los instrumentos científicos y los medios de procesamiento de información desarrollados para los extensos proyectos iberoamericanos de teledetección terrestre, por ejemplo, para observar a nuestra vecina inmediata, la Luna?

Al combinar los recursos físicos, científicos y humanos de toda la región, una Agencia Espacial Iberoamericana se convertiría en un socio pleno en los vuelos espaciales tripulados, al mismo tiempo que desarrollaría las capacidades para adentrarse más en el espacio por cuenta propia.

Las alternativas no podrían ser más claras. Continuar afe-rrados a los dictados de un Fondo Monetario Internacional en bancarota, significa más miseria y cero futuro. La otra senda, una revolución en la educación, la infraestructura, y el crecimiento económico y tecnológico, sería el resultado de un programa agresivo de exploración espacial. El más claro ejemplo de un efecto tal, es el del proyecto Apolo de los Estados Unidos en los sesenta. El mismo, creó una nueva generación de científicos e ingenieros; una demanda para bienes industriales básicos que requerían inversiones en electricidad, transporte y máquinas herramienta; y los desafíos técnicos que forzaron la introducción de nuevas tecnologías a la industria, efectos que continuaron aún dos décadas después de que la NASA había gastado el dinero para llevar hombres a la Luna.

El problema principal que enfrenta Iberoamérica para llevar a cabo grandes proyectos en el espacio, no es financiero, ni la falta de recursos humanos o de capital. El principal desafío a vencer, es establecer el derecho de todo ser humano a desarrollar las capacidades para hacerle aportes científicos y económicos a su país, y para que los dirigentes de las naciones



No hay nada más inspirador para un joven que ver a alguien “como él” desempeñar tareas emocionantes en el espacio. El mayor de la Fuerza Aérea Marcos Pontes, un astronauta de la Agência Espacial Brasileira, ha entrenado con la NASA como especialista en misiones desde 1998, preparándose para vivir en la Estación Espacial Internacional. Pontes es un ejemplo para todos los jóvenes de Iberoamérica de que ellos también pueden participar en la gran aventura de la exploración espacial.

apliquen medidas que se fundamenten en su propio interés soberano.

En 1997, el internacionalmente reconocido economista estadounidense Lyndon LaRouche, le dijo a 500 personas reunidas en Lima, Perú: “Nunca acepten la idea de que ciertas naciones son ricas, y otras son pobres. Nunca acepten la idea de que son un país pobre. No se conciban nunca a sí mismos como personas de un país pobre. Les pido que pogan sus ojos en las estrellas, que vean con orgullo y confianza lo que la mente los hace capaz de lograr. Dentro de cuarenta años, que no es mucho tiempo. . . los hijos de algunos de los miembros más jóvenes de este grupo caminarán sobre la superficie de Marte. Los hijos y nietos de algunas de las familias rurales más pobres del Perú hoy en día, caminarán sobre Marte”.

Marsha Freeman es directora asociada de la revista 21st Century. Su libro más reciente, Challenges of Human Space Exploration (Los desafíos de la exploración espacial), lo publicó Springer Praxis en 2001.

La tradición de Alejandro de Humboldt en las Américas

por Timothy Rush

El 200 aniversario de los célebres viajes de Alejandro de Humboldt por las Américas (1799–1804) es un momento idóneo para reexaminar la obra de este coloso de la ciencia del siglo 19. Humboldt, que vivió de 1769 a 1859, fue un naturalista, explorador y filósofo, pero sobre todo, un constructor de naciones, uno de entre un puñado de intelectuales republicanos apasionados que compartieron y avivaron la tradición de Benjamín Franklin en las Américas a lo largo de dos generaciones de reacción oligárquica, manteniéndola a salvo hasta la época de Lincoln.

Para conocer esa vida tan rica, es necesario leer el propio compendio que Humboldt hace de su obra. *Cosmos, un ensayo de la descripción física del universo*, fue la sensación en Europa a mediados del siglo 19. Superó en ventas a todos los libros, excepto la Biblia, en sus ediciones en alemán, y se tradujo de inmediato a otros 9 idiomas. En *Cosmos*, Humboldt pregonó la idea de ciencia y del hombre que lo había animado desde niño; en breve, que la verdadera riqueza ha de encontrarse “en el hombre y en el desarrollo de su capacidad de descubrir y crear”.

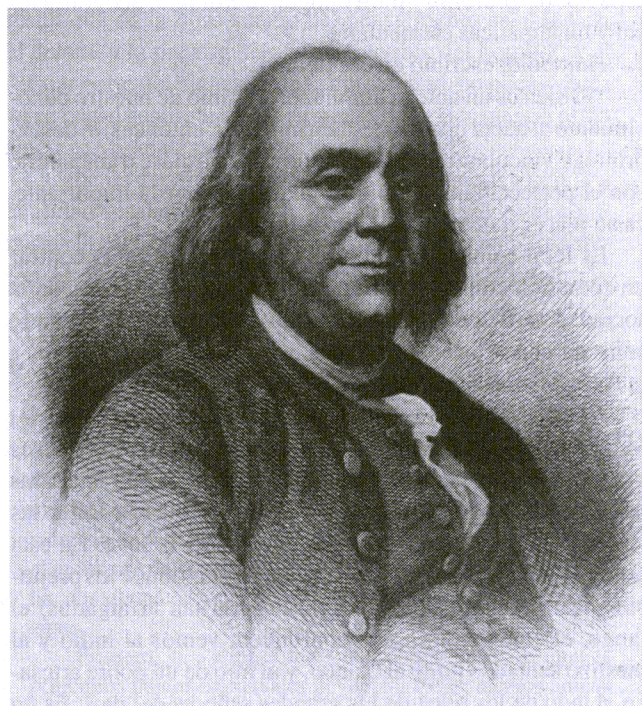
En un rechazo al racismo del Imperio Británico y de otros imperios, Humboldt osó proclamar: “No hay razas inferiores. El destino de todas, por igual, es alcanzar la libertad”.

En el prefacio de *Cosmos*, Humboldt dice que el “impulso principal” que “ha flotado en mi mente por casi medio siglo”, era el “verdadero esfuerzo por comprender los fenómenos de los objetos físicos en su conexión general y representar la naturaleza como un todo único, movido y animado por fuerzas internas” [ver recuadro pág. 14].

El republicanismo de Humboldt

Aunque nació en el seno de una familia de la recién formada pequeña nobleza, y durante su larga vida se codeó con la crema y nata de la sociedad y el gobierno, Humboldt era un republicano consumado que respetaba los principios de la Revolución Americana. A los 21 años de edad estuvo en París, justo cuando se celebraba el primer aniversario de la Revolución Francesa. En ese momento de esperanza, antes de que los jacobinos se apoderaran de la Revolución, cuando pensó que los principios de la Revolución Americana habían alcanzado a Europa, le dijo a Georg Forster, su compañero de viaje:

“Se acerca la hora en que la gente apreciará la valía de un



Benjamín Franklin (1706–1790).

hombre, no por el rango que tenga, o por su cuna, o por la causalidad, ni por su poder o riqueza, sino sólo por su virtud y sabiduría”.

Nueve años más tarde, cuando buscaba una oportunidad de abandonar el Viejo Mundo, y atribulado por la embestida de las guerras napoleónicas, no fue menos vehemente:

“Se complican tanto todos mis proyectos, que a diario me inclino a desear haber vivido 40 años antes o 40 años después. Sólo puede aducirse una ventaja de la presente situación, que es la destrucción del sistema feudal y de todos los privilegios aristocráticos que han pesado por tanto tiempo sobre las clases más pobres y más intelectuales de la humanidad”.

Este no era un sentir frívolo de Humboldt. A los 20 años se instruyó como ingeniero de minas en la afamada Escuela de Minería de Freiberg. Lo nombraron supervisor de minas en un distrito grande, y emprendió la tarea de mejorar las condiciones de los mineros, cuya esperanza de vida era de

sólo 30 años. Humboldt inventó una serie de dispositivos de seguridad y para mejorar los equipos; de hecho, al probar uno de ellos, casi pierde la vida. Comprendió que los mineros no sabían de geología o de otras cuestiones elementales de una educación para realizar su trabajo de una forma más inteligente y segura, por lo que, en un golpe de genialidad, fundó una escuela especial para mineros a la que llamó “Real Escuela Libre de Minería”, aunque no contaba ni con la aprobación real ni con su participación en ningún sentido. Humboldt la sostuvo de su propio bolsillo. Aunque la asistencia era voluntaria el programa fue un éxito desde el principio, y comprendía aspectos de geología y mineralogía, hidrología, geografía local y matemáticas elementales.

Humboldt escribió en ese tiempo:

“Si bien es un deleite ampliar el dominio de nuestro conocimiento al hacer nuevos descubrimientos, entonces, el descubrir algo vinculado a la preservación de una clase trabajadora, con el perfeccionamiento de cualquier industria importante, es un placer mucho mayor y más humano”.

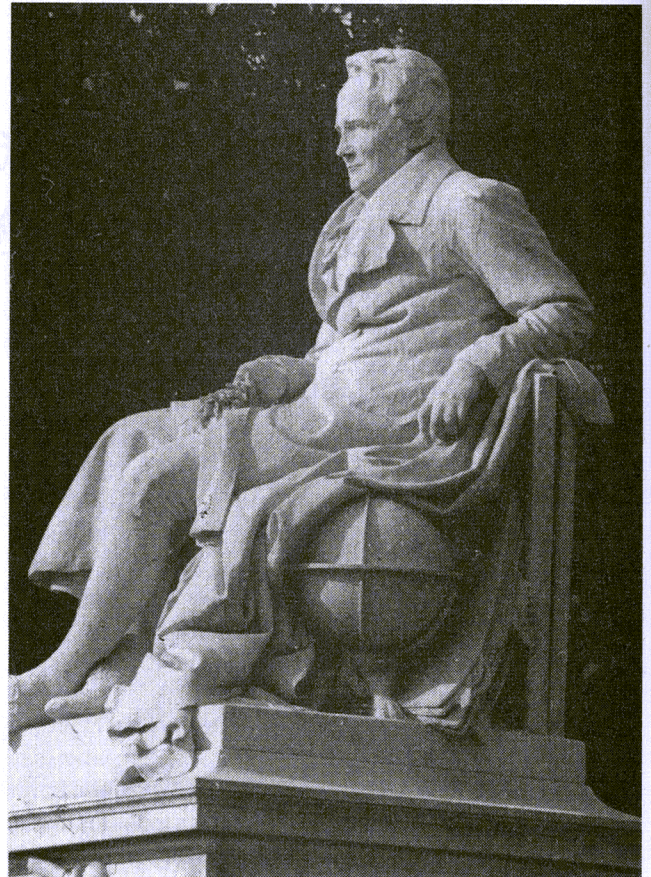
Es fácil comprender el júbilo de Humboldt al encontrar un cometido similar para lograr que todos los estratos de la sociedad participen por igual en la vida productiva; como lo constata una de las experiencias que describe de sus viajes a la Nueva España (México) en 1803:

“¡Cuántos edificios bellos pueden verse en [la ciudad de] México!. . . En la Academia de Bellas Artes la instrucción es gratuita. Sus grandes salones, bien iluminados con lámparas de Argand, acogen a algunos cientos de jóvenes todas las tardes; algunos dibujan modelos vivos o de relieve. En esta asamblea (y esto es extraordinario en un país donde los prejuicios de la nobleza contra las castas son tan arraigados) el rango, el color y la raza se confunden: vemos al indio y al mestizo sentados junto al blanco, y al hijo de un pobre artesano al lado de los hijos de los grandes señores del país. Es un consuelo observar que en todo lugar donde se cultiva la ciencia y el arte, se establece una cierta igualdad entre los hombres, y, al menos por un tiempo, desaparecen todas aquellas pasiones mezquinas cuyos efectos son tan perjudiciales para la felicidad social”.

De hecho, Humboldt consideraba que la participación activa de toda la población en actividades productivas cada vez más calificadas, no sólo era deseable, sino *necesaria* para lograr un Estado exitoso:

“El conocimiento y la indagación. . . el gozo y la preparación de la humanidad, son parte del bienestar nacional, y a menudo son un sustituto para aquellos bienes que la naturaleza, en muy limitada medida, nos proporciona. Aquellas naciones que en general tienen una actividad industrial inferior en el uso de la mecánica y de la química técnica, [y] en la selección y transformación cuidadosa de los recursos naturales, donde la atención a dicha actividad no penetra a todas las clases, inevitablemente verán cómo se desploma su bienestar”.

No por nada Humboldt era un ardiente opositor de la esclavitud, y si bien sus viajes por la Nueva España dependían de un salvoconducto extraordinario de la corte del rey de España, sus escritos sobre Cuba y México incluían duras denuncias contra la esclavitud, que nunca bajó de tono. En sus últimos años ayudó incluso a la creación del Partido Republicano en las elecciones presidenciales de 1856, al condenar en un escrito la publicación de una edición mutilada de su *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, que acababa de salir en los Estados Unidos (impresa en Nueva York), en donde se habían eliminado sus denuncias contra el esclavismo. Humboldt, furioso, escribió que la parte omitida era más importante que toda la información geográfica y estadística juntas. Puso su condena directamente en manos del comité de campaña republicano del general John C. Fremont, para que la usara durante la campaña. Ese mismo año, Humboldt logró que se aprobara una ley en Prusia que le concedía la libertad a cualquier esclavo negro que tocara suelo prusiano. Esto se correspondía con su lucha de toda la vida a favor de la emancipación total de los judíos en Prusia.



Alejandro de Humboldt (1769–1859): “Al sostener que la raza humana es una, nos oponemos al desagradable supuesto de que hay razas superiores e inferiores”.

A Humboldt le encantaba promover el desarrollo de la infraestructura a gran escala. En el capítulo 2 de su *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, describe por lo

menos nueve sitios posibles para la construcción de un canal del Atlántico al Pacífico (uno de ellos se construiría 100 años después, en el Canal de Panamá). El capítulo 8 incluye una

fascinante historia hidráulica de la Ciudad de México, que es un valle sin salida, con propuestas detalladas para resolver el problema del drenaje ahí. Hay una anécdota memorable de

'Unidad y Armonía': la perspectiva de Humboldt sobre la naturaleza

En su extensa introducción a *Cosmos*, Humboldt destaca que:

"La naturaleza considerada *de manera racional*, es decir, sometida al proceso del pensamiento, es una unidad en la diversidad de los fenómenos; una armonía que reúne a todas las cosas creadas, no importa que tan distintas en forma y atributos sean; un gran todo animado por el aliento de la vida. El resultado más importante de una investigación racional de la naturaleza es, por tanto, el establecer la unidad y armonía de esta estupenda masa de fuerza y materia. . .".¹

Una pequeña frase que Humboldt escribió en el sumario del índice, presenta la médula de su prodigiosa obra:

"La necesidad de considerar de manera simultánea todas las ramas de las ciencias naturales. Influencia de este estudio sobre la prosperidad nacional y el bienestar de las naciones; su propósito más serio y característico es uno interno, *elevarse por encima de la actividad mental exaltada*".

Más adelante en el texto, esta noción florece en este pasaje inspirador:

"Me place persuadirme a mí mismo de que los temas científicos han de tratarse, en términos del lenguaje, de forma digna, seria y animada a la vez, y de que aquellos restringidos a los límites circunscritos de la vida diaria, y que han permanecido ajenos por mucho tiempo a una comunión íntima con la naturaleza, les han abierto, así, una de las fuentes más ricas de alegría con la que la mente se fortalece por la adquisición de ideas nuevas. La comunión con la naturaleza despierta en nosotros facultades de observación que permanecían latentes; y *así es como comprendemos de un sólo vistazo la influencia que ejercen los descubrimientos físicos en la ampliación de la esfera del intelecto, y percibimos cómo una aplicación sensata de la mecánica, la química y otras ciencias ha de hacerse propicia para la prosperidad nacional*".²

Y poco después, Humboldt escribe:

"Es en las naciones, como en la naturaleza, que, según una feliz expresión de Goethe, 'se desconoce pausa en el progreso y el desarrollo, e impone su maldición a toda

inacción'. La difusión de un conocimiento serio y sólido de la ciencia, puede así prevenir, por sí solo, los peligros de los que he hablado. El hombre no puede actuar sobre la naturaleza, o apropiarse de sus fuerzas para su propio uso, sin comprender a cabalidad, y sin tener un conocimiento profundo de las leyes del mundo físico. . . El conocimiento resultante de la libre acción del pensamiento es, a la vez, el deleite y la prerrogativa indestructible del hombre; y al formar parte del bienestar de la humanidad, no pocas veces sirve como sustituto de las riquezas naturales que no están sino escasamente esparcidas por la Tierra".³

Cabe destacar la afinidad de esta perspectiva con una cualidad fundamental del concepto contenido en el corazón de la economía del Sistema Americano, como lo expresan Alexander Hamilton, Lincoln y Lyndon LaRouche.⁴

NOTAS:

1. *Cosmos I*.

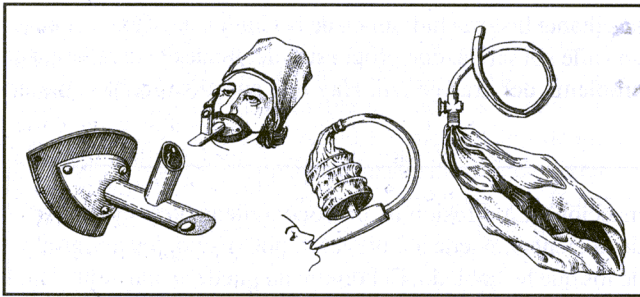
2. *Cosmos I*.

3. *Cosmos I*.

4. Sobre este requisito del Estado nacional, ver Lyndon H. LaRouche, "The Issue of the Mind-Set" (La cuestión del estado mental), *Executive Intelligence Review*, Vol. 27, No. 9 (3 de marzo de 2000), págs. 12-44. LaRouche dice (pág. 33), "Para el propósito de la ciencia de la economía física. . . el papel de las dos clases de principios universales se distinguen como sigue.

"Primero, la validación de descubrimientos de nuevos principios físicos universales lleva a los experimentos únicos necesarios para probarlos. Por necesidad, esos diseños experimentales, si tienen éxito, incluyen características que expresan el principio distintivo de la interrogante. Así, cada aplicación tal de un principio nuevo, como en diferentes medios y en diferentes combinaciones de principios, define lo que ha de considerarse como nuevas *tecnologías*, mismas que se expresan tanto en el diseño de productos como de procesos productivos relacionados. Es por este y otros medios relacionados, que aumenta el poder mensurable del individuo sobre la naturaleza.

"Segundo, el descubrimiento de tales principios y de las tecnologías que les acompañan, no es suficiente. Aunque ocurra el descubrimiento de principios universales, en cada caso, dentro de los poderes soberanos de la cognición del descubridor individual, el proceso de transmisión de dicho conocimiento y su aplicación *expresa un proceso social*. Sin la cooperación entre los miembros pertinentes de la sociedad, la difusión y realización de estos descubrimientos y tecnologías no puede ocurrir de modo y a grado tal, que tenga un efecto benéfico perceptible a corto plazo sobre las características demográficas de la sociedad. Lo que es seguro, es que sin dicha cooperación, semejante difusión no ocurrirá en lo absoluto. . ."



Como supervisor de minas, Humboldt inventó este aparato para respirar y otros dispositivos de seguridad, por su preocupación sobre las terribles condiciones bajo las que trabajaban los mineros.

1844, donde Humboldt cuenta que, estando atrapado en la política cortesana de Prusia en calidad de chambelán del rey Federico Guillermo IV, le mostró al Rey unos bocetos del entonces recién terminado acueducto de Nueva York. Cuando el Rey se mostró interesado, Humboldt no lo soltó en una semana mostrándole ejemplos clásicos de acueductos a lo largo de la historia, para estimular su interés a favor de mejoras públicas similares para Prusia. En los 1840 y 1850, Humboldt era la referencia obligada sobre los grandes proyectos ferroviarios a ambos lados del Atlántico; de hecho, toda su vida se interesó en cualquier frontera tecnológica nueva, desde el procesamiento del acero hasta los daguerrotipos.

Transmitiendo el legado de Franklin

Para comprender la verdadera importancia del trabajo de Humboldt, debe verse el cuadro completo que va desde sus años de formación en el período de las revoluciones Americana y Francesa, hasta el restablecimiento del Sistema Americano en la era de Lincoln, tres cuartos de siglo más tarde. Humboldt formó parte de un pequeño grupo de intelectuales rigurosos y decididos, que hicieron posible la sobrevivencia de la República estadounidense y su misión en el mundo, en los años de retroceso que sobrevinieron tanto en Europa como en los EU.

En cuanto al método científico y uso de los instrumentos de medición más avanzados de su tiempo, fue un protegido de los círculos de Benjamín Franklin y de la *Ecole Polytechnique*; en asuntos filosóficos más amplios, su colaboración intensa con la familia y el círculo de Moisés Mendelssohn (ver recuadro), y, después, con los más grandes pensadores alemanes clásicos, Schiller y Goethe, influyó su pensamiento.

Gottlob Christian Kunth, uno de los primeros tutores de Alejandro y de su hermano mayor, Guillermo, presentó a los hermanos Humboldt con los centros de la vida intelectual de Berlín en 1783: la casa de Moisés Mendelssohn y el salón que dirigía el destacado físico judío Marcus Herz y su hija, Henriette. Fue en casa de los Herz donde el joven Alejandro conoció la obra de Benjamín Franklin y reprodujo varios de sus experimentos fundamentales y de los de Volta. De inme-

diato, Alejandro arregló que se instalara un pararrayos en la casa de la familia Humboldt en Tegel, a unas 10 millas al norte de Berlín. Este fue el segundo pararrayos de Prusia, después del que se instaló en la Universidad de Gotinga.

Por influencia de los círculos de Mendelssohn y Herz, Humboldt se convirtió en un defensor del método científico y filosófico de Leibniz (en contra de los antileibnizianos promovidos por la "Ilustración", Voltaire y Newton), sello característico de la colaboración heroica de Mendelssohn y Lessing en el período de 1750-1780.

Durante un semestre en Gotinga en la primavera de 1789, Humboldt estudió matemáticas con Abraham Kästner, el hombre que le transmitió la perspectiva leibniziana a Carl Friedrich Gauss, y que llevó a Franklin a visitar Gotinga durante la Revolución Americana. El profesor de filología y arqueología clásica de Humboldt, Christian Gottlieb Heyne, le presentó a Georg Forster, quien 15 años antes había navegado los mares del sur con el capitán James Cook y era un ardiente partidario de la Revolución Americana. Forster llevó consigo a Humboldt en sus viajes por los Países Bajos, Ingla-

Humboldt y la familia Mendelssohn

Toda su vida, los hermanos Humboldt disfrutaron de una singular e intensa relación con la familia de Moisés Mendelssohn (1729-1786) y círculos intelectuales judíos relacionados. La importancia de Mendelssohn, y de su colaboración con Gotthold Ephraim Lessing, se ha discutido en un número especial de la revista *Fidelio*, del verano de 1999 (publicado por el Instituto Schiller). Su colaboración fue la base para echar a andar el período clásico alemán, y giró en torno a la defensa y restablecimiento de la obra de Godofredo W. Leibniz y Juan Sebastián Bach, contra las maquinaciones de Voltaire y otros fanáticos newtonianos. El primer contacto que hubo entre los Mendelssohn y los Humboldt data de 1783, cuando el tutor de matemáticas de Alejandro y Guillermo, E.G. Fischer, daba clases a los hermanos Humboldt y a los dos hijos de Moisés Mendelssohn juntos. El propio Moisés, entonces al final de su vida, se convirtió en mentor de Guillermo. Alejandro se relacionó con sus hijos, especialmente con Joseph (1770-1848) y Nathan (1782-1852), quienes fueron sus amigos toda la vida.

La familia Mendelssohn fungió como una especie de red de seguridad financiera para Alejandro toda su vida, pues su devoción a sus viajes y publicación de sus obras menguó y, más tarde, acabó con su herencia. Por ejemplo, en 1799, cuando Alejandro se encontraba en España tras haber por fin conseguido permiso para su viaje a Suda-

terra y Francia, y sembró para siempre en Humboldt las semillas de su pasión por la exploración.

El año que Humboldt estudió en la Escuela de Minería de Freiberg y su empleo posterior como inspector minero, lo pusieron en contacto con dos de los pioneros más importantes de la industrialización de Alemania: Abraham Gottlob Werner, director de la escuela, fundador del estudio de los estratos en la geología (“geognosis”) y experto en la teoría y construcción de fundidoras de acero; y Friedrich Wilhelm von Reden, después ministro de Minas de Silesia, quien en 1790 importó la primera máquina de vapor de Alemania de los círculos de Franklin en Inglaterra. Humboldt fue huésped de Reden en Breslau durante tres semanas; ahí, Reden le describió planes detallados para utilizar la máquina de vapor en la fundición de hierro, basado en la utilización del carbón mineral, en vez del carbón de leña, como materia prima.

Una tercera figura crucial que Humboldt conoció en estos círculos, fue Johann Sebastian Claiss, el principal experto en refineras de sal de su época. En una carta de 1792, Humboldt escribió sobre Claiss:

“Posee un gran conocimiento físico y matemático, estuvo siete años en Inglaterra, trabajó bastante con Franklin, pasó mucho tiempo en Francia. . . y está a cargo de todas las salinas de Bavaria. He estado haciéndole preguntas a mañana, tarde y noche, y no conozco hombre alguno en cuya compañía haya aprendido más. Claiss me dio mucho material nuevo sobre estos temas; también recibí manuscritos inéditos de Franklin sobre artefactos de vapor y completé mi mapa de la relación de todas las fuentes de sal en Alemania. La idea es. . . que todas las salinas en Alemania están dispuestas de tal manera, que puede mostrarse con trazos sobre un mapa, y así uno puede encontrar milla tras milla de fuentes salinas”.

A partir de este tipo de “observaciones pensantes”, como las llamaba Humboldt, desarrollaría más tarde una de sus más grandes descubrimientos sobre la “unidad en la diversidad”: el reconocimiento de que las características similares de los estratos geológicos, *en cualquier parte del mundo que se les encuentre*, vinieron todas de un mismo proceso formativo y comparten rasgos comunes. Así, después de visitar las montañas de Jura, contribuyó a todo el esquema posterior para fijar

mérica, sus arreglos bancarios habituales se vinieron abajo, y sólo un retiro de último minuto de la cuenta de la familia Mendelssohn permitió su partida. Del mismo modo, en 1819, fueron los Mendelssohn y el banco Fraenkel los que salieron al paso estableciendo una línea de crédito en París para que Alejandro comprara los instrumentos y libros que necesitaba. En cierto momento, tras su regreso a Berlín en 1827, casi echan de su departamento a Alejandro en la Oranienburger Strasse, cuando el dueño decidió vender el edificio. En secreto, la familia Mendelssohn compró el edificio e hizo arreglos para que Humboldt viviera el resto de su vida en el departamento sin aumentos en la renta.

Pero Humboldt encontró en la familia Mendelssohn mucho más que asistencia financiera. Hubo una notable colaboración científica e intelectual. En 1805, en su primer viaje de regreso a Berlín desde que regresara de las Américas, trabajó con Nathan Mendelssohn en algunos instrumentos físicos innovadores, diseñados por el propio Nathan. Humboldt mostró estos instrumentos en la Academia de Ciencias de Berlín.

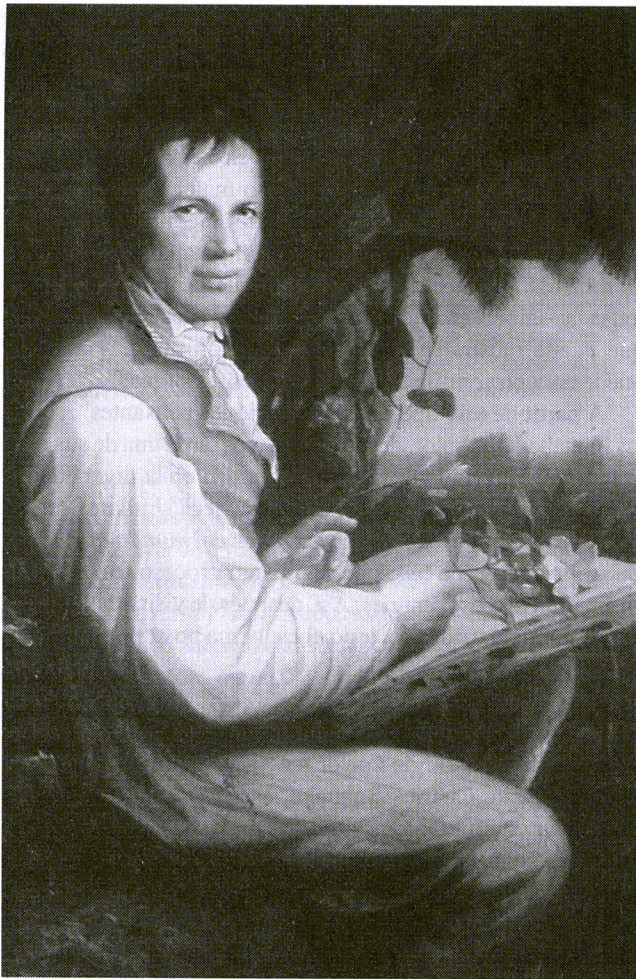
En 1828, a Félix Mendelssohn, nieto de Moisés e hijo de Abraham Mendelssohn, se le encomendó escribir una *cantata* especial para celebrar la gran conferencia científica internacional que Humboldt organizó ese año. La obra, conocida después como la “Cantata de Humboldt,” la escribió para cuatro voces masculinas y una orquesta de bajos y violoncelos, trompetas, cornos y clarinetes, con una letra de Ludwig Rellstab que celebraba el triunfo de la armonía de la mente sobre el caos de los elementos. Uno

de los “leibnizianos” de mayor renombre de Inglaterra en la conferencia, Charles Babbage, escribió que, tras una caminata con Humboldt, “discutiendo las singularidades de varios de nuestros conocimientos aprendidos”, ambos mantuvieron sus posiciones, y “nos encontramos de nuevo en el lugar más exquisito de todos, un concierto con los Mendelssohn”. Las propias investigaciones de Humboldt sobre magnetismo se revigorizaron por el contacto con la conferencia científica de Gauss, que tuvo lugar en instalaciones especiales construidas en la propiedad de Abraham Mendelssohn. La siguiente descripción de Kellner da una imagen de este extraordinario momento:

“. . . se instaló un cobertizo antimagnético especialmente construido, en el que todas las partes de metal eran de cobre, en el jardín de la casa de Abraham Mendelssohn Bartholdy. . . el cobertizo de Humboldt estaba en una esquina del jardín, no muy lejos de la casa de verano donde Félix. . . y su hermana mayor [Fanny] componían música por las tardes y practicaban para el gran acontecimiento musical de la primavera de 1829, la interpretación de la recién descubierta *Pasión de san Mateo* [de J.S. Bach], cien años después de que se tocara por primera vez”.

En sus últimos años, tras la muerte de su hermano Guillermo en 1835, la familia Mendelssohn —en especial Joseph y su esposa— se convirtió en la propia familia de Alejandro, con quienes pasaba sus cumpleaños y otras ocasiones especiales.

No es ninguna sorpresa que Alejandro no fuera grato en Alemania durante los años del nazismo, acusado de “filojudaísmo”.



Humboldt recolectando especímenes de flora por el río Orinoco, en una famosa pintura al óleo de F.G. Weitsch, de 1806.

fechas en geología, con el nombre y el concepto de “período Jurásico”. Del mismo modo, durante una expedición relámpago a Siberia en 1829, hizo lo que pareció una predicción descabellada: que había diamantes en un distrito en la ladera este de los montes Urales; predicción que se confirmó aun antes de regresar a San Petersburgo, cinco meses después.

Ciencia vs. empirismo

En 1794, el hermano mayor de Alejandro, Guillermo, se mudó con su esposa, Carolina von Dacheroden, a Weimar, a invitación del “poeta de la libertad”, dramaturgo e historiador Federico Schiller (1759–1805). Este sería el periodo definitivo en la vida de Guillermo; la colaboración intensa con Schiller y su círculo de amigos dio frutos más adelante en las reformas educativas humanistas de Guillermo como ministro de Educación en Prusia (1809–1810), en su fundación de la Universidad de Berlín y en sus profundos trabajos sobre la teoría del lenguaje.

Pero su hermano menor, Alejandro, no era ajeno al círculo

de Weimar. Seguido los visitaba, y estableció una relación especialmente estrecha con el poeta y científico naturalista Johann Wolfgang von Goethe, cuyo trabajo sobre la forma y la estructura subyacentes de las plantas y animales, resonó con fuerza en la metodología de “La unidad que procede de la multiplicidad”.

En algunas biografías superficiales de Humboldt, se ha hecho mucha alharaca por un comentario despectivo que hace Schiller sobre él en una carta a su amigo íntimo, Christian Gottfried Körner, en 1797. “Su mente es así de fría, disectando todo lo que quiere que en la naturaleza se mida sin ninguna pudicia”, escribió Schiller, “cuando la naturaleza debe verse y sentirse en sus manifestaciones únicas y en sus leyes más elevadas. Con una impertinencia increíble, usa su fórmula científica, que no son más que palabras huecas y conceptos reducidos, como medida universal”.

La respuesta de Körner fue un reproche apropiado para la malinterpretación de Schiller.

“[La] lucha [de Humboldt] por medir y disectar anatómicamente [*anatomieren*] todo, se apoya en una aguda observación, y sin esto, no existen materiales útiles para el investigador de la naturaleza. . . Aunque es cierto que él busca ordenar los materiales dispersos en un todo, le presta atención a las hipótesis que expanden su perspectiva, y se plantea así nuevas preguntas sobre la naturaleza”.

Ea adecuada observación de Guillermo sobre su hermano, era que, “Alejandro realmente intenta abarcarlo todo con el fin de explorar una cosa, lo que sólo puede hacerse abordándola desde todos los ángulos. Le tiene horror a los hechos simples”.

Desde ese momento, y por el resto de su vida, Humboldt se enfrascó en una lucha contra los empiristas (“sólo los hechos, Madam”) de la escuela de Bacon, Hobbes y Hume, con la misma intensidad con la que trazaría combate contra el otro extremo, los “filósofos de la naturaleza” del Romanticismo alemán, quienes rechazaban cuantificaciones y mediciones exactas, y exaltaban los sentimientos y la intuición como la fuente del verdadero conocimiento del mundo natural. Esta última escuela, representada por los trabajos de F.W. Schelling (1775–1854), se hizo famosa por frases como “los bosques son el cabello de la bestia tierra”; no muy distinta de las tesis sobre Gaia hoy día.

Si bien Schiller subestimó a Humboldt en esa ocasión (aunque Humboldt también fue el único científico invitado a contribuir con un ensayo en la revista filosófica de Schiller, *Die Horen*), no hay duda alguna de la alta estima y la profunda absorción de las ideas y el genio de Schiller por parte de Humboldt. En su introducción a *Cosmos*, Humboldt describe el origen de lo que llama una “filosofía de la naturaleza”, en términos que extrañamente nos recuerdan las *Cartas sobre la educación estética del hombre*, de Schiller:

“Una comunión íntima con la naturaleza, y las emociones intensas y profundas que así despiertan, son, a su vez, la fuente de donde han surgido los primeros impulsos a la adoración y

deificación de las fuerzas destructivas y conservadoras del universo. Pero en la medida en que el hombre, después de pasar por los diferentes niveles del desarrollo intelectual, arriba al libre disfrute de los poderes reguladores de la reflexión y aprende por un proceso gradual a separar, como lo estuviera, el mundo de las ideas del de las sensaciones, y no se conforma ya sólo con un vago presentimiento sobre la unidad armoniosa de las fuerzas de la naturaleza; el pensamiento comienza a cumplir su noble misión, y la observación, auxiliada por la razón, se empeña en rastrear los fenómenos hasta las causas que les dieron origen”.

Humboldt dedicó uno de sus volúmenes de investigaciones botánicas en las Américas a Goethe, y su libro sobre Colón y el descubrimiento de América, a Schiller. Humboldt resumió un punto crucial de su *Cosmos* con una cita de un poema de Schiller, “Der Spaziergang” (El Paseo) de 1795:

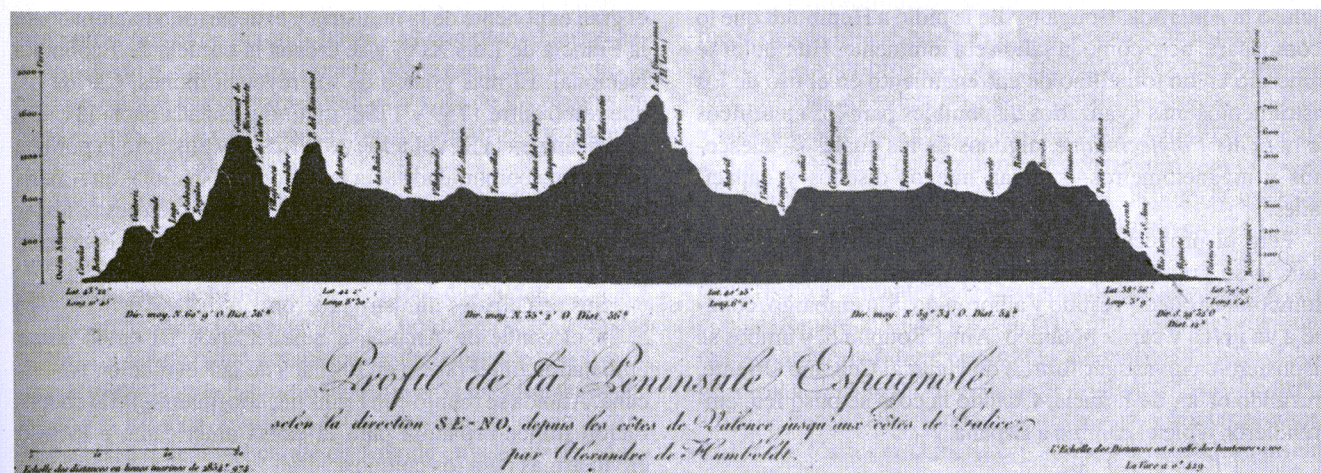
“Aquí llegamos al punto en que, al contacto con el mundo sensible, el estímulo al placer se une a un deleite de característica distinta, un deleite que brota de las ideas. Aquel que en el conflicto de los elementos no se percibe como regido por el orden y la legitimidad, se sujeta a la razón. Y el hombre, como decía el poeta inmortal [Schiller], ‘procura el polo inmóvil en el vuelo de las apariencias’ ”.

Entrenado en la *Ecole Polytechnique*

En 1796, cuando murió su madre (su padre había muerto cuando él tenía 10 años), Humboldt recibió una herencia sustancial. Aunque su carrera en administración de minas le ofrecía magníficas perspectivas, renunció a todos sus cargos y se dedicó a prepararse para viajar por el mundo, en la primera oportunidad que surgiera para la ambición científica que había tenido desde niño. En 1797, se adiestró con los mejores botánicos y geólogos de Europa Central; en 1798, su camino lo llevó a París, donde estaba su hermano Guillermo como en-



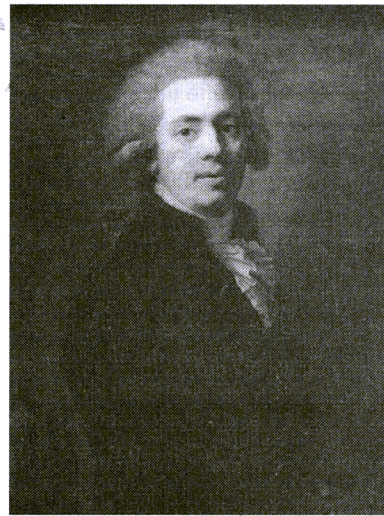
Los hermanos Humboldt formaban parte del círculo de amigos de Schiller en Jena, Alemania. Aquí, una imagen de Schiller (der.) departiendo en su jardín. Alejandro de Humboldt (en el balcón) con Goethe (última hilera, izq.) y su hermano Guillermo (última hilera, tercero desde la izq.).



Humboldt midió y registró la altura de la Península española durante su caminata de 6 días a Madrid, cruzando los Pirineos. Fue el primero en notar que el interior de España es una meseta. Este método de “corte longitudinal” para mostrar amplias franjas de características topológicas fue una innovación de Humboldt.



Aimé Bonpland, compañero de aventuras de Humboldt.



Fausto Elhuyar fue uno de un extraordinario grupo de científicos e ingenieros de minas reclutados por la facción pro americana en la corte española, y enviados a la América hispana para desatar una revolución científica y económica como la de Franklin. Otro miembro de este círculo, Manuel de Río, fue condiscípulo de Humboldt en la Escuela de Minería de Freiburg y recibió a Humboldt en México en 1803.

viado de Prusia. En París, Alejandro dio conferencias magistrales sobre sus propias investigaciones y escritos, que ya eran considerables, conoció a las principales personalidades científicas de Francia (aquellas que no se embarcaron a Egipto con Napoleón ese año), e incluso se unió al equipo de investigaciones geodésicas de Francia, que trabajaba en las medidas de triangulación de la línea meridiana de Dunkirk-Barcelona (que pasa por París), que después sirvieron como base para establecer la longitud del metro (una 40 millonésima parte del meridiano de París).

En el verano de 1798, Humboldt recibió una invitación que parecía caída del cielo: uno de sus héroes de la infancia, Louis Antoine de Bougainville, famoso por su circunnavegación del globo una generación antes, había recibido la orden del Directorio que entonces gobernaba a Francia, para que organizara una misión de exploración científica de cinco años, que habría de hacer en largas estancias en Sudamérica, el Pacífico Sur, el sudeste de Asia, la costa oriental de África e incluso la Antártida. Bougainville le pidió a Humboldt que lo acompañara, pero como la salida era inminente, Humboldt se sumergió en un torbellino de entrenamiento en el uso de los instrumentos más avanzados disponibles para los científicos de la *Ecole Polytechnique*, algunos de los cuales —telescopios y magnetómetros— tenían nuevos diseños y capacidades.

Pero el proyecto se pospuso de último minuto porque Francia se preparaba para entrar en guerra contra Austria. Humboldt se quedó vestido y alborotado. Sin embargo, conoció a un joven y capaz botánico, Aimé Bonpland, y ambos se dispusieron a investigar formas de viajar al Cercano Oriente, cruzando el sur de Francia. Cuando la cosa se puso fea, emprendieron a pie el camino a España.

Los logros en España

En casi todas las biografías de Humboldt, se considera como un golpe de suerte la forma en que logró de improviso

el patrocinio de la corte del rey Carlos IV de España para emprender su gran viaje de cinco años por lo que hoy es Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, México y Cuba. Según la historia, el enviado de Sajonia ante la corte de Aranjuez se las arregló para hablar a favor de Humboldt ante el ministro de Relaciones Exteriores, Mariano Luis de Urquijo, quien a su vez le endulzó el oído al Rey, y eso fue todo.

En realidad, para un grupo de notables españoles que habían colaborado con Franklin y sus aliados en los últimos años, y que habían patrocinado una enorme *movilización científica de las mejores mentes de España y de sus colonias* durante ese período, la llegada de Humboldt fue providencial. Cuando Humboldt llegó, estaban a la defensiva, pero con él, su misión reviviría y reorientaría todos sus esfuerzos previos.

Cuando los Borbones de Francia, a principios del siglo 18, se convirtieron en la casa reinante, España inició su renacimiento económico. Para mediados de siglo, ya se habían traducido al español todos los trabajos de Jean Baptiste Colbert, el gran exponente de la industria y el desarrollo nacional bajo la Francia de Luis XIV, y se creaba la escuela de Economía Nacional. El más grande de los reyes borbones, Carlos III, que reinó entre 1759 y 1788, inclinó a España hacia la causa americana en la Revolución Americana y auspició la política de una mancomunidad hacia las colonias españolas en América, con el objetivo de romper el yugo de los intereses feudales en España, organizando una solución científica y económica para las colonias.

Sus principales ministros fueron:

- el conde de Aranda, a quien Carlos III envió como embajador ante Francia en los años de la Revolución Americana. Aranda se reunió con Franklin, con quien selló la cooperación franco-española para la causa americana, e incluso envió armas para los colonos;

- Pedro Rodríguez de Campomanes, quien se convirtió en el corresponsal de la Sociedad Filosófica Americana de Franklin a fines del reinado de Carlos III;



José Celestino Mutis, el "Linnaeus de Sudamérica", fue el anfitrión de Humboldt en Nueva Granada (hoy Colombia). Experto botánico y astrónomo, fue el más eminente de los científicos que Carlos III enviara al Nuevo Mundo.

- José de Gálvez, ministro de las Indias, quien abolió el *repartimiento*, una forma de esclavitud de facto para los indios, en 1776, el año de la Declaración de Independencia de los EU. El sobrino de Gálvez, Bernardo de Gálvez, combatió a favor de la causa americana; Galveston, Texas, lleva ese nombre en su honor.

Las grandes expediciones

Carlos III y sus ministros enviaron oleadas de científicos y expediciones a las colonias españolas.

Quizá el científico más famoso de ellos fue el monje José Celestino Mutis, enviado en 1763 a Bogotá, capital de la Nueva Granada (lo que hoy es Colombia, Venezuela y Ecuador). Se convirtió en el botánico más eminente del hemisferio, sostuvo correspondencia con Lineo en Suiza, perfeccionó el estudio y el dibujo detallado de los especímenes botánicos, y fundó el primer observatorio astronómico en la América española. En 1783, dirigió la célebre Expedición Botánica de la flora del norte de Sudamérica, la mayor empresa de su tipo en su época. Aunque usualmente no se les recuerda, también hubo otras dos expediciones botánicas complementarias patrocinadas al mismo tiempo por la Corona española, la expedición de Ruíz y Pavón para estudiar la vida de las plantas en Perú y Chile, y la expedición del doctor Martín Sesse a México, California y Guatemala.

Humboldt organizaría su trabajo en la Nueva Granada, después de una larga estadía como huésped de Mutis en 1801. Se hizo amigo y después sostuvo correspondencia con el principal protegido de Mutis, Francisco José de Caldas.

El interés de la Corona española por mejorar las técnicas mineras y las ciencias geológicas y metalúrgicas, no fue de menor importancia. Ejemplo de esto fue el despliegue de los hermanos Elhuyar, Fausto y José; españoles hijos de padres alemanes, a quienes el conde de Aranda envió a París, Mannheim y Leipzig en 1778, para estudiar lo más avanzado de las ciencias de la tierra en ese entonces. Sus investigaciones en Upsala, Suecia, en 1781, resultaron en el descubrimiento

del tungsteno, lo que les dio renombre en Europa. En 1785, Carlos III le comisionó a Fausto organizar una misión de científicos y mineros alemanes para que introdujeran las técnicas mineras más avanzadas a todas las colonias. A Fausto lo nombraron director general de los Cuerpos Mineros Reales en la Nueva España. Cuando Humboldt llegó a México en 1803, se encontró con que su compañero de la Escuela de Minería de Freiburg en 1792, Manuel del Río, estaba a cargo de la dirección.

Al hermano de Fausto, José Elhuyar, lo enviaron al Perú, donde creó un equipo de personas que incluía al botánico alemán Conde Nordenflicht, quienes serían los anfitriones y colaboradores de Humboldt cuando éste estuvo en Lima a fines de 1802.

A su vez, todas estas redes estaban ligadas directamente a Franklin y a la Sociedad Filosófica Americana. Uno de los rasgos menos conocidos de Franklin es que era un destacado hispanista, interesado en promover corrientes republicanas afines en la América hispana. En Filadelfia, Franklin sugirió formar una colección extensa de escritos de científicos e intelectuales hispanoamericanos. Por su parte, en la América hispana, destacados personajes promovían constantemente los trabajos de Franklin y de la Sociedad Filosófica, especialmente la *Gaceta de Literatura* de Antonio Alzate, en México; el *Semanario* de Caldas, en Bogotá; y el *Mercurio Peruano* de José Hipólito Unanue, en Lima. Alzate, naturista conocido como el primer científico experimental de México, tradujo y publicó los trabajos de Franklin sobre rayos caloríficos, óptica y ondas, y, después, se convirtió en el corresponsal oficial de la Sociedad Filosófica Americana.

En los años que siguieron, Humboldt personalmente ayudó a hacer llegar documentos, periódicos y cartas de importantes figuras estadounidenses a México, Caracas, Bogotá y Lima.

Punto culminante en Filadelfia

Un punto culminante de los 5 años de viajes de Humboldt fue la propia Filadelfia de Franklin, a donde llegó en mayo de 1804. Tras escribirle al presidente Jefferson diciéndole que, "por razones morales, no puedo resistir no visitar los EU", y solicitándole una audiencia, Humboldt se enfrascó en un agitado programa de reuniones y actividades con el núcleo de colaboradores de Franklin (1706-1790) en la Sociedad Filosófica Americana, que éste había fundado en 1743. Entre sus anfitriones, estuvieron el doctor Benjamin Rush, importante físico y firmante de la Declaración de Independencia; el doctor Benjamin Smith Barton, principal botánico estadounidense y autoridad sobre la cultura indígena americana; el doctor Caspar Wistar, director del área de anatomía en la Universidad de Pensilvania, fundada por Franklin, y principal autoridad sobre fósiles en América; y Andrew Ellicott, importante astrónomo y matemático estadounidense. De inmediato, eligieron a Humboldt como miembro de la Sociedad y posó en una fotografía para el célebre doctor Charles Wilson Peale.

Justo un año antes, Jefferson había ordenado que se capacitara a su secretario personal, Meriwehter Lewis, para lanzar la famosa expedición de Lewis y Clark. Rush, Barton, Wistar y Ellicott se encargaron personalmente de capacitar a Lewis en técnicas de trazo de mapas, botánica, astronomía y medicina.

Cuando Humboldt llegó a los EU, Lewis y Clark ya iban rumbo al río Misouri en la primera parte de su travesía de

tres años. Para los seguidores de Franklin en Filadelfia, los recuentos de los estudios y viajes de Humboldt por Centro y Sudamérica les parecían caídos del cielo y se emocionaban ante la posibilidad de que la expedición de Lewis y Clark abriera todo el occidente continental, pero al autor de la expedición misma, el presidente Jefferson, le parecía aún más grandioso. Jefferson invitó a Humboldt a la Casa Blanca para sostener conversaciones y consultas detalladas.

Los viajes de Humboldt a Centro y Sudamérica

Humboldt y su compañero de aventuras, el botánico Aimé Bonpland, partieron de España desde el puerto de la Coruña, el 5 de junio de 1799, evadiendo barcos de guerra británicos que bloqueaban la costa. Regresaron a Europa vía el puerto francés de Burdeos cinco años después, el 3 de agosto de 1804. Sea cual fuere el itinerario que tuvieron en mente al partir, pronto se esfumó en un laberinto de accidentes y circunstancias fortuitas que acompañaron al viaje. Junto con sus logros científicos multifacéticos, estaba su alegre manejo de peligros asombrosos, incomodidades y contratiempos (varias veces se les anunció muertos en algunos periódicos europeos y estadounidenses), lo que hizo de sus viajes toda una sensación para el público estadounidense y europeo en esa época.

Junio de 1799–diciembre de 1800: Venezuela

Después de una escala en las islas Canarias, la nave de Humboldt se dirigió a Cuba. Pero la tifoidea se desató a bordo mientras el barco se aproximaba a la costa sudamericana, y el capitán, en pánico, desembarcó en Cumaná, Venezuela. En este cambio repentino de planes, Humboldt y Bonpland aprovecharon la oportunidad, los siguientes 16 meses, de viajar 1.500 millas por el interior de Venezuela y recolectar cerca de 5.000 especímenes de flora, 3.000 de los cuales eran desconocidos para la botánica europea. Entre los fenómenos que Humboldt estudió de cerca, estaban el uso del hule natural y la fisiología de la anguila eléctrica. Él llevó el veneno *curare* a Europa por primera vez.

Sus viajes, después de cruzar los grandes llanos (savanas) del interior venezolano, lo llevaron a la espectacular anomalía hidrográfica del Casiquiare, un canal natural que une al río Orinoco de Venezuela con el río Negro en la cuenca brasileña. Aquí, Humboldt observó petroglifos en lo alto de un risco que dominaba al río Negro, lo que hizo nacer su fascinación con las culturas precolombinas y su convicción de que, lejos de ser gente primitiva, las tribus

del Nuevo Mundo representaban sociedades avanzadas que habían tenido contacto marítimo transocénico y habían degenerado. Humboldt realizó cuidadosas observaciones de singularidades astronómicas —incluyendo un eclipse solar en octubre y una lluvia de meteoritos en noviembre de 1799, una de las más grandes de que se tenga registro—, junto con observaciones precisas de un terremoto y amplias anotaciones de lo que llamó “mareas atmosféricas”: un aumento y descenso en la temperatura y las mediciones barométricas en cuatro oscilaciones diarias, exactamente a la misma hora, a una completa variación con el calor normal del día (“El mercurio baja de las 9 en punto de la mañana hasta las 4 de la tarde. Entonces, sube hasta las 11, cae de nuevo hasta las 4:30, y sube hasta las 9”).

Diciembre de 1800–marzo de 1801: Cuba

Después de un arriesgado viaje de 25 días, Humboldt y Bonpland desembarcaron en la Havana, Cuba, la “perla de las Antillas Españolas”. También era la capital del esclavismo en la región, controlado sobre todo por los británicos, y Humboldt recabó estadísticas que constituyeron uno de los cuerpos acusatorios de la esclavitud más devastadores que se hayan reunido. “Sería fácil probar”, escribiría Humboldt más tarde, “que en todas las Indias Occidentales, ahora quedan apenas unos 2.400.000 negros y mulatos (libres y esclavos), de los casi 5.000.000 de africanos que se trajeron de 1670 a 1825. Estos cálculos sobre el consumo de la raza humana no incluyen el número de esclavos desafortunados que perecieron en el camino o que fueron arrojados al mar como mercancía dañada”. Humboldt crítico con dureza la escuela británica de Adam Smith por nombre, por presentar la “mayor de las iniquidades” como un “beneficio universal”. Humboldt pensó dirigirse después a los Grandes Lagos de los EU, bajar, y hacer un mapa del Misisipí, atravesar México, e ir a la Filipinas. Pero justo en ese momento llegó a sus manos un periódico que decía que la expedición francesa que casi partiera hacía dos años con Humboldt a bordo desde Francia, se había reorganizado bajo el mando del capitán Baudin, y estaba por zarpar hacia Sudamérica y los Mares del Sur. Humboldt decidió alcanzarlo en Lima, Perú. Así que se dirigió de vuelta a Sudamérica.

Una abundante cosecha científica

Humboldt partió para el Nuevo Mundo con no menos de 40 paquetes con instrumentos. Traía los diseños más avanzados disponibles de la *Ecole Polytechnique* de París, y Humboldt sabía como usarlos. Algunas de las descripciones que hace Humboldt de sus viajes son divertidas y a la vez inquietantes; una de las razones de su gran popularidad años después. Pero la interacción de Humboldt con las corrientes de

Franklin y Carlos III en la América hispana, produjo tal explosión de mediciones e hipótesis nuevas, que se convertirían en una de las más grandes cosechas científicas de toda la historia.

Entre sus logros más notables, descritos en los 30 volúmenes que, o escribió directamente, o hizo que otros elaboraran basados en sus investigaciones y las de Bonpland, se encuentran:

- La elaboración de la primera representación gráfica de

Marzo de 1801-marzo de 1803

A su llegada a Cartagena, Colombia, los dos viajeros se embarcaron en lo que se alargaría a dos años de viaje por la "columna vertebral de Sudamérica", el gran corredor de volcanes conocido como los Andes. Aquí florecieron el conocimiento y las investigaciones de Humboldt en la geografía de las plantas, los fenómenos volcánicos de todo tipo—ahí rompió de forma definitiva con la escuela "neptunista" de geología, que sostenía que toda la formación de rocas era fundamentalmente sedimentaria—, y de las múltiples facetas de la historia, la arqueología y la etnografía de las civilizaciones indias americanas. También dominó el montañismo de altura y estableció una marca mundial en las laderas del Chimborazo, en Ecuador, que nadie superó por 30 años.

Fue en Quito, Ecuador, en junio de 1802, que Humboldt descubrió que su esfuerzo por alcanzar la expedición de Baudin fue en vano; Baudin regresó al este por el Atlántico Sur, para circunnavegar el globo vía África, en vez de hacerlo por el oeste, vía la costa del Pacífico de Sudamérica.

Tras sus hazañas de montañismo, los viajeros se encaminaron hacia el sur, cruzando la Cordillera de los Andes, a las tibias aguas del Amazonas por un corto tiempo; y volviendo a cruzar entonces hasta Cajamarca, donde Humboldt vio que la aguja de su compás se balanceaba de norte a sur: fue la primera determinación de un valor exacto (en la inclinación de la aguja) para el "ecuador magnético", y serviría como norma mundial de la medición por 35 años.

Poco después, en las montañas de Trujillo, Perú, los viajeros vieron por primera vez el Pacífico. Pasaron 2 meses aburridos empacando y enviando sus colecciones a México y Europa, pero Humboldt aprovechó el tiempo para realizar observaciones del tránsito de Mercurio cruzando el Sol, para establecer con exactitud la longitud del puerto de Lima, Callao, también por primera vez.

Humboldt decidió proceder de ahí a la más avanzada de las posesiones españolas en las Américas, la Nueva España (México). Viajando en barco, en una escala en Guayaquil, Ecuador, hizo mediciones de la gran corriente fría de esa parte de la costa sudamericana, que viene del norte, misma que desde entonces se conoce en la geografía mundial

como la Corriente de Humboldt; a pesar de las propias protestas reiteradas de Humboldt de que de ningún modo él la había descubierto, sino que sólo la había investigado.

Marzo de 1803-abril de 1804: México

Humboldt y sus acompañantes (Carlos de Montúfar, hijo del gobernador de la provincia de Quito, se había unido a la expedición en los Andes) viajaron relativamente poco en México, en relación a las grandes distancias de las fases anteriores de la expedición. Pero Humboldt llevó a cabo la investigación más completa de todo el viaje, con un acceso sin precedentes a los archivos del vicerreinato concernientes a sus recursos naturales, su gobierno, sus ingresos y egresos, y mucho más. Sus viajes personales lo llevaron a centros de minería en Taxco, Real del Monte y Guanajuato, en compañía de sus viejos amigos de la Escuela de Minería de Freiberg.

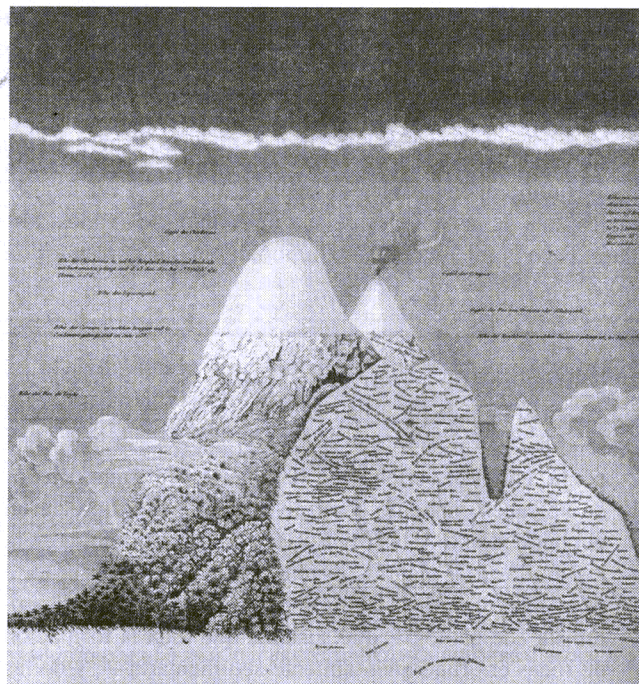
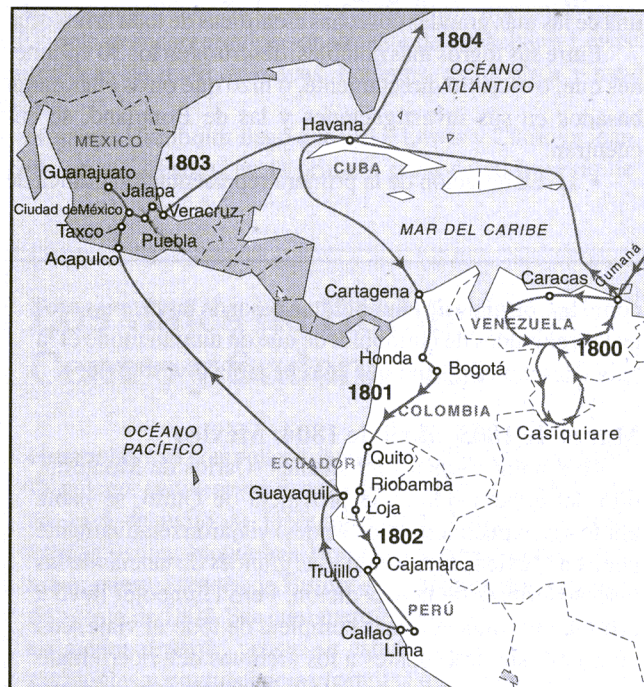
Y no podía pasar por alto los grandes volcanes de México, entre ellos el volcán Jorullo que empezaba a nacer levantándose en unos campos de maíz desde hacía sólo unos 40 años antes. El resultado fue un tratado de geografía política que estableció una norma mundial para ese tipo de escritos en la época: *Ensayo político del reino de la Nueva España*.

Abril de 1804-agosto de 1804: Cuba y los EU

Humboldt había pensado seguir hacia el oeste desde México para completar la circunnavegación del globo. Pero, en cambio, se dirigió a Europa. Sus razones, como lo expresara en una carta de la época, fueron: "El estado lamentable de nuestros instrumentos, lo vano de nuestros esfuerzos por remplazarlos, la imposibilidad de reunirnos con el capitán Baudin, la falta de un barco que pudiera llevarnos a las islas encantadas del Pacífico Sur, pero sobre todo la urgente necesidad de emparejarnos con el rápido avance de la ciencia que debió haber durante nuestra ausencia, son los motivos para abandonar nuestro proyecto de regresar vía las Filipinas y por el Mar Rojo a Egipto. . ."

En cambio, después de un breve alto en la Havana, se desvió para ver los EU de América y a su presidente, Thomas Jefferson. Finalmente vería costas europeas de nuevo el 3 de agosto de 1804.

Los viajes de Humboldt por las Américas



Corte vertical del monte Chimborazo según Humboldt, que muestra la distribución de diferentes plantas a diferentes alturas.

la medición transversal de altitudes para grandes masas de tierra.

- Sus escritos y esquemas gráficos para representar la distribución espacial de la flora por zonas ecológicas, que fueron revolucionarios (ver su ilustración del intrincado mosaico de zonas de flora a diversas altitudes del pico más alto del Ecuador, el Chimborazo). Preciso más la idea de que las altitudes mayores en los trópicos se asemejan a las latitudes ascendentes hacia los polos: viajar 50 millas desde la costa de Ecuador hasta la cumbre de los Andes, era el equivalente, en términos de zonas de fauna y flora, a viajar 5.000 millas al norte o al sur.

- Fue el primero en Desarrollar la teoría y el uso riguroso de los isotermas e isobaras para representar geográficamente extensas mediciones barométricas y de temperatura a través del tiempo.

- Entre los cientos de mediciones geomagnéticas importantes que hizo, descubrió el “ecuador magnético” en Cajamarca, Perú (donde la aguja de su magnetómetro oscilaba de norte a sur), estableció el valor raíz de las mediciones escalares geomagnéticas que se adoptaron a escala mundial, hasta que Gauss desarrolló una magnitud escalar absoluta en condiciones de laboratorio a fines de los 1830. Gauss prestó atención al abundante material de mediciones de Humboldt, y después trabajaron juntos en el establecimiento de la primera organización internacional encargada de recolectar información geomagnética, la *Magnetische Verein* (la Unión Magnética).

- Humboldt también abrió líneas *culturales e históricas* de investigación. Sacudió a Europa al demostrar que las civilizaciones precolombinas habían sido civilizaciones avanzadas; que lo que parecían pueblos “primitivos” podría más bien reflejar la degeneración de culturas anteriores más avanzadas; que probablemente hubo un contacto transoceánico, en particular entre Asia y las Américas, en períodos que se remontan a varios miles de años atrás. Restituyó la imagen de Colón como navegante y explorador sin parangón, cuando la “Ilustración” denigraba la propagación de los modelos renacentistas de estadismo y científicos con tanta zaña como lo hacen ahora.

El regreso a una Europa en guerra

Humboldt tenía 34 años cuando regresó a Europa en 1804, de sus 5 años de viajes por el Nuevo Mundo. Regresó a una Europa sumergida en la guerra durante su ausencia, de la cual no saldría en 10 años más. Tras el Congreso de Viena en 1815, los regímenes reaccionarios instalados por Gran Bretaña y los paniaguados de Metternich en toda Europa continental, trataron de aplastar cualquier actividad consistente con los ideales y el ejemplo de la lucha por la república de los EU.

A Humboldt se le celebró en toda Europa por los exóticos sitios que visitó en sus arriesgadas exploraciones (en la prensa se informó de su muerte en varias ocasiones). Él escogió a París como su cuartel general durante los siguientes 23 años, a pesar de acusaciones de deslealtad a Prusia debido a las guerras napoleónicas. Pero Humboldt necesitaba los recursos intelectuales e institucionales que se concentraban en la círcu-



Las vívidas descripciones de cómo los Andes reúnen en el mismo lugar exuberantes tierras tropicales y los más altos picos cubiertos de nieve, inspiraron a muchos pintores del siglo 19, como Frederic E. Church, a peregrinar al Ecuador y Perú para pintar los paisajes que Humboldt describió. "Las palmas de Tamaca", de Church.

los de la *Ecole Polytechnique* de París para publicar los 30 volúmenes de descubrimientos científicos y culturales de sus viajes.

Al hablar ante una reunión expresamente convocada por el Instituto de Francia unos meses después de su regreso a Europa, Humboldt dijo:

"Mi objetivo es recolectar ideas, más que objetos materiales. Una sola persona que, con medios moderados, emprende un viaje alrededor del mundo, debe limitarse a las cuestiones de mayor interés. Estudiar la formación de la tierra y sus estratos, analizar la atmósfera, medir con instrumentos sensibles la presión, temperatura, humedad, cargas eléctricas y magnéticas, observar la influencia del clima en la distribución de las plantas y animales, relacionar la química con la fisiología de los seres organizados, eran los objetivos que me había propuesto".

Humboldt cumplió con sus objetivos al publicar los resultados de su viaje, que incluían 1.425 ilustraciones y mapas, muchos pintados a mano. La empresa le costó a Humboldt lo que le quedaba de su fortuna personal.

¿Por qué París? Esta era una pregunta que le haría su hermano Guillermo cuando en 1808 comenzaron las Guerras de Liberación de Prusia contra los ejércitos de Napoleón, y el propio hijo de Guillermo, Teodoro, iría después al frente. ¿Por qué permaneció Alejandro en la capital del enemigo?

Aunque Napoleón se autoproclamó patrono de las ciencias y contaba con los medios para mantener a las instituciones

científicas de Francia mejor dotadas que cualquier otro país de Europa en ese entonces, y a pesar de este florecimiento nominal de la ciencia, en realidad hubo una campaña contra la *figura esencial del estadismo republicano y las ciencias*, Lázaro Carnot (1753–1823), fundador de la *Ecole Polytechnique* y "arquitecto de la victoria" al salvar a Francia de los ejércitos invasores en 1794. Nada ejemplifica esto mejor que la elección de los nuevos miembros de la División de "Primera Clase" del Instituto de Francia en 1799. Se despidió a Carnot de forma sumaria y se le orilló a un virtual exilio interno los siguientes 15 años; Napoleón arregló ¡que se le nombrara a él para ocupar el lugar de Carnot!

Es más, quienes dirigían al Instituto eran una mafia de aduladores de Napoleón y newtonianos obsecados, encabezados por el químico Claude Louis Berthollet

y el astrónomo Pierre Simon de Laplace (1749–1827), y un pequeño comité controlaba el patronato de toda la clase científica francesa, la Sociedad Arcueil.

Pero el genio de Humboldt fue usar las facilidades que le brindaba París —se hizo miembro de la Arcueil Society y, en 1810, asociado externo del Instituto de Francia— para consolidar su propia eminencia científica, mientras patrocinaba círculos científicos, tanto en Francia como en Alemania, que romperían con la opresión del newtonianismo de la Ilustración y restablecerían el método de Cusa, Kepler y Leibniz.

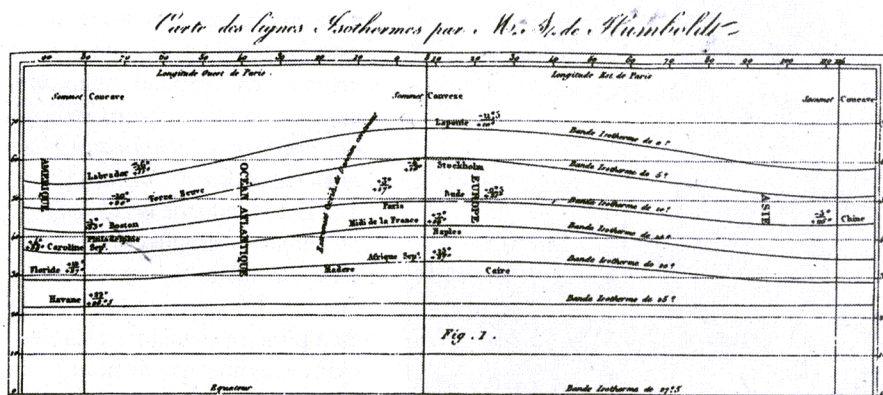
‘¿Está usted interesado en la botánica, Monsieur?’

Es cierto que Humboldt y Napoleón no eran muy afines que digamos. En una famosa reunión justo antes de que lo coronaran emperador en diciembre de 1804, Napoleón volteó a verlo y le preguntó, "¿Está usted interesado en la botánica, Monsieur?". Humboldt contestó que sí. "Bueno, también a mi esposa", fue la repuesta cortante de Napoleón antes de darse la media vuelta.

En 1810, Napoleón le ordenó a Savary, el ministro de Policía, que expulsara a Humboldt de París antes de 48 horas, bajo la sospecha de que era un espía prusiano. La orden se canceló por la intervención del ministro del Interior, Chaptal.

Durante sus primeros 10 años en París, Humboldt vivió en las habitaciones de la *Ecole Polytechnique*. Sus allegados, una generación más jóvenes que él, formaban parte de las

World chart showing isothermal lines, first devised by Humboldt in 1817



Humboldt diseñó el concepto de líneas isotérmicas, una tabla que une temperaturas promedio iguales, como forma de comparar diferentes condiciones climáticas de alrededor del mundo.

primeras generaciones de graduados de la *Ecole* (fundada en 1794), cuando fue mayor el papel de Carnot ahí. Entre estos, se encontraba el químico Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) y, en especial, Dominique François Arago (1786–1853).

El trabajo de Arago, primero con Agustín Fresnel (1788–1827), en el establecimiento de la teoría ondulatoria de la luz, y después con André Marie Ampère (1775–1837), en el desarrollo del electromagnetismo, fue lo que eliminó el yugo newtoniano del círculo de la Arcueil y mantuvo viva la ciencia fundamental en Francia durante la Restauración.

De igual modo, en Alemania, Carl Friedrich Gauss (1777–1855) demostró la superioridad del método de Kepler sobre el de Newton en su famoso cálculo de la órbita del asteroide Ceres en 1801. Así como Arago era colaborador y amigo

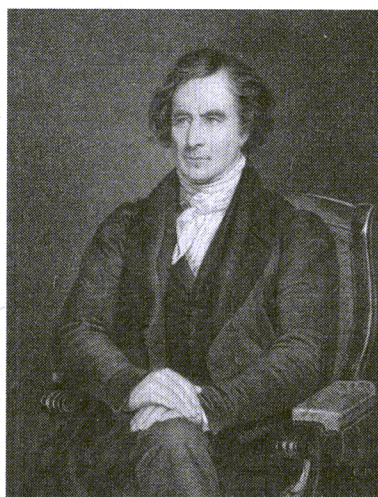
aquellos que comparten mi admiración por su grandes y variados talentos”.

En 1837, cuando el yerno de Gauss fue uno de los “siete de Gotinga” expulsados por órdenes de los amos británicos del ducado de Brunswick, Humboldt intervino en secreto para que a cuatro de ellos se les contratara en la Universidad de Berlín. Humboldt mismo era vigilado por las policías políticas secretas que le abrían su correspondencia y lo espían desde los 1820 en París, y en los 1840 y 1850 en Berlín. Finalmente, optó por escribir sus comentarios más íntimos ¡en hebreo o en sánscrito!

Hay dos incidentes del período de las guerras napoleónicas que describen lo precaria que era la sobrevivencia de la ciencia republicana en esos años, y qué tan esencial fue el papel de Humboldt para salvarla. En el invierno de 1806–1807, cuando ya Napoleón había asegurado una victoria aplastante contra los ejércitos prusianos en Jena, y la corte

ESSAI
SUR LA
GÉOGRAPHIE DES PLANTES;
ACCOMPAGNÉ
D'UN TABLEAU PHYSIQUE
DES RÉGIONS ÉQUINOXIALES,
Fondé sur des mesures exécutées, depuis le dixième degré de latitude boréale jusqu'au dixième degré de latitude australe, pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803.
PAR
AL. DE HUMBOLDT ET A. BONPLAND.
RÉDIGÉ PAR AL. DE HUMBOLDT.
A PARIS,
CHEZ LEVRAULT, SCHOELL ET COMPAGNIE, LIBRAIRES.
1805.

Portada del Ensayo sobre la geografía de las plantas, de Humboldt y Bonpland, publicado en París en 1805. Humboldt le dio nueva riqueza y dimensiones al entendimiento de que un aumento en la altura semeja los cambios en el clima, la flora y la fauna de latitudes cercanas a los polos.



François Arago, el gran aliado y amigo personal de Humboldt, en la tradición de la *Ecole Polytechnique* francesa. Humboldt y Arago, junto con Fresnel y Ampère, combatieron el rígido newtonianismo de los lacayos científicos de Napoleón.

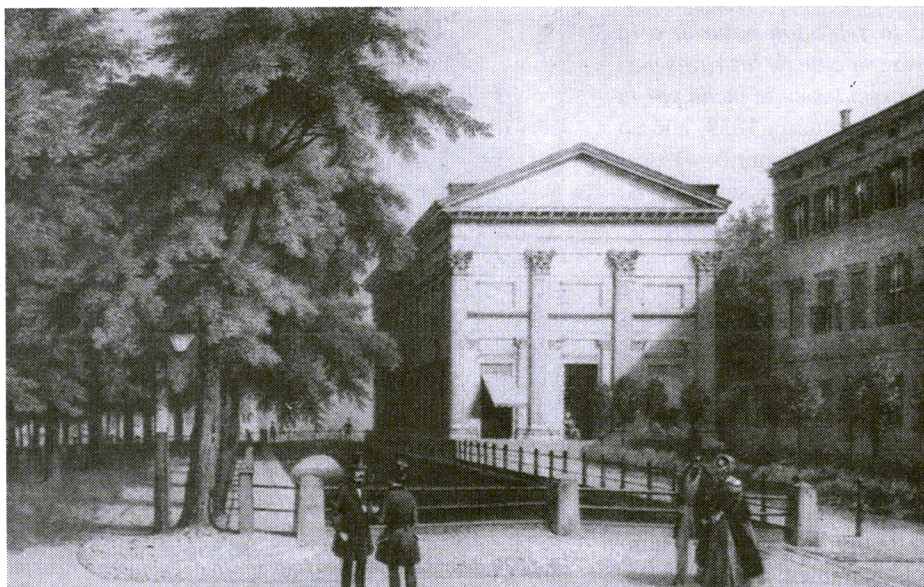
de Prusia huyó al este, Humboldt intercedió ante las autoridades francesas a favor de la Universidad de Halle, que Napoleón quería destruir en castigo a la pasión patriótica de sus estudiantes, y, en el último momento, la salvó. Las cosas cambiaron 7 años después, cuando los Aliados entraron triunfantes a París, a principios de 1814, y de nuevo fue Humboldt quien intercedió, ahora ante las autoridades prusianas, para salvar del saqueo al Museo de Historia Natural de Francia.

‘Desde reyes hasta albañiles’

A fines de los 1820, Humboldt gozaba de tal renombre que creyó poder desafiar la represión de la Restauración posnapoleónica contra el desarrollo republicano de la ciencia. En 1827, regresó a Prusia y de inmediato lanzó una de las ofensivas culturales más importantes de la época. En pocos meses, organizó una serie de disertaciones públicas en una de las salas más prestigiadas de Berlín, la *Singakademie*, basada en otra serie de disertaciones similares, más extensas, circunscritas a la Universidad de Berlín. El 6 de diciembre de 1827, se realizó la primera de 16 charlas semanales ante una sala abarrotada, que incluía a miembros de la realeza, comerciantes, estudiantes y —en una total innovación para la época— mujeres. Los cronistas contemporáneos contaron cómo todo mundo estuvo allí, “desde el Rey hasta albañiles”.

Humboldt, desde hacía 30 años, ya había declarado su objetivo de crear una calidad de ciudadanía que sería un medio para la defensa y transmisión del progreso científico. En una carta que Humboldt le escribió a su amigo Johann Gabriel Wegener, en 1789, dijo:

“Acabo de regresar de un paseo por el zoológico. Rodeado por la alegría mas inocente y pura de miles de criaturas que (¡feliz remembranza de la filosofía de Leibniz!) se regocijan en su existencia. . . Creerías que entre las 145.000 personas que viven en Berlín, difícilmente encontrarás cuatro que cultiven esta parte de las ciencias naturales —aunque sólo sea como pasatiempo o diversión—. Y para cuántos esto no los llevaría a una vocación o profesión; doctores y en especial estudiantes de economía desdichados. Cuando aumenta la población y, junto con ella, el precio de los bienes de consumo, cuando la población termina cargando con el peso de una economía destrozada, más que nunca debemos pensar en abrir nuevas fuentes de abasto de alimentos que satisfagan las necesidades que nos afligen por todas partes. Cotidianamente, es-



Las disertaciones de Humboldt de 1828 en la Singakademie de Berlín, representaron una revolución en el estadismo. Estaba empeñado en impartir una pasión por la curiosidad científica a los niveles más humildes de la sociedad, y en forjar una ciudadanía en torno al apetito por el progreso científico.

tamos parados sobre “recursos” que ahora importamos de distintas partes del mundo, hasta que alguien los descubre, después de muchas décadas, por accidente; pero entonces llega alguien más y entierra de nuevo el descubrimiento, o, raras veces, lo difunde ampliamente. Por doquier, veo que el entendimiento humano cae en algún error, donde sea cree haber encontrado la verdad, y piensa que ya no queda nada más por mejorar, nada más por descubrir. . . Esto es cierto en la religión, en la política, dondequiera que prevalezca la opinión popular. No, los grandes descubrimientos, que yo mismo he encontrado sepultados en los escritos de biólogos de la antigüedad, que se han verificado en los tiempos modernos por doctos químicos y especialistas, han traído estas ideas a mi mente. *¿De qué sirve cualquier descubrimiento, si no hay forma de hacerlo inteligible al profano?*”

En el estrado de la *Singakademie*, Humboldt desarrolló el tema de las disertaciones en términos inconfundibles, que después plasmaría en su obra maestra, *Cosmos*: “Al sostener que la raza humana es una, nos oponemos al desagradable supuesto de que hay razas superiores e inferiores”. Algunos pueblos tienen mayor acceso a la educación y al “ennoblecimiento cultural” que otros, pero “no hay razas inferiores. Todas están predestinadas por igual a alcanzar la libertad”.

No debería sorprendernos que la perspectiva contraria, encarnada por Charles Darwin, no tuvieran ningún tipo de aceptación durante los 30 años en que las ideas propuestas por Humboldt en sus disertaciones de Berlín, consolidadas por la publicación de su *Cosmos*, se apoderaron de Europa. Darwin no pudo publicar *El origen de las especies, por medio*

de la selección natural, o la preservación de las razas más favorecidas en la lucha por la vida, sino hasta 1859, año en que Humboldt murió.

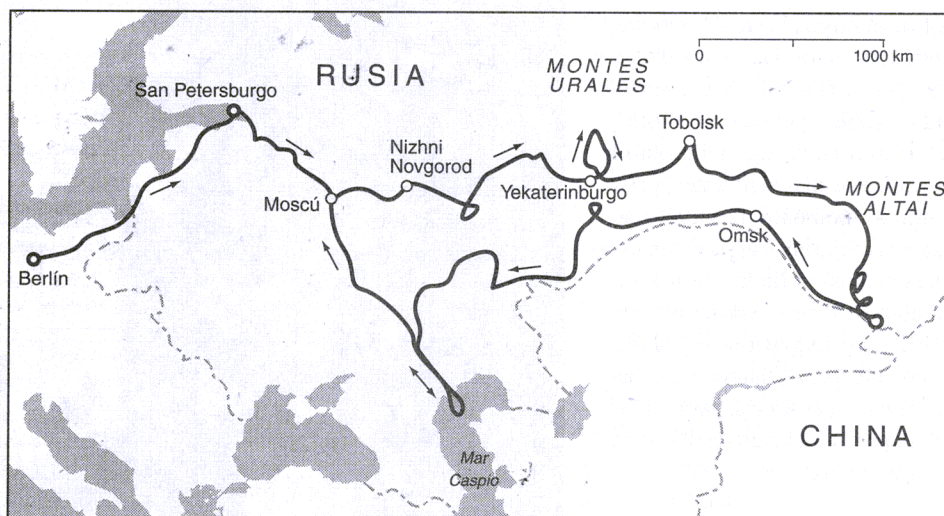
La primera disertación de Humboldt fue sobre la perspectiva de los antiguos griegos del orden interdependiente de las cosas, el *Kosmos*. La segunda abordó las contribuciones del renacimiento árabe. Apartándose de manera radical de la "geografía descriptiva" convencional, que consideraba a la superficie de la Tierra como su dominio, Humboldt también hizo una descripción detallada de los fenómenos celestes. Se extendió al recién descubierto fenómeno de las estrellas dobles, último resultado de la óptica astronómica y los fenómenos de interferencia, los volcanes en la Luna, los meteoros y las manchas solares. Su objetivo era integrar realmente al cosmos. En el trabajo que se desprendió de las disertaciones, escribió:

"Al unificar, bajo una sola perspectiva, tanto los fenómenos de nuestro propio globo como aquellos que se presentan en regiones del espacio, abarcamos los límites de la ciencia del cosmos, y convertimos la historia física del globo en la historia física del universo".

En *Cosmos*, que vio la luz 18 años después, Humboldt dedica una parte sustancial del segundo volumen a examinar cómo se estimula el interés de la humanidad en el estudio de la naturaleza (toma como ejemplo el trabajo de los paisajistas, los que escriben sobre historia natural y el cultivo de plantas exóticas en los jardines), y concluye con una investigación acerca de "la diversidad de medios por los que la humanidad cobra posesión intelectual de una gran parte del universo".

En dicha "historia de la contemplación física del universo" Humboldt pide prestarle atención a la "inclinación presente y a la vívida actividad de espíritu que animaron a Platón, Colón y Kepler", e identifica a continuación un objeto de investigación de tres partes:

"1) Los esfuerzos independientes de la razón por adquirir el conocimiento de las leyes naturales, mediante una consideración meditada de los fenómenos de la naturaleza. 2) Los acontecimientos en la historia del mundo que de repente ampliaron el horizonte de la observación [aquí, Humboldt toma como casos paradigmáticos las conquistas de Alejandro Mag-



En 1829, Humboldt aceptó una oferta del gobierno ruso para, finalmente, hacer un viaje al corazón de Asia Central. Se había afanado por conseguir el respaldo del gobierno británico para visitar el subcontinente Indio, cruzar los Himalayas y el Hindukush, y de ahí, el Asia rusa. Humboldt vio esto como el equivalente en el Viejo Mundo del alcance de sus viajes por la América española, 25 años antes. Pero los británicos se empeñaron en evitar cualquier proyecto humboldtiano que pudiera amenazar su control colonial, y obstaculizaron su petición.

Los extenuantes 8.000 km de viaje de Humboldt en una sola temporada, en carruaje y en bote, por los extensos territorios de Rusia, no obstante, rindieron una fuente inagotable de conocimiento científico y prefiguraron la perspectiva del desarrollo del "Puente Terrestre Eurasiático" actual.

no y las exploraciones de Colón]. 3) El descubrimiento de nuevas formas de percepción sensible, así como el descubrimiento de nuevos órganos con los que el hombre ha podido acercarse más, tanto a los objetos terrestres como a las remotas regiones del espacio".

Aquí, Humboldt ahonda en la historia del desarrollo del telescopio, el microscopio, el compás y, "los diferentes artefactos inventados para medir el magnetismo terrestre, el uso del péndulo como medida del tiempo, el barómetro, el termómetro, aparatos higrométricos y electromagnéticos, y el polariscopio".

En resumen, escribe:

"La historia de la civilización de la humanidad comprende en ella la historia de los poderes fundamentales de la mente humana, y, también, por tanto, los trabajos en los que estos poderes se han revelado en las diferentes áreas de la literatura y el arte.

El amigo de Goethe, Karl Friedrich Zelter, le escribió comentándole de la serie de disertaciones sensacionales de Humboldt en la *Singakademie*: "Ante mí, estaba un hombre de mi afición que entrega lo que tiene sin mirar a quien, un orador desprovisto de trucos o pensamientos rebuscados. . .".

Otro que se carteaba con Goethe, Karl von Holtei, estaba igual de atónito: "Ochocientas personas contenían el aliento para escuchar hablar a alguien. No existe impresión más elevada que ver al poder terreno rindiendo homenaje al espíritu;

y ya a ese respecto, la actividad actual de Humboldt en Berlín pertenece al fenómeno más sublime de la época”.

Regreso a América

Durante la época de las guerras napoleónicas y los consecuentes bloqueos marítimos, era poco lo que Humboldt podía hacer para mantener su contacto con los círculos en las Américas. Pero siempre tuvo presentes los sentimientos que plasmó en su carta de despedida a Jefferson en 1804. Entonces escribió:

“Me voy con el consuelo de que el pueblo de este continente marcha a pasos agigantados hacia el perfeccionamiento de un Estado social, mientras Europa presenta un espectáculo inmoral y melancólico. Me complazco en la esperanza de disfrutar de nuevo de esta experiencia consoladora, y simpatizo con usted en la esperanza. . . de que la humanidad pueda obtener grandes beneficios del nuevo orden de cosas que se verá aquí. . .”

En los 1820, reafirmó su compromiso personal con la sobrevivencia y prosperidad de las nuevas repúblicas que surgían en todas las Américas. Humboldt era incansable en su correspondencia; llegó a escribir hasta 3.000 cartas al año, “enviadas a ambos hemisferios”, como él mismo decía.

En 1821–1822, un grupo de financieros franceses abordó a Humboldt para que los asesorara en un gran proyecto minero en México. Humboldt vio esto como el trampolín para cosas más grandes, y le escribió a su hermano Guillermo sobre el proyecto:

“... puede resultar útil para los mejores naturalistas que, como yo, quieran salir de Europa. . . Tengo un gran plan para un Instituto Central de Ciencias Naturales en México que serviría a toda la porción liberada de América. El virrey mexicano será remplazado por un gobierno republicano, y tengo en mente terminar mis días de la manera más agradable y, para la ciencia, la más útil. . . *Este es mi deseo* [énfasis en el original]. . . el reunir a mi alrededor a un grupo de letrados y *disfrutar de la libertad de pensamiento y de sentimientos tan indispensables para mi felicidad*. . . Puedes reírte de mi proyecto mexicano, pero sin familia ni hijos, uno debe planear con antelación cómo hacer su vejez lo más llevadera posible. . . Todas las cartas de Alemania están censuradas.

La inestabilidad política en México, y una transferencia sospechosa del cartel minero a Londres, evitaron que el plan fructificara. En cambio, Humboldt enfocó sus energías en regresar a Berlín, en el lanzamiento de su *Cosmos Manifesto* (Manifiesto sobre el Cosmos), en las disertaciones en la *Singakademie*, en auspiciar la primera conferencia científica internacional, con 600 científicos (un proyecto personal de Humboldt), y en viajar durante 8 meses por el Asia rusa:

La ciencia estadounidense: Humboldt y Bache

Desde los 1830, hasta su muerte en 1859, Humboldt se



Alexander Dallas Bache en el campo, circa 1858. A Bache, el bisnieto de Franklin, lo enviaron los patriotas del Sistema Americano a reunirse con Humboldt y Gauss, y a reconectar el rumbo científico y educativo de América con el círculo de Humboldt.

concentró de manera muy especial en preparar la siguiente generación de científicos e intelectuales de los EU, capaces de reanimar la promesa de los primeros años de la República estadounidense, que había resurgido por un breve período durante la presidencia de John Quincy Adams. Ahora, encaminándose a la Guerra Civil, esta generación enfrentaba condiciones internas adversas, y a gobiernos restauracionistas en Europa, todos hostiles a su sobrevivencia.

La mejor óptica para ver el carácter de este período, es la relación de Humboldt con Alexander Dallas Bache (1806–1867), bisnieto de Franklin. Los círculos de la Sociedad Filosófica Americana (1836–1838) enviaron a Bache—graduado como primero de su clase en West Point en 1825, quien más tarde fuera director de Planimetría Costera y Geodésica Estadounidense, y fundador y primer presidente de la Academia Nacional de Ciencias—por 2 años a Europa, 1836–1938, para que trajera el trabajo científico y los métodos de enseñanza de los círculos de Gauss y Humboldt a los EU—a su regreso, fundaría la primera preparatoria pública de los EU al sur de Nueva Inglaterra y la Preparatoria Central de Filadelfia, en base a esos principios—. Bache visitó 278 escuelas de 7 países, así como también minas, canteras, fundidoras de hierro, talleres de teñido, gaseras y otros establecimientos industriales y de infraestructura.

Bache comentó su primera visita a Humboldt, a principios de 1837, en su diario:

“Fui a ver al barón Humboldt, con quien tenía una cita. Estuve dos horas con él, en las que la gran variedad de ideas y temas fue realmente abrumadora y lo dejé con dolor de cabeza [!]”.

Humboldt lo puso en contacto con el encargado del Observatorio de Berlín para obtener mejores instrumentos de medición del magnetismo terrestre, y, más tarde, después de que Bache estuvo con Gauss en Gotinga, éste personalmente diseñó algunos de estos instrumentos para él.

En su discurso magistral en ocasión de una ceremonia especial por la muerte de Humboldt en 1859, ante la Sociedad Americana de Geografía y Estadística, Bache transmitió la profunda influencia que Humboldt ejerció a lo largo de los años:

“A él le encantaba hablar de la gente que conoció ahí [en Filadelfia, en 1804] y de la grandeza del país del que forma parte esa ciudad. Habiendo realizado la mayor parte de sus trabajos en este continente, esperaba verse recompensado por él, y sentimos que era... casi un americano”.

En el mismo discurso, Bache reveló que Humboldt y Arago habían sido esenciales al intevenir en defensa de su trabajo en Planimetría Costera contra sus enemigos políticos en los EU a mediados de los 1840.

Muchos alemanes, que huyeron de los Decretos de Carlsbad en Prusia hacia los EU, en la generación posterior a 1815, trajeron consigo los escritos y la influencia intelectual de Humboldt. Con el establecimiento de viajes regulares de barcos de vapor entre Europa y América en 1838, se volvió interminable el desfile de visitantes estadounidenses a Humboldt. Entre ellos, había patriotas que fungían de hecho como agentes de inteligencia a favor de la sitiada República estadounidense, como Samuel F.B. Morse y Washington Irving.

Humboldt apoyó, por un lado, la *Zollverein* (Unión Aduanera) de Federico List y los primeros planes para construir el ferrocarril de Beuth y Rother en Alemania (convenciendo al rey Federico Guillermo IV de las bondades del proceso revolucionario del hierro fundido, de Von Krupp), pero también ayudó en la primera etapa del proyecto de construcción del gran ferrocarril transcontinental de los EU, posteriormente emprendida por Lincoln: la ruta de la expedición realizada por el teniente A.W. Whipple.

‘Propiedad común de toda la humanidad’

“Cada época sueña con haberse aproximado más al punto culminante del reconocimiento y comprensión de la



Humboldt en su biblioteca, en los últimos años de su vida. Uno de sus muchos visitantes americanos dijo que, “fui a Berlín, no a ver sus museos y galerías... su ópera y su teatro; sino para hablar con el más grande hombre del mundo: Alejandro de Humboldt”.

naturaleza... Una convicción más alentadora y más acorde con el gran destino de nuestra raza, es que las conquistas ya obtenidas constituyen sólo una parte insignificante de aquellas que obtendrá la humanidad libre en las eras futuras, producto del progreso en la actividad mental y su cultivo generalizado. Cada conocimiento alcanzado por medio de la investigación, no es más que un paso en el logro de cosas mayores en el curso extraordinario de las tramas humanas...

“Las fuerzas cuyo funcionamiento silencioso en la naturaleza elemental y en las células delicadas de los tejidos orgánicos, que todavía escapan a nuestros sentidos, en un tiempo futuro, cuando se les reconozca, emplee y despierte a una actividad superior, entrarán a la esfera de la cadena interminable de medios que le permiten al hombre someter a su control los dominios separados de la naturaleza, y acercarse a un reconocimiento más animado del universo en su conjunto”.

De esta forma concluyó Humboldt el segundo volumen de su *Cosmos*. Su vida irradió una cualidad generosa al promover el trabajo de otros, sin considerar nunca una amenaza los logros ajenos, sino como otro paso en esta empresa más grande. Humboldt escribió:

“La ciencia es el trabajo de la mente aplicado a la naturaleza, y aquello que se ha adquirido por medios tan diferentes —por la aplicación ingeniosa de los supuestos atómicos, por el estudio más general e íntimo de los fenómenos, y por el mejoramiento en la construcción de nuevos aparatos—, es propiedad común de toda la humanidad”.

De igual manera, denunció la idea de que la prosperidad de otras naciones pudiese constituir una amenaza, más que un beneficio: el propio (un axioma de la escuela geopolítica británica de Mackinder y Haushofer que contribuyó sobremanera a las políticas británicas subyacentes que llevaron a la Primera y Segunda Guerras Mundiales). “Sería un prejuicio pernicioso, hasta impío diría yo”, escribió una vez, “el percibir que la decadencia o la ruina de la vieja Europa favorece el bienestar de cualquier otra región de nuestro planeta”.

Al final del primer volumen de *Cosmos*, lleva al lector, de aquello que se contempla, a aquello que contempla: de los dominios de lo inanimado y de lo vivo, al cognoscitivo. Así como la conclusión de la tesis de rehabilitación de Bernhard Riemann unos años después —que rememora las palabras de Humboldt—, afirma el carácter ontológico superior de los procesos físicos en relación a cualquier representación matemática formal de dichos procesos, Humboldt también rinde el conjunto de su obra sobre la naturaleza y la historia natural, a la ciencia superior de la mente humana.

Empieza citando a su querido hermano Guillermo:

“Si hemos de señalar una idea que a través de toda la historia ha extendido cada vez más su imperio, o que, más que ninguna otra da testimonio de la muy debatida y, no obstante, más indiscutiblemente incomprensible perfectibilidad de toda la raza humana, es aquella de establecer nuestra humanidad común; de luchar por derribar las barreras que los prejuicios y las perspectivas estrechas de todo tipo han levantado entre los hombres, y tratar a toda la humanidad, sin distinción de religión, nacionalidad o color como una fraternidad, una gran comunidad, capaz de lograr un objetivo: el desarrollo irrestricto de sus potencialidades físicas. Este es el objetivo último y más elevado de la sociedad, idéntico a la orientación que la naturaleza inculcó en la mente del hombre hacia la extensión indefinida de su existencia. Él contempla la Tierra en todos sus límites y los cielos, hasta donde su vista puede escudriñar sus brillantes y estrelladas profundidades como internamente suyas, dadas a él como objetos de su contemplación y como el campo para el desarrollo de sus energías. . .

“Con estas palabras, que derivan su encanto de lo más recóndito del sentimiento, permítasele a un hermano concluir esta descripción general de los fenómenos naturales del universo. De las nebulosas más remotas y de las estrellas dobles que se revuelven, hemos descendido hasta los organismos más diminutos de la creación animal, ya manifiestas en las honduras del océano o en la superficie de nuestro globo, y a los delicados gérmenes vegetales que visten las pendientes desnudas de la cumbre coronada de hielo de la montaña; y aquí hemos podido disponer estos fenómenos conforme a leyes sólo en parte conocidas; pero otras leyes de naturaleza más misteriosa gobiernan las esferas más altas del mundo orgánico que comprende a la especie humana en toda su varia-

da conformación, su capacidad intelectual creadora y los lenguajes a que ha dado origen. La delineación física de la naturaleza termina donde comienza la esfera del intelecto, y se abre ante nuestros ojos un nuevo mundo de la mente”.

Timothy Rush, con estudios sobre Iberoamérica, ha sido miembro activo en el trabajo político y de inteligencia del movimiento de Lyndon H. LaRouche en los últimos 28 años. Su última contribución de fondo a la revista científica 21st Century fue “Henry the Navigator and the Apollo Project” (Enrique el navegante y el proyecto Apolo), en el número del verano de 1992. Énfasis añadidos, excepto donde se indique.

RECONOCIMIENTOS:

En especial, quiero agradecer a Volkert Brenner, cuyo trabajo en la revista alemana *Fusion* brindó la base para este estudio, y cuya continua colaboración de verdad aprecio. También le doy las gracias a Rick Sanders por su ayuda en la traducción del alemán al inglés.

BIBLIOGRAFÍA:

- Hanno Beck, 1961. *Alexander von Humboldt* (Wiesbaden: Steiner Verlag). Dos volúmenes.
- Douglas Botting, 1973. *Humboldt and the Cosmos* (Humboldt y el cosmos. Nueva York: Harper & Row).
- Volkert Brenner, 1999. “200 Jahre Lateinamerikafahrt: Alexander von Humboldts Idee der Menschlichkeit: Das Universum ‘geistig erobern’”, *Fusion* Vol. 20, No. 3, pág. 38.
- Helmut De Terra, 1955. *Humboldt: The Life and Times of Alexander von Humboldt 1769–1859* (Humboldt: La vida y la época de Alejandro de Humboldt 1769–1859. Nueva York: Alfred A. Knopf).
- Alejandro de Humboldt, 1845. *Cosmos, a Sketch of the Physical Description of the Universe* (Cosmos, un ensayo de la descripción física del universo). Traducido al inglés por E.C. Otté (Baltimore: Johns Hopkins University Press, reedición de 1997). Dos volúmenes.
- Alejandro de Humboldt, 1814–25. *Personal Narrative of a Journey to the Equinoctial Regions of the New Continent* (Narración personal de un viaje a las regiones equinociales del Nuevo Continente). Traducido al inglés y compendiado por Jason Wilson (Londres: Penguin Classics, 1995).
- Alejandro de Humboldt, 1811. *Political Essay on the Kingdom of New Spain* (Ensayo político sobre el reino de la Nueva España). Traducido del francés al inglés por John Black (Londres: Longman, Hurst, Rees, Orm & Brown, reedición de 1983. Edición original, 1900).
- L. Kellner, 1963. *Alexander von Humboldt* (Alejandro de Humboldt. Londres y Nueva York: Oxford University Press).
- Peter Schoenwaldt, “Alexander von Humboldt und die Vereinigten Staaten von America”, de la antología *Alexander von Humboldt: Welt und Weltgeltung*, Heinrich Pfeiffer, editor (Munich: R. Piper & Co.).
- Luis Vázquez, 1985. *El mercantilismo mexicano versus el liberalismo inglés* (Mexico, D.F.: Editorial Benengeli).

Ciencia contra ambientismo: la primera Expedición Botánica

por Carlos Cota Meza

A continuación, reproducimos la exposición que presentara ante la Conferencia Nacional del Partido Laboral Andino en Bogotá, Colombia, en diciembre de 1982, nuestro compañero y amigo Carlos Cota Meza, quien falleciera el 21 de marzo de 2002.

Faltan sólo diez años para el quinto centenario del descubrimiento del Nuevo Mundo, y han transcurrido apenas 461 desde la Conquista, ese inmenso esfuerzo civilizador en esta parte del mundo donde las relaciones sociales consistían de horrores como el canibalismo, la promiscuidad y toda clase de salvajismos. En verdad, era el salvajismo absoluto, producto de la involución que habían sufrido culturas más antiguas y avanzadas.

Con el Descubrimiento y la Conquista del Nuevo Mundo se comenzaron a elaborar en Europa distintas teorías sobre qué es la ciencia. El radicalismo filosófico británico, ni corto ni perezoso, sacó su propia teoría, apoyada en el salvajismo que acababa de descubrirse. John Locke, autor del Ensayo sobre el entendimiento humano, proclamó que las ideas innatas del pensamiento platónico y neoplatónico, simplemente no existen; que Dios, con el Descubrimiento del Nuevo Mundo, había muerto.

Entre 1703 y 1704, Wilhelm Gottfried Leibniz, el principal organizador político de la reconstrucción de la sociedad europea destrozada por la Guerra de los Treinta Años, le respondió a Locke con un libro suyo que se llama *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*. Entre 1672 y 1676, Leibniz había viajado a París con la misión de convencer a Luis XIV de que enviara a Egipto una expedición militar y científica, con el fin de detener los avances del fundamentalismo islámico, que intentaba, una vez más, extenderse desde el Cercano Oriente hasta el Mediterráneo occidental.

Leibniz no logró convencer a Luis XIV de que emprendiera aquella expedición, pero Napoleón sí lanzó una en 1789 coordinada por la Ecole Polytechnique francesa, dirigida en ese entonces por Gaspar Monge. Esta expedición nos da ya la idea de cuál era la influencia leibniziana en la Expedición Botánica que se emprendió en el Nuevo Mundo.

El argumento de Locke en su *Ensayo* es más o menos como sigue: “Si existen las ideas innatas, entonces deben ser conocidas por todo el mundo. Como los salvajes del Nuevo



Godofredo W. Leibniz.

Mundo no tienen dentro de sí ninguna idea innata —es más, no tienen ninguna idea de Dios—, entonces el pensamiento que sostienen los neoplatónicos está totalmente en bancarrota”.

La réplica de Leibniz en sus *Nuevos ensayos* es categórica. Dice que las ideas innatas existen, así no nos demos cuenta de ellas. Sostiene que hay una armonía preestablecida que le da cohesión al desenvolvimiento del universo y de la naturaleza visible que se presenta a los ojos del hombre. Sostiene que hay una ley de continuidad en la naturaleza.

En sus *Nuevos ensayos*, Leibniz se pregunta: “¿Qué descubrimiento humano no ha estado previamente en la naturaleza, en lo inconmensurablemente grande o en lo inconmen-



Alejandro de Humboldt.

surablemente pequeño? ¿Qué artefacto que haya hecho el hombre no ha sido única y exclusivamente para extraerle mayores secretos a la naturaleza y para demostrar que la ley de la continuidad existe?" Con este concepto llega al tercer nivel de desenvolvimiento de la naturaleza, superior al mundo orgánico e inorgánico, y lo establece como la idea superior que viene a ordenar el descubrimiento de dicha ley de continuidad.

Es por medio de este tercer nivel, el nivel de la razón, que el hombre conoce la ley de continuidad, merced al desarrollo científico y tecnológico. Este es el descubrimiento de la armonía preestablecida, cuya existencia es defendida por Leibniz.

Esta es la hipótesis, lo que falta es adelantar investigaciones bien específicas para poder demostrar la existencia de dicha ley. Leibniz propone investigaciones en astronomía, botánica, mineralogía y filología, los cuatro puntos de investigación de las expediciones botánicas. Leibniz sostiene que mediante el estudio de las lenguas se puede llegar a la conclusión de que el origen de las naciones es único, y que las diferencias entre ellas se establecen mediante las migraciones.



José Celestino Mutis.

Sobre las investigaciones en botánica, dice:

"Los botánicos modernos opinan que las distinciones basadas en la forma de las flores son las que más se aproximan al orden natural, pero a pesar de ello encuentran muchas dificultades, por lo cual sería interesante hacer comparaciones y clasificaciones que no estuvieran basadas en las flores, el cual caso haya sido hasta ahora el más adecuado en función de que existe un sistema cómodo y tolerable para los que enseñan, sino que siguieran también fundamentaciones dependientes de las restantes partes y circunstancias de las plantas, con la cual cada fundamento merece tablas aparte. Si no se procede así, se dejarán escapar muchos géneros subalternos como también numerosas comparaciones, distinciones y observaciones útiles. Cuanto más profundicemos en la generación de las especies y condiciones de las cuales dependen, más nos aproximaremos al orden natural. . . Y si conociésemos suficientemente las cosas, acaso encontraríamos atributos fijos para cada especie, comunes a todos sus individuos y siempre subsistentes en un ser vivo orgánico, pese a las alteraciones y transformaciones que le pudiesen ocurrir, al modo en que la razón, en el caso de la especie física más conocida, que es la del hombre, es un atributo fijo que existe en cada uno de los individuos, que nunca puede perder, aun cuando no siempre resulte perceptible". (*Nuevos ensayos*, Cap. VI: Sobre los nombres de las sustancias. Libro 3).

Pues bien, estas fueron las hipótesis en que se apoyó el rey Carlos III para lanzar las expediciones, y fueron las hipótesis que defendió José Celestino Mutis en su exposición de motivos para justificar la expedición que él inició veinte años antes de que se contara con la aprobación real. Las investigaciones sobre lenguaje las realizó Guillermo de Humboldt; las de botánica, su hermano Alejandro; y los cuatro puntos de investigación propuestos por Leibniz fueron los puntos cardinales que orientaron la obra magna de Alejandro de Humboldt: *Cosmos*.

La armonía preestablecida del Nuevo Mundo

Los *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano* se publicaron en 1765, cincuenta años después de la muerte de Leibniz. Esta fecha marca el apogeo del reinado de Carlos III, entre 1759 y 1786, lo cual refleja el hecho de que fue Carlos III quien rescató el pensamiento leibniziano junto con toda la élite científica de su corte. En 1765 hacía escasos tres años que José Celestino Mutis había arribado al Nuevo Mundo. Mutis venía con el propósito expreso (respaldado por Carlos III) de quitarle las riendas de la educación a los dominicos, quienes habían extendido un espeso manto de oscurantismo medieval en el Nuevo Mundo con la enseñanza del modelo aristotélico.



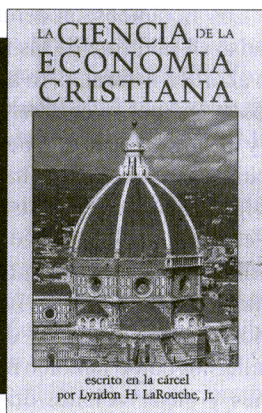
Alejandro de Humboldt y Aimé Bonpland, quien también participara en la gran aventura por Sudamérica.

La primera Expedición Botánica no pretendía una mera clasificación de plantas (aunque hizo una clasificación bien detallada de las plantas que se estudiaban; cuentan que había más de 10 mil láminas y estudios sobre distintos géneros). El objetivo superior de la Expedición Botánica era la demostración de la armonía preestablecida del universo; la demostración de que el pensamiento neoplatónico era el único válido para construir sociedades que superaran el desastre de la Guerra de los Treinta Años.

Aunque la historia "oficial" le atribuye a Newton y Descartes hegemonía intelectual durante ese periodo, existen pruebas de que lo que ordenaba todo el proceso de desarrollo científico en el Nuevo Mundo era el pensamiento leibniziano. Mutis escribió en 1764 un ensayo que se llama *Elementos de la filosofía natural*, en el que explica por qué se debe enseñar a Newton en las universidades. La descripción que hace de Newton no es, empero, newtoniana, aunque después de establecer una hipótesis de armonía preestablecida del universo, concluye, con Newton, que las hipótesis no son necesarias.

"El objetivo de la filosofía natural es describir los fenómenos de la naturaleza, describir sus causas, exponer sus relaciones y hacer descubrimientos sobre toda la constitución y orden de la naturaleza. Pero tiene otros fines más nobles. . . Su principal mérito consiste en que sirve de fundamento sólido para la religión natural y la filosofía moral, conduciendo al hombre de una manera muy agradable al alto conocimiento del Autor de la naturaleza y Creador del universo. . . Los conocimientos que tenemos de la naturaleza, por imperfectos que sean, siempre sirven para representarnos de un modo muy sensible aquel soberano poder que obra siempre con una fuerza y eficacia tal que jamás se debilita, ni por los más largos espacios ni por los mayores intervalos de tiempo. Finalmente, son unos conocimientos tan útiles, que siempre nos hacen admirar el orden de un sistema tan excelente, sin unirse a la armonía general de la

Ni el colectivismo marxista ni la economía liberal son la respuesta a la grave crisis económica. Lo que se necesita es poner fin a la usura del Fondo Monetario Internacional y otras 'estructuras de pecado' que han provocado la mayor crisis económica de la historia.

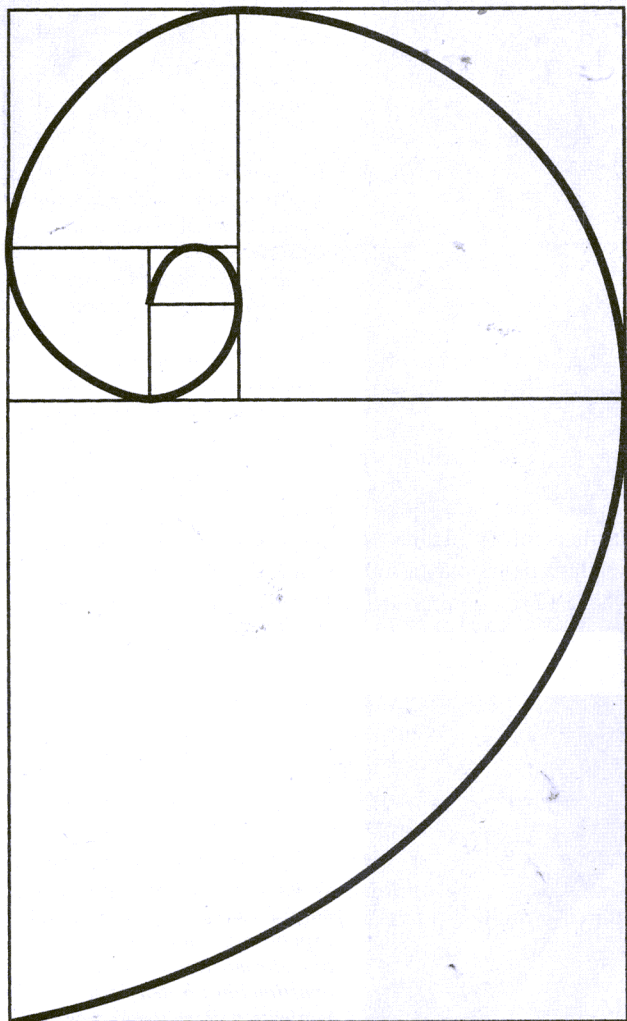


Este libro del precandidato presidencial estadounidense Lyndon H. LaRouche demuestra que la unidad de la moral y la ciencia económica puede ayudarnos a reconstruir a Iberoamérica, porque la creatividad humana es el verdadero motor de la economía.

Pídalo a:
Executive Intelligence Review
PO Box 17390 Washington, DC 20041-0390 USA

Ver directorio en la página 1

FIGURA 1



Espiral logarítmica de rectángulos áureos.

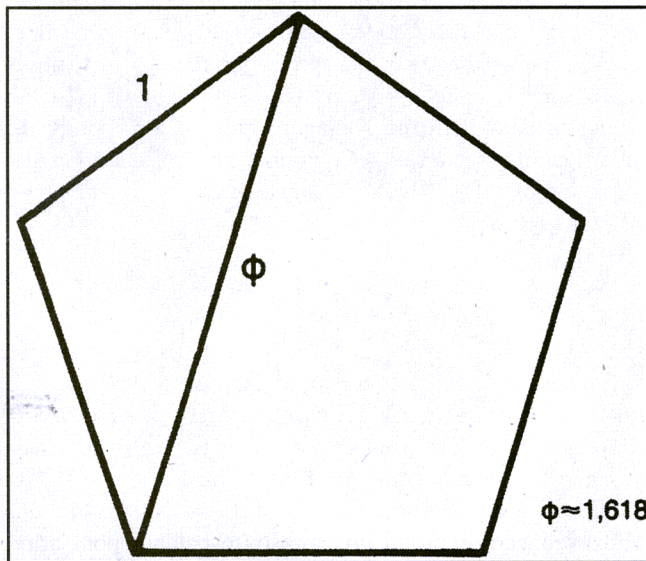
naturaleza para elevarse a su Creador”.

Así sustentaba Mutis la necesidad de enseñar a Newton. Este, obviamente, nunca dijo nada de lo anterior, quien lo dijo fue Leibniz, y en algunos casos Newton lo plagió.

El otro indicio que tenemos sobre los principios epistemológicos de la Expedición Botánica es la defensa que hace Francisco José de Caldas del pensamiento neoplatónico frente al relativismo cultural, frente a la propuesta británico-jacobina de que los pueblos tienen su moral y sus leyes según estén ubicados geográficamente. Los que estaban situados en el norte eran más reposados porque, naturalmente, tenían frío; y los que estaban más cerca del Ecuador eran pura sensibilidad, eran los caribes, eran los que dice García Márquez que somos los latinoamericanos.

En respuesta a tales tesis, a los 28 años de edad, Caldas

FIGURA 2



La proporción que guardan entre sí el lado y la diagonal de un pentágono regular, es precisamente la razón áurea.

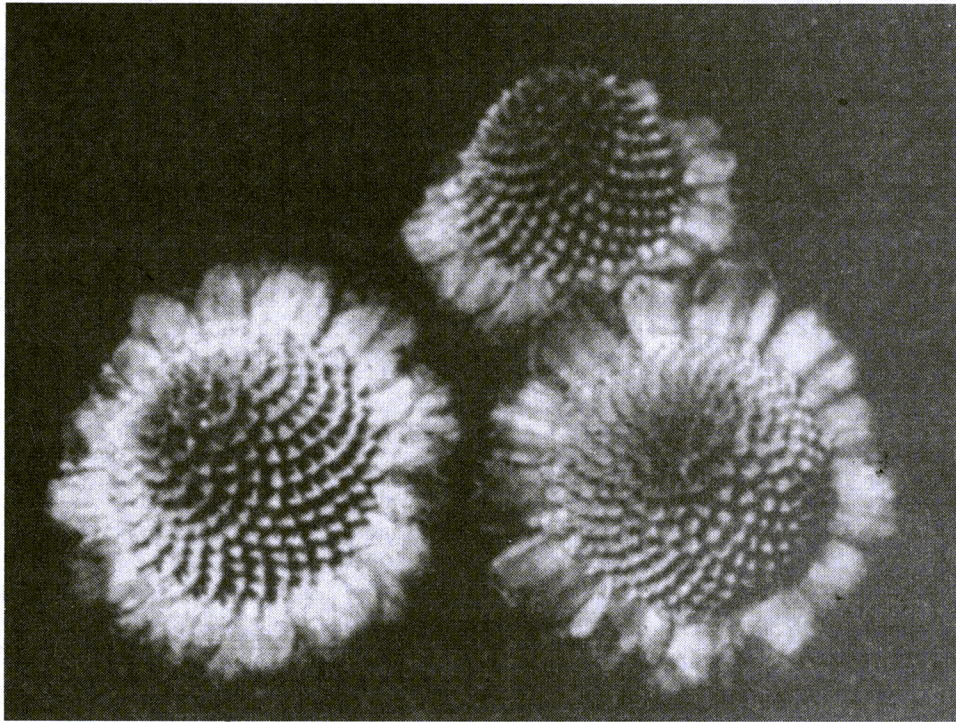
escribió un artículo llamado *Influjo del clima sobre los seres organizados*, y dice:

“¿Cómo es posible que diez grados de latitud geográfica del hombre, basten para que se altere su moral, se haga más virtuoso o se cubra de delitos?... Ninguno de los seres vivientes ha extendido su existencia a todos los puntos del globo. Sólo el hombre, esta criatura afortunada, se ha multiplicado maravillosamente, y ha llevado su imperio a todos los ángulos de la tierra; en el ecuador y en el polo, en la zona inflamada y en la glacial, y en el antiguo como en el nuevo mundo ha hecho sentir la superioridad de su ser a todos los vivientes. Libre, señor, independiente, todo lo ha subyugado, todo lo ha hecho servir a la propagación de su propia especie, así varíe su estructura física, así varíe el color por su ubicación geográfica”.

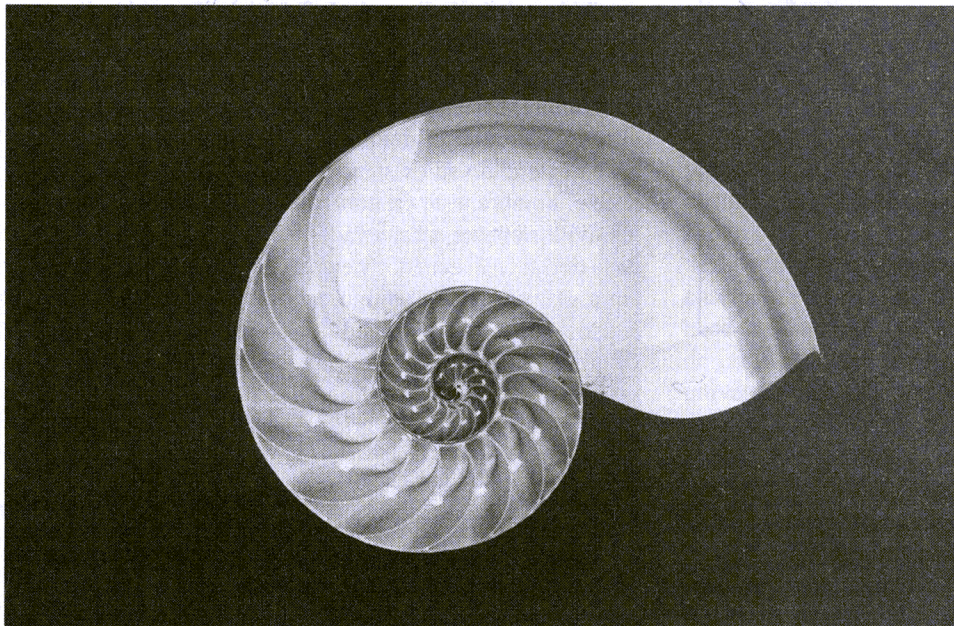
La reconquista, regreso de la inquisición

España e Inglaterra han estado siempre en guerra. Las guerras de Independencia en el Nuevo Mundo se dieron después de que Napoleón invadió España y derrocó a la monarquía. Los expedicionarios neoplatónicos, los independentistas anteriores a Bolívar, creían, como lo creyeron muchos republicanos europeos, que Napoleón “llevaba en la punta de la espada la liberación de los pueblos”.

El principal soporte de la derrota de Napoleón en España fue la corona británica. Esta fue la que ayudó a expulsar a Napoleón y reinstauró a la monarquía, con la condición de que tenía que lanzar una “reconquista” en Hispanoamérica para detener la influencia de la Revolución Americana en el



“¿Qué descubrimiento humano no ha estado previamente en la naturaleza, en lo inconmensurablemente grande o en lo inconmensurablemente pequeño? ¿Qué artefacto que haya hecho el hombre no ha sido única y exclusivamente para extraerle mayores secretos a la naturaleza y para demostrar que la ley de la continuidad existe?” Todos los procesos vivos se caracterizan por una geometría interna muy específica, cuya manifestación visible más directa es la proporción morfológica de la sección áurea.



“El objetivo de la filosofía natural es describir los fenómenos de la naturaleza, describir sus causas, exponer sus relaciones y hacer descubrimientos sobre toda la constitución y orden de la naturaleza. Pero tiene otros fines más nobles. . . Su principal mérito consiste en que sirve de fundamento sólido para la religión natural y la filosofía moral, conduciendo al hombre de una manera muy agradable al alto conocimiento del Autor de la naturaleza y Creador del universo. . .” Concha de Nautilus: ejemplo de la armonía manifiesta en los procesos vivos.

continente. La Revolución Americana había sido la primera insurrección política exitosa contra el colonialismo británico.

Como Napoleón había destruido la fuerza naval de la Corona española, la reconquista de Morillo se lanzó en barcos prestados por Inglaterra, barcos tomados de la Compañía de las Indias Orientales y Occidentales (Jamaica). Los barcos

británicos que se utilizaban para el tráfico de esclavos y opio, y para respaldar la política colonialista de Inglaterra, fueron los mismos en los que llegaron a América los reconquistadores.

Un historiador neogranadino, Florentino Vezga, escribe que al primer año de la Reconquista, los españoles fusilaron a 22 discípulos de Mutis. Y en los ocho años que duró la

FIGURA 3



Los científicos de la Expedición Botánica descubrieron pruebas enormes y contundentes del orden armónico —expresado en la llamada razón áurea— que gobierna la naturaleza, como se aprecia en las láminas que dibujaron de sus estudios sobre las pasifloráceas.

Reconquista, murieron más de cien estudiantes de Mutis. Más de cien criollos educados en la tradición neoplatónica.

Divina proporción y divina botánica en el Nuevo Mundo

Desde hace más de 2.500 años se ha venido estudiando que la naturaleza tiene una forma de reproducción, y el hombre ha inventado ciertas herramientas que hoy conocemos como geometría para lograr la explicación y representación de este proceso evolutivo del universo. La más importante de estas herramientas se conoce como la divina proporción, la media y extrema razón o la sección áurea.

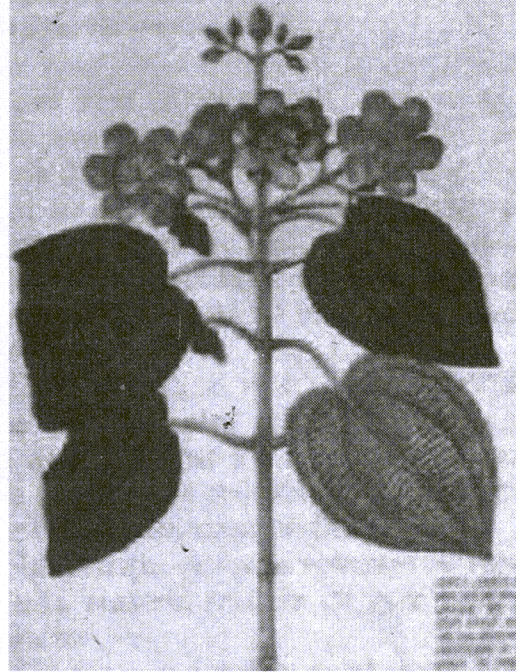
Cuando una línea se divide de tal manera que el segmento menor es al segmento mayor como el mayor es a la suma de los dos segmentos, a esta razón se le denomina sección áurea (figura 1). Si el segmento menor mide 1, el segmento mayor, denominado K, medirá aproximadamente 1.618. Esta razón es única y se encuentra por toda la naturaleza. Muestra, particularmente en la botánica, la forma de reproducción de los

géneros. La sección áurea era el fundamento de los estudios y la producción de las láminas de la Expedición Botánica.

La sección áurea está relacionada con la espiral logarítmica. Una secuencia de rectángulos áureos (lado menor 1, lado mayor K) sugiere la forma de una espiral logarítmica o equiangular, en la cual el ángulo que la espiral forma con un radio vector es siempre el mismo, y la distancia del centro crece con cada vuelta, por un múltiplo constante, o sea, de forma autosimilar. Además de las galaxias, los caracoles y demás, la espiral logarítmica aparece constantemente en muchos aspectos de la vida vegetal, y los discípulos de Mutis no perdieron oportunidad para representarla (figura 2).

En un pentágono regular, la razón del lado con la diagonal es 1 sobre K, la sección áurea. Si se conectan todas las diagonales se formará un pentágono interno cuyos elementos están también en relación áurea con el pentágono inicial. El estudio de las pasifloráceas le presentó a los científicos de la Expedición Botánica abundantes pruebas de la validez de estas leyes en el reino vegetal (figura 3).

FIGURA 4



Entre las más de 10.000 láminas que ilustran los descubrimientos de la Expedición Botánica, se encuentran los estudios sobre la inflorescencia de las plantas y las ramificaciones de los tallos, y la influencia que algunos fenómenos astronómicos —que se descubrió siguen también la secuencia de la Serie de Fibonacci— ejercen sobre ellas.

Otra propiedad de los procesos evolutivos del universo, relacionada también con la sección áurea, es la que se conoce como la Serie de Fibonacci, el nombre del matemático italiano que la descubrió. Consiste en añadir a la suma de dos números consecutivos el último de los sumandos, y a esta nueva suma el último de los otros dos, y así sucesivamente: 1 más 2 igual a 3; 2 más 3 igual a 5; 3 más 5 igual a 8; 5 más 8 igual a 13, etc. A medida que se avanza por esta serie, la proporción entre los sumandos se va aproximando más y más a la relación 1 sobre ϕ . La proporción áurea.

Se ha descubierto que los radios de las órbitas de las lunas de algunos planetas siguen esta secuencia, y los expedicionarios del Nuevo Mundo estudiaban sus manifestaciones en la inflorescencia de las plantas y en las ramificaciones de los tallos (figura 4). No es coincidencia, y ciertamente es un punto más a favor de la armonía preestablecida del universo, que esta resulta ser también la distribución óptima para que todas las hojas de la planta reciban un máximo de luz solar.

Una segunda Expedición Botánica

Con estas cuatro láminas (existieron más de 10 mil) comprobamos que la epistemología de José Celestino Mutis y

sus discípulos proviene de las hipótesis leibnizianas —de la tradición neoplatónica— de la armonía preestablecida del universo: la ciencia tiene como objetivo descubrirla y extenderla cada vez más, a través de los adelantos técnicos y su aplicación a las actividades del hombre.

En la actualidad, una Segunda Expedición Botánica como la propuesta por el presidente Belisario Betancur, no debe consistir en desempolvar viejos estudios sobre el tema (con lo cual corremos el peligro de que dichos estudios no digan nada interesante), sino retomar la epistemología que la hizo posible, la única que puede hacer al hombre contemporáneo rebasar los límites a que ha llegado el conocimiento científico.

Una Segunda Expedición Botánica no puede ser menos que la creación de un Instituto Iberoamericano de Altos Estudios para realizar investigaciones en la frontera de la ciencia, en física de plasmas, química, biología, termodinámica e investigaciones sobre el cáncer. Esta es la única forma de crear una élite científica capaz de dar independencia y soberanía a las naciones de Iberoamérica.

Como lo muestra la despiadada guerra declarada por los “pacificadores” contra los discípulos de Mutis, la ciencia es cuestión de vida o muerte para nuestras naciones. Es política.