

CENTRO DE ESTUDIOS



R
O
N
A
U
T
I
C
O
S



Y

D
ESPACIO

L



ANUARIO 2000



**REVISTA ANUAL
DEL CENTRO DE ESTUDIOS
AERONAUTICOS Y DEL ESPACIO (CEADE)**

Comité Editorial

Hernán Gabrielli Rojas
Máximo Venegas Fuentes
Joaquín Urzúa Ricke

Editor Responsable

Máximo Venegas Fuentes

Redacción y Dirección del CEADE.

La Cabaña 711, Las Condes
Santiago, Chile

Teléfono 2159403 Fax 2175285

e - mail : director@ceade.cl

URL : [//www.ceade.cl](http://www.ceade.cl)

General Máximo Venegas Fuentes

El CEADE es un organismo académico dependiente del Estado Mayor General de la Fuerza Aérea de Chile, destinado al estudio, investigación y difusión de las variables estratégicas, económicas y sociales relativas a la actividad aérea y espacial.

Los artículos presentados representan los puntos de vista e ideas de los autores y son de su exclusiva responsabilidad y no representan necesariamente el pensamiento de este Centro o de la Fuerza Aérea de Chile.

REVISTA ANUAL
DEL CENTRO DE ESTUDIOS
AERONAUTICOS Y DEL ESPACIO (CEADE)



Comité Editorial

Hernán Clavello Rojas
Máximo Venegas Fuentes
Joaquín Uvaco Riche

Editor Responsable

Máximo Venegas Fuentes

Redacción y Dirección del CEADE

La Cabaña 711, Las Condes
Santiago, Chile

Teléfono 2159403 Fax 2175282

e-mail: inform@ceade.cl
URL: www.ceade.cl

El CEADE es un organismo autónomo dependiente del Estado Mayor General de la Fuerza Armada de Chile, dedicado al estudio, investigación y difusión de las ciencias aeronáuticas, espaciales y relacionadas a la actividad aérea y espacial.

Los artículos presentados representan los puntos de vista e ideas de los autores y son de exclusiva responsabilidad y no representan necesariamente el pensamiento de este Centro o de la Fuerza Armada de Chile.



CENTRO DE ESTUDIOS AERONAUTICOS Y DEL ESPACIO

ANUARIO 2000

SUMARIO

Editorial	05
El futuro de la exploración del Espacio por Embajador Peter Jankowitsch	10
Programas Científicos más relevantes programados para el inicio del Milenio por Dr. Franklin Chang-Díaz	22
La ética y la investigación, exploración y aplicación de Tecnologías Espaciales por Dr. Vittorio Canuto	33
Conociendo mejor el Universo a través de la Percepción Remota: ¿Cuáles son sus perspectivas? por Charles D. Walker	41
Tecnología espacial en los países Sudamericanos por Ingeniero Héctor Gutiérrez Méndez	52
Esfuerzos realizados en Chile en el ámbito espacial por General Máximo Venegas Fuentes	66
Satélites pequeños como herramienta de Desarrollo Nacional	85
Estrategia de Desarrollo Espacial para un País en Desarrollo por Coronel Joaquín Urzúa Ricke	91

* Autorizada la reproducción parcial o total de los artículos, citando al autor y la fuente.

CENTRO DE ESTUDIOS AERONAUTICOS Y DEL ESPACIO



ANUARIO 2000

SUMARIO

05	Editorial
10	El futuro de la exploración del espacio por L'impulsión Peter Jankowsky
22	Programas Científicos más recientes propuestos para el inicio del Milenio por Dr. Francisco Casas-Díaz
33	La ciencia y la investigación, exploración y aplicación de Tecnología Espacial por Dr. Víctor Cando
41	Conocimiento mejor el futuro a través de la Participación Humana: ¿Cuáles son sus perspectivas? por Charles D. Walker
52	Tecnología espacial en los países latinoamericanos por Ingeniero Héctor Gutiérrez Aléniz
60	Experiencias realizadas en Cuba en el ámbito espacial por General Néstor Fariñas Fuentes
82	Avances y perspectivas como instrumento de Desarrollo Nacional
91	Experiencia de Desarrollo Espacial para la Paz en Honduras por General Joaquín Lora Riera

EDITORIAL

El año 2000 que termina ha sido provechoso e intenso para la Institución, fue marcado por el término de el proceso comparativo de las propuestas, para la incorporación del avión que dotará nuestra Fuerza Aérea el primer tercio del siglo XX, iniciándose las negociaciones con Lockheed Martin, el fabricante del avión F-16.

Importantes en este aspecto han sido las negociaciones complementarias sobre compensaciones/cooperación industrial, a cuya comprensión teórica creemos haber cooperado con los artículos publicados en nuestro Anuario 1999.

El Espacio, nuestro otro tema de preocupación y estudio, ha vuelto a tomar en el ámbito nacional una presencia y connotación que la vemos muy alentadora.

Este numero esta íntegramente dedicado a este importante tema.

Primeramente el Embajador Austríaco Don Peter Jankowitsch nos ilustra sobre **«El futuro de la Exploración Espacial»**. Habla de la exploración de Marte y de la Luna, algo muy importante de los Objetos Cercanos a la Tierra, la utilización de la Energía Solar espacial y la posible participación de los países en desarrollo en ellos.

En seguida y casi en el mismo tema el Astronauta Franklin Chang-Díaz nos entrega detalles fascinantes sobre una próxima exploración de Marte y el uso de cohetes de nuevas tecnologías; el motor de plasma. Los programas están en tal nivel de desarrollo que está fijada la fecha de despegue de la primera misión humana a Marte el 6 de Mayo de 2018. La Ciencia Ficción se nos hace realidad.

Hay sin embargo algunos puntos que es necesario tener en consideración, en **«La Etica y la Investigación, Exploración y Aplicación de Tecnologías Espaciales»** el Doctor Vittorio Canuto nos deja importantes temas a reflexionar, entre muchos pensamientos nos dice **«el medio ambiente no es nuestro, lo tomamos prestado de las generaciones pasadas bajo la tácita presunción de que lo traspasaríamos a las futuras generaciones a caso no mejorado por lo menos en las mismas condiciones en que lo recibimos»**.

A continuación el Astronauta Charles D. Walker nos ex-

plica en «Conociendo mejor el Universo a través de la percepción remota; ¿Cuáles son sus perspectivas?» una visión general de las técnicas y usos más importantes, que indudablemente beneficiarán a la humanidad, pero en un párrafo muy conmovedor nos relata su experiencia personal y nos dice:

«Mi primera visión en cuanto tuve la oportunidad de dirigirme a una portilla y mirar hacia abajo fueron los encantadores y brillantes azules y verdes del Golfo de México, luego el Mar del Caribe y el panorama de los azules y verdes de los océanos y mares de esta Tierra, contrastados contra una isla ocasional. Luego, un enorme continente sobre el que el transbordador volaba y yo vi que los azules y los verdes del océano se transformaban muy rápidamente en cafés opacos y sombras. Las oscuras sombras producidas por las altas montañas, por los rojizos y rojos desiertos, por la brillante y café vida vegetal de bosques, campos, granos. Y en la noche, la Tierra es incluso un fascinante lugar de ver. Al volar sobre Africa, no hay muchas ciudades, pero no está completamente oscuro, porque los pueblos durante la noche tienen enormes fogatas; muy usualmente quemazones de fogatas comunales que uno puede ver como tintineantes puntos de luz anaranjada, encendidas aquí y allí, a través de todo el continente. En el Medio Oriente, uno puede ver las llamaradas encendidas en las instalaciones de las refinerías de petróleo, en las instalaciones de producción de petróleo y en las de producción de gas. Las ciudades en los países avanzados se ven como si fueran brillantes arreglos de luces de colores blancas y amarillo azufre, ordenadas como joyería a través de la oscura faz del planeta. Cuando hay luna llena sobre la Tierra, sobre el lado nocturno de la Tierra, es fascinante ver la luz de la Luna reflejada que proporciona un contraste, de alguna manera opaco y coloreado, pero muy visible y efectivo, mostrando nuevamente montañas y océanos, y todo el suelo de la Tierra. La Tierra, de esta forma, aparecía ante mis ojos como un mundo viviente, un planeta vivo. Uno puede ver la variedad del medio ambiente natural, muy claramente, moviéndose debajo de uno a medida que el Transbordador se traslada sobre la Tierra; pero uno también ve, al ojo desnudo, los efectos que nosotros los humanos, estamos teniendo sobre el planeta. Observando miles de kilómetros a la vez, está muy claro que nosotros, los seres humanos, tenemos un gran efecto sobre este planeta».

Entrando en nuestra región el Ingeniero Sr. Héctor Gutiérrez Méndez nos explica la «Tecnología Espacial en los Países Sudamericanos» en su artículo describe los logros y avances en Brasil, Argentina, Ecuador y el Pacto Andino.

Indudablemente con respecto a los dos primeros estamos notoriamente rezagados, sus programas están en plena aplicación y tienen amplia conciencia de su importancia y trascendencia en las actividades nacionales.

Es significativo cuando expresa **«Se estima que Chile ha perdido unos 5 años al menos en la creación de este organismo nacional que pueda centralizar, coordinar y planificar las actividades de interés nacional, hecho que aparentemente podría materializarse antes del término del primer semestre del 2001».**

Para ver que se ha hecho en Chile el General Sr. Máximo Venegas Fuentes nos presenta un artículo sobre los **«Esfuerzos realizados en Chile en el Ambito Espacial»** en que describe las acciones realizadas por diferentes Organismos e Instituciones que han tenido que ver con el Espacio en nuestra patria.

De su descripción se puede deducir importantes conclusiones, el Sr. General Venegas nos sugiere algunas como son:

- a) Los esfuerzos son loables, indican la existencia de recurso humano capacitado para un desenvolvimiento adecuado del país en el campo de la ciencia y tecnologías espaciales.
- b) Los trabajos los realizan mayoritariamente las Universidades y sólo contadas otras organizaciones, lo que no es suficiente para cubrir todas las necesidades de información científica y de aplicaciones tecnológicas que provienen del espacio.
- c) Por falta de una adecuada política nacional y recursos no ha sido posible obtener los beneficios de la cooperación internacional. Además existe un concepto equivocado del significado de tal cooperación.
- d) La misma falta de una política y de un organismo orientador hace que los esfuerzos internos se realicen en forma dispersa y sin coordinación, incluso superponiéndose.
- e) Casi la mayoría de las organizaciones utilizan información de los mismos satélites y las compran u obtienen de los mismos proveedores.
- f) Los problemas de orientación y coordinación se solucionarían con la formulación de una POLITICA NACIONAL y la creación de una AGENCIA CHILENA DEL ESPACIO. Desafío para el Gobierno.

Hemos agregado en este anuario una información sobre un Taller efectuado el mes de Marzo de 2000, con ocasión de FIDAE 2000, **«Satélites pequeños como Herramientas de Desarrollo Nacional».**

Su objetivo fue demostrar la creciente aplicabilidad de los pequeños satélites para el eficiente servicio de las necesidades de los países emergentes y su utilidad como una eficaz herramienta para lograr la creación de una capacidad espacial que apoye decididamente el desarrollo nacional.

En sus conclusiones el taller consignó entre otros aspectos los siguientes:

- Primero, como conclusiones globales de las presentaciones de los organismos nacionales, ha quedado en evidencia la descordinación entre los entes nacionales que utilizan productos espaciales y el desconocimiento mutuo de qué se hace y cuales son los logros particulares al procesar y utilizar información satelital. Demás está señalar la duplicación o multiplicación de gastos en la adquisición de imágenes e información satelital por parte de casi todos los expositores.
- Esto es producto directo de la ausencia de un organismo estatal que tenga la capacidad de coordinar los numerosos usuarios nacionales, la ausencia de una Agencia Chilena del Espacio es un vacío importante.
- Segundo, capacidad científica y tecnológica tanto a nivel universitario como en organismos usuarios existe y en muy buen nivel. La utilización de la información espacial y su procesamiento para las necesidades particulares de los diferentes organismos se hace sin mayores dificultades, con la única salvedad de que podrían hacerse en forma mucho más eficiente si se conociera lo que hace el «vecino», o sea, las Universidades y los otros organismos e instituciones que utilizan y procesan información espacial.
- Resultó evidente de las presentaciones hechas por los representantes nacionales que el uso del espacio y los productos obtenidos mediante la percepción remota es una realidad presente en el desarrollo de sus actividades. Sin embargo, su alcance es aún bastante limitado. Asimismo, de las presentaciones, se pudo colegir que todas las entidades prevén en forma clara un aumento de su eficiencia con el uso de información satelital.

Finalmente se ha incorporado un artículo del Coronel Joaquín Urzúa Rieke sobre una «Estrategia de Desarrollo Espacial para un país en desarrollo: Chile» en el cual se trata conceptos sobre Investigación, Desarrollo y Aplicación de Tecnología Espacial y se entrega antecedentes sobre que sucede en el resto de los países.

Para el caso nacional sugiere que al estructurar una Estrategia de Desarrollo se contestan las preguntas claves que se deben

formular antes de hacer cualquier tipo de plan: que, quien, como, cuando, donde, porque y para que, son preguntas esenciales si no esta plenamente satisfechas no se llegará a ningún lugar.

De su lectura se desprende que:

- El Espacio es una dimensión que llegó a nuestra realidad, no podemos ignorarlo, tiene demasiada importancia y trascendencia para nuestra vida diaria.
- Si no tomamos acciones urgentes hoy, el resultado será que continuaremos debatiéndonos en medio de esperanzas y expectativas frustradas.
- Requiere un esfuerzo de personas y recursos. El Estado simplemente no puede eludir su papel; por nuestra estructura política y económica su rol será siempre fundamental.
- Pero lo más crítico de las decisiones es decidir si queremos ser un país espacial.
- Sus beneficios en los campos de la ciencia, la tecnología y las empresas son inmensos y Chile debe estar en ellos.

Esperamos que los artículos seleccionados para el presente anuario sean ilustrativos y ayuden en el sentido de crear conciencia en la importancia del Espacio.

Sabemos asimismo que muchos pueden ser materia de discusión, esto lo estimamos más positivo aún e invitamos a aquellos que puedan tener puntos de vista diferentes a enviarnos sus opiniones los que gustosamente publicaremos en el próximo número de nuestro Centro.



EL FUTURO DE LA EXPLORACION ESPACIAL^(*)

Embajador Peter Jankowitsch (**)

El siglo que recién ha finalizado hace unas cuantas semanas, fue justamente calificado como el siglo testigo de algunas de las más espectaculares proezas de la exploración; desde el lanzamiento del primer objeto espacial hasta la conquista de la Luna, desde el desarrollo de dispositivos espaciales relativamente simples al ahora rutinario lanzamiento de vehículos espaciales altamente sofisticados y mucho más confiables, como el Transbordador Espacial, las cinco generaciones de lanzadores Ariane, los lanzadores rusos Protón, la Familia Long March de China y muchos otros.

El hecho que coronó este desarrollo ciertamente fue el comienzo, en noviembre de 1998, de la construcción de la Estación Espacial Internacional, cuyo despliegue y ensamblaje se convertirá en el principal esfuerzo espacial de las principales agencias nacionales e internacionales, en los próximos cinco o más años.

También, hubo otras dos tendencias que acompañaron el desarrollo dramático de la tecnología espacial y que continuaron contribuyendo a incrementar sus potencialidades.

Mientras la conquista del espacio se iniciaba en la segunda mitad del siglo pasado, con claros trasfondos de la guerra fría y con un fuerte elemento de com-

petencia nacional, primero entre las dos superpotencias del momento, pero posteriormente también involucrando a otras naciones y a otras culturas, no sólo el término de la guerra fría, sino que la naturaleza misma de espacio, empezó a imponer formas cada vez más productivas de cooperación internacional.

Por lo tanto, no fue una coincidencia, que la última tripulación de la famosa estación rusa MIR que ha permanecido 13 años en el espacio, fuera internacional -como incidentalmente fueron muchas anteriores- y como serán de la misma forma, las primeras tripulaciones de la Estación Espacial Internacional.

Una segunda tendencia es el creciente rol de la industria privada y del capital privado en el espacio. Así el informe anual de la Asociación de Industrias Satelitales para 1998 ha mostrado que después de un saludable crecimiento de los gastos y de los retornos de la industria satelital, ahora hay un mayor gasto en materia espacial de capital privado que los montos de gasto gubernamentales en el espacio.

Tal vez, reflejando esta tendencia hacia el crecimiento comercial, las tres organizaciones más grandes de comunicaciones satelitales internacionales, INTELSAT, INMARSAT y EUTELSAT

serán privadas en los próximos años.

Otra hazaña notable del último siglo y su era espacial fue el desarrollo del derecho espacial, como una de las nuevas ramas del derecho internacional, ya señalado por el embajador González, que incidentalmente es uno de los más importantes promotores y uno de los grandes escritores del derecho espacial internacional.

Esta ley es y continúa siendo de una naturaleza original e innovadora en el derecho internacional. Al establecer estrechos límites al ejercicio de la clásica soberanía estatal en el Espacio Exterior y, por lo tanto, crea una nueva ética y un nuevo espíritu que raramente se encuentra en las páginas tradicionales del derecho internacional donde la REALPOLITIK ha dominado por tanto tiempo.

Por lo tanto, a diferencia de los continentes conquistados **“por las potencias europeas en la era del imperialismo”**, el Espacio Exterior, incluyendo la Luna y otros cuerpos celestes no están, ni estarán sujetos a la apropiación nacional. Y a diferencia de la alta mar, que desde los días de Salamina y Actium ha sido el tradicional escenario de enfrentamiento militar y naval, la exploración y los usos del Espacio Exterior es sólo para propósitos pacíficos.

En el espacio la ley también es innovadora en el sentido que, hasta hoy día, ha intentado aunque no siempre con éxito, pero siempre con gran entusiasmo, incentivar los desarrollos tecnológicos y de tratar de asegurar un medio ambiente legal para la actividad científica y económica. Esto, tal vez, se ejemplifica de una mejor forma por las aún hoy visio-

narias disposiciones del Tratado Espacial de 1967 y, particularmente, por el gran Tratado de la Luna de 1979. Al designar en su artículo II a la Luna, como asimismo a sus recursos naturales, como patrimonio común de la humanidad, incidentalmente haciendo eco de una disposición similar del Tratado del Fondo Marino, ciertamente es un paso para un futuro régimen legal más amplio para utilizar tales recursos. Y el alcance de dicho régimen legal sería incluso más amplio en la medida que las provisiones del Tratado de la Luna fueran también aplicables a otros cuerpos celestes dentro del Sistema Solar, excepto la Tierra.

Es un asunto lamentable que este Tratado, aunque adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, haya sido hasta hoy sólo ratificado por unos pocos países visionarios.

Si en el período hasta ahora descrito la mayor parte del progreso en el desarrollo de la tecnología espacial y en la exploración espacial tuvo sus orígenes en esfuerzos nacionales, la cantidad de naciones que han efectuado lanzamientos, fue creciendo en forma paulatina a medida que el Siglo XX llegó a su fin, la mayor parte del mérito por la promoción de la cooperación internacional en el espacio corresponde a la única organización que fue diseñada para tales esfuerzos, es decir las Naciones Unidas.

Mediante la creación de organismos como el Comité para el Uso Pacífico del Espacio Exterior (COPUOS), que tuvo el honor de presidir por casi dos décadas, y la realización de tres importantes conferencias mundiales, la última de ellas la UNISPACE III recientemente realizada en Viena el verano pasado, no sólo se ha abierto un nuevo y promisorio

capítulo de cooperación internacional, sino que también se ha empeñado en alcanzar otro objetivo, es decir el objetivo de poner los inmensos avances científicos y tecnológicos de la exploración espacial al servicio de la humanidad como un todo y no sólo en las manos de unas pocas naciones privilegiadas.

Por lo tanto, uno de los objetivos claves de UNISPACE III, como también de las dos primeras conferencias espaciales del mundo realizadas en Viena en 1968 y en 1982, fue la identificación de áreas y de acciones específicas a través de las cuales la tecnología espacial puede hoy día ayudar a resolver los problemas comunes regionales y globales; como los desastres naturales o la degradación medioambiental, como asimismo aumentar la comprensión de fenómenos, a nivel mundial como el cambio climático.

En la última Declaración de Viena acerca del Espacio y del Desarrollo Humano se propuso una amplia variedad de acciones para asegurar la protección de la Tierra; Mejorar la administración de sus recursos, aumentando el uso de las aplicaciones espaciales para el desarrollo, la seguridad y el bienestar humano. Como asimismo del avance del conocimiento científico del espacio y de la protección del medio ambiente espacial. El desarrollo de una estrategia de vigilancia medio ambiental, a nivel mundial para las observaciones globales de largo plazo, estructurada sobre la base de las capacidades espaciales y terrestres existentes y una mejor coordinación. La Declaración de Viena solicitó un mejoramiento de la administración de los recursos naturales de la Tierra mediante el incremento del uso de la información de sen-

soria remota que debería llegar a ser más universalmente accesible y posible de adquirir. Y en una solicitud adicional, se refirió al aumento de las aplicaciones de predicción meteorológica y climatológica, mediante la expansión de la cooperación internacional en el campo de las aplicaciones meteorológicas satelitales. Otro importante objetivo, se refirió a la ayuda a los Estados para que apliquen los resultados de la investigación espacial. Esto es, particularmente crucial, en el contexto de los países en desarrollo con el propósito general de promover el desarrollo sustentable de todos los pueblos.

Las áreas en las cuales los países en desarrollo pueden beneficiarse con la tecnología espacial incluyen:

- La salud pública como también la telemedicina y el control de las enfermedades infecciosas.
- El alfabetismo y la educación rural.
- La mitigación de los desastres naturales.
- La eficiencia y seguridad del transporte al promover el uso de sistemas de posicionamiento y navegación basados en sistemas espaciales.
- La promoción de ciencias espaciales tales como el aumento del conocimiento científico sobre el espacio cercano y lejano con actividades cooperativas en áreas como la astronomía, la biología espacial y la física de la medicina espacial.
- El estudio de objetos cercanos a la Tierra.
- La exploración planetaria.
- El incentivo a la educación sobre el espacio y oportunidades de entrenamiento para la juventud.
- El aumento de la información al público sobre la importancia de las ac-

tividades espaciales.

- La conferencia propuso asimismo una mayor interacción entre el Comité de las Naciones Unidas para el uso Pacífico del espacio exterior (COPUOS) y los jóvenes de todo el mundo, especialmente de los países en desarrollo. Las contribuciones sobresalientes a la actividad espacial, en el futuro serán recompensadas con la creación de premios que también estarán disponibles para los jóvenes.

Todas estas áreas fueron identificadas por la Conferencia UNISPACE de Viena y su gran éxito se debió a su innovador formato de involucrar a la más joven generación de exploradores espaciales, y la participación de la industria. Ahora será la tarea del COPUOS desarrollar, aún más, los resultados de la Conferencia del Espacio de Viena de 1999.

EXPLORACION ESPACIAL Y ESCENARIOS DE UTILIZACION

Ahora, observando los desarrollos, planes y estudios hechos en el siglo pasado, no es demasiado difícil prever una cantidad de exploraciones espaciales y de escenarios de utilización para el futuro, es decir para el actual siglo, para seguir siendo modesto, para la primera parte de este siglo.

Uno de los estudios, a los que haré referencia particular aquí, es un informe preparado durante varios años para los Ministerios de Ciencia Europeos por el Comité de Política Espacial a Largo Plazo de la ESA, que propuso, desde una perspectiva europea, establecer una visión para las futuras actividades espacia-

les dentro de un horizonte de 30 años. Esta meta también ha sido la perspectiva que un gran número de otros países industrializados emergentes se proyectan a futuro. Al observar distintas opciones discutiré algunas importantes áreas de exploración y utilización espacial futuras.

En particular, escenarios para futuras exploraciones espaciales planetarias incluyen Marte y la Luna, como asimismo, algunas otras áreas de investigación como la de Objetos Cercanos a la Tierra, después, me referiré a temas medioambientales del futuro como la Energía Solar Espacial y posible desarrollo del Turismo Espacial. Esta será una rápida visión que concluiré con lo que llamaré un camino tecnológico y político a seguir en la exploración y explotación del Espacio.

Exploración de Marte

Como se sabe, tanto la Luna como Marte, ofrecen la posibilidad, en escenarios a largo plazo de actividades que involucran la presencia humana y también la utilización de recursos "**in-situ**" (In-Situ Resource Utilization) (ISRU). Consecuentemente, ambos, la Luna y Marte figuran muy prominentemente en cualquier escenario a largo plazo europeo, de la NASA y de muchos otros. El atractivo de Marte, en particular, como objetivo de misiones espaciales ha aumentado en forma dramática con los recientes descubrimientos científicos acerca del planeta, lo que también ha generado un considerable interés público. Las actuales misiones espaciales que totalizan casi una docena, involucran sondas americanas, europeas y japonesas, no

todas ellas exitosas, desafortunadamente y, ciertamente conducirán a una expansión de nuestro conocimiento acerca de Marte los próximos diez años. Estas misiones incluyen orbitadores, aparatos de descenso, de exploración, vehículos de toma de muestras y de experimentos de ISRU. La exploración humana de Marte, por supuesto la perspectiva más interesante, es una tarea compleja y costosa y la que no puede comenzar mucho antes del 2020, para ser -tal vez- demasiado optimistas. Ciertamente requerirá prolongadas preparaciones y un enfoque en fases, que involucre acontecimientos secuenciales o algo llamado **"etapas exitosas"**.

Una de dichas Etapas Exitosas sería el establecimiento de una permanencia robótica permanente en Marte, basadas en colonias/puestos de avanzada de robots que trabajen en redes. Estos puestos de avanzada robóticos pueden llegar a estar críticamente enlazados con el esfuerzo humano de exploración, representando lo que podríamos llamar la evolución continuada de las misiones de exploración a Marte, las que actualmente están aprobadas o en distintas etapas de planificación, para la exploración humana de Marte en el largo plazo.

Los robots pueden en gran medida amplificar y reemplazar aquellas facetas débiles de las capacidades humanas en medio ambientes extremos y peligrosos y pueden ser enviados a Marte tanto en roles exploratorios como de apoyo.

Los asentamientos robóticos pueden proveer una capacidad de cobertura multi-dimensional; de superficie, bajo la superficie, aéreas y orbitales, en amplias áreas de la superficie marciana. Pueden

desarrollar operaciones en el largo plazo de carácter científico como ser sismología o meteorología o de aplicaciones científicas como geología o minerología. Exploraciones profundas bajo la superficie pueden ser efectuadas con el propósito de ubicar recursos de agua en depósitos subterráneos, en profundidades que van entre una decena o algunas centenas de metros.

Los puestos robóticos pueden explotar una sólida infraestructura de comunicaciones en bandas de alta frecuencia estandarizados, una alta capacidad de almacenamiento de data y computación, energía, navegación, vigilancia y estaciones meteorológicas en la superficie, en la atmósfera o en órbita sobre Marte. La transmisión de data en el orden de Mega Bytes/sec pueden ser conseguidos por una red de mini/micro satélites de tipo relay. Los sistemas operativos para estos asentamientos robóticos deben tener una gran autonomía y conductas de cooperación, bajo el control de agentes remotos y un muy alto nivel de supervisión humana. Largas vidas útiles, del orden de décadas pueden conseguirse usando sistemas reemplazables, modificables, mejorables o desechables que sean capaces de auto o mutuas reparaciones y/o mejoras funcionales preplanificadas vía cambio de módulos.

Los recursos necesarios para comenzar la exploración de Marte pudieran estar disponibles hacia fines de la construcción de la Estación Espacial Internacional (ISS), este período será alrededor del 2005. El escenario de la Misión de Referencia de la NASA que representa el último enfoque del esfuerzo de acercamiento de exploración humana a Marte, muestra un concepto de misión

dividida en la que tres misiones humanas, cada una incluyendo una tripulación de seis e involucrando dos vuelos de carga robótica, serían lanzados en un período de alrededor de 10 años. Los proyectos de la llegada a Marte (Trans Mars Injection T.M.S.) contemplan sistemas de propulsión nuclear. La disminución de costos estiman que será conseguida con el desarrollo del lanzador pasado "**Magnum**" con capacidad para poner cargas de 75 toneladas en L.E.O. (Low Earth Orbit) basados en tecnología post-Shuttle.

A pesar de muchas incertidumbres, que todavía afectan a los conceptos de la misión humana a Marte, existen estimaciones de los costos totales del programa para las misiones humanas y ellas están en el área de alrededor de los 50 a los 60 billones de dólares estadounidenses, pero si esto es factible de realizar en 20 años es —tal vez— un poco más alcanzable, ya que entonces particularmente, correspondería a aproximadamente al presupuesto habitual anual para las operaciones del Transbordador Espacial.

Exploración de la Luna

Con respecto a la Luna, también hay un interesante conjunto de desarrollos porque la "**Ciencia de la Luna**", en relación al origen y a la evolución del sistema Tierra-Luna, comprendiendo una gran variedad de experimentos y de observaciones en y desde la superficie lunar, ahora se ha transformado en algo mucho más internacional. El escenario proporciona numerosas oportunidades y desafíos como un banco de pruebas tecnológico, especialmente en el contexto de futuras misiones humanas a Marte. El

conocimiento actual acerca de los materiales lunares y la potencial presencia de hielo de agua en las regiones polares ha producido un creciente interés en Aplicaciones de Recursos "**in-situ**".

Aquí, nuevamente, se ha sugerido un enfoque gradual, con respecto a renovar la exploración lunar, que involucra una primera etapa, tal como en Marte, de exploración robótica de la Luna, orientada a solucionar significativos vacíos en nuestro actual conocimiento. Esta meta, tal vez, podría ser alcanzada, dentro de la primera década del nuevo milenio y requerirá de orbitadores, aparatos de alunizaje y vehículos de exploración observadores autónomos con capacidad de recorrer varias decenas a centenas de kilómetros. Las misiones europeas como SMART-1 también pueden desempeñar un rol crucial en esta fase, incluso con un reducido financiamiento. Las etapas subsecuentes, alcanzando su actividad máxima después del 2010, involucraría diversos sistemas más sofisticados, como observatorios automatizados, vehículos de exploración autónomos y dispositivos de retorno de muestras, como asimismo, plantas de oxígeno, energía, combustible y —eventualmente— plantas de producción de alimentos y de materiales de construcción.

Si durante estas misiones exploratorias se hace evidente que la futura presencia humana es obligatoria por razones científicas y/o de otro tipo, una serie de misiones humanas pueden ser previstas para reiniciarse alrededor del 2020, de esta forma estableciendo un puesto de avanzada lunar, que finalmente evolucione en una base lunar permanente. Esta fase requerirá el aumento de las tripulaciones de 2 a 8 astronautas y

gradualmente deberán alargar su permanencia en la Luna. Este escenario de misiones humanas depende fundamentalmente de una mayor cooperación internacional, de un innovador y eficiente uso de los recursos lunares, especialmente del oxígeno que se encuentra en los silicatos y óxidos lunares y en el desarrollo de vehículos de transporte adecuados.

Suponiendo un período de desarrollo de 10 años, los costos proyectados para la construir y operar una creciente infraestructura humana lunar, digamos durante 9 a 10 años, todavía serían muy altos y ahora se estiman en alrededor de 85 billones de dólares. Una estimación alternativa más optimista esta basada en los avances de las tecnologías para reducir costos, tales como la disponibilidad de un sistema barato de transporte reutilizable, que podría bajar los costos a cerca de 57 billones. La intensa utilización de recursos in-situ tiene el potencial de producir un ahorro adicional de al menos un 10%. De modo que nuevamente un creciente esfuerzo internacional sería necesario para impulsar dichos esfuerzos.

En todo esto, por lo tanto, un esfuerzo europeo mayor en la exploración lunar parecen prometer retornos científicos y tecnológicos valiosos a costos moderados, por lo menos durante las fases robóticas. Con el uso eficiente de estrategias ahorradoras de costos, el retorno humano a la Luna también parece alcanzable y debe ser efectuado previo al primer aterrizaje humano en Marte, esto si el público está convencido que vale la pena.

Objetos Cercanos a la Tierra (Near-Earth Object.) (N.E.O.)

Refiriéndonos a un tema que recientemente ha recibido una mayor atención, los cuerpos menores -asteroides y cometas- que periódicamente entran en la vecindad de la Tierra, también son potenciales objetivos para futuras investigaciones y aplicaciones espaciales, por su valor científico, pero particularmente por su potencial amenaza de una catastrófica colisión con la Tierra. El registro geológico de la Tierra, muestra una considerable cantidad de impactos de cuerpos espaciales sobre la superficie de la Tierra.

Una amenaza "**local**" a corto plazo se presenta, por ejemplo, por la gran cantidad de pequeños cuerpos de la clase (tamaño) de 10 a 100 metros, que es poco conocida hasta hoy y que puede llegar con poco tiempo de aviso debido a su tardía detección, a causa de su pequeñez. Una amenaza más "**global**" se presenta por parte de cuerpos más grandes de tamaños kilométricos, en una escala de tiempo más prolongada. Los esfuerzos actuales están orientados a identificar esta población de NEO más exactamente y establecer un catálogo, mediante la realización de investigaciones basadas desde la Tierra. Al mismo tiempo, las investigaciones 'in-situ' de la composición material (hielo, rocas, metales) y de la estructura de los NEO debiera realizarse para proporcionar una confirmación fundamentada de la información de los sensores remotos multiespectrales utilizados desde la Tierra. Esta información fundamental formará la base para la evaluación del peligro y para eventuales estrategias de disminución de la amenaza. El énfasis no está colocado en medidas de mitigación,

hasta que los riesgos reales no puedan ser determinados más claramente por la comunidad científica.

Sin embargo, la determinación de las órbitas de los NEO es considerada difícil debido a los elementos caóticos involucrados y, por lo tanto, los resultados de una acción deliberada orientada a desviar un objeto de este tipo, son todavía altamente inciertos. Hay otra idea de explotar como minas los NEO para la búsqueda de metales preciosos y de materiales semiconductores, es algo que probablemente llegue a ser factible en el siglo 21, aunque actualmente no está claro si también llegará a ser económicamente rentable, comparado con las alternativas mineras terrestres, como por ejemplo explotar los fondos marinos.

Energía Solar Espacial

Otro tema del uso del espacio exterior, que ha sido discutido por largo tiempo y que nuevamente está ganando interés, es el de la energía solar. La creciente demanda de energía del Mundo y los problemas medioambientales y de seguridad asociados con ella han creado este nuevo interés en la energía solar como la principal fuente energética del futuro. La recolección de energía solar en el espacio y su subsecuente transmisión por microondas a la Tierra es una opción propuesta, que involucra a los así llamados Satélites de Energía Solar (Solar Power Satellites) los que se caracterizan por muy grandes estructuras cubiertas por celdas fotovoltaicas en el espacio. Dichos sistemas de Satélites de Energía Solar tendrían casi 5 veces más insolación que las plantas de energía térmica solar terrestres (1350 W/m^2 vs 300 W/m^2)

Un renovado interés en los Saté-

lites de Energía Solar ha sido auspiciado por la reciente "**Mirada Fresca**" efectuada por la NASA a esta aplicación, la que ha generado una cantidad de conceptos arquitectónicos innovadores y de tecnologías orientadas a reducir la inversión preliminar. Sin embargo, está claro que incluso los resultados de la "**Mirada Fresca**" no muestran una viabilidad económica garantizada. Para ser competitiva con los sistemas terrestres de energía solar es necesario una producción de energía específica por masa de por lo menos 200 W/kg. , se requieren costos de $\$1500/\text{Kg.}$ y costos de hardware de $5000 \text{ \$/Kg.}$ para los sistemas de Satélites de Energía Solar. Una configuración que entregue 500 GW de energía costaría alrededor de 44 billones de dólares ($0.4 \text{ U\$/Kg./Wh.}$). Sistemas SPS's (Solar Power Sistem) mucho más avanzados pueden ser posibles en el futuro lejano, a un costo total proyectado de 5.6 billones de dólares ($0.05 \text{ U\$/Kg./Wh.}$). Por esta razón, ciertamente, todavía es incierto si este sistema será factible y atractivo económicamente.

En general, la atracción de los Satélites de Energía Solar es fundamentalmente dependiente de los futuros costos de lanzamiento, como asimismo de la razón a la que innovaciones en los campos de, por ejemplo, la transmisión de energía por microonda y que grandes estructuras desplegables lleguen a estar disponibles. E incluso si los sistemas de los Satélites de Energía Solar puedan ser diseñados para ser competitivos en cuanto a costo con las soluciones terrestres; las exigencias tecnológicas y las incertidumbres operacionales serían inmensas.

El enfoque recomendado, por lo tanto, es proceder con el desarrollo de

tecnologías genéricas para grandes sistemas termodinámicos en el espacio y parece que NASA lo hará con una inversión de varios millones de dólares al año, antes de reevaluar la solvencia económica de los sistemas de Satélites de Energía Solar. Por ejemplo, se pueden evaluar las tecnologías innovadoras de las Velas Solares que actualmente son desarrolladas por algunas agencias espaciales europeas.

El camino para el desarrollo de la energía solar espacial podría, por lo tanto, comenzar con experimentos de transmisión de energía inalámbrica desde la Estación Espacial Internacional, a un sub-satélite en vuelo libre con experimentos científicos a bordo. Más tarde, pueden extenderse a experimentos que comprendan la transmisión de energía de satélite a satélite, incluyendo satélites de recepción múltiple en la vecindad de la Estación Espacial Internacional y similares. Además, entrega de energía a plataformas estratosféricas y más adelante entrega de energía a vehículos exploradores planetarios o a estaciones remotas planetarias.

El paso siguiente puede ser la transmisión inalámbrica de energía vía Satélites Relay de Potencia (PRS) que pueden ser empleados para transmitir energía producida por plantas de poder térmicas solares ubicadas en regiones de alta radiación, como desiertos u otras regiones. Los Satélites Relay de Potencia (PRS) son muchísimo más simples y pequeños que los correspondientes sistemas SPS's, pero las tecnologías de transmisión de poder por microondas requeridas serán similares. Un sistema europeo competitivo en costo, con una salida de potencia de 10.000 W/Kg. es más fácil de

ver en el futuro que un sistema SPS equivalente.

La energía transmitida por microondas desde el espacio también podría ser usada para modificar el tiempo meteorológico, entre otras aplicaciones de baja intensidad para disminuir o aumentar condiciones del tiempo como formación de nubes y alteraciones de la ionósfera, como asimismo en aplicaciones más extremas, como por ejemplo actuar sobre tormentas severas. La factibilidad de estas aplicaciones en el largo plazo no son claras, debido a las grandes incertidumbres acerca de los resultados de inyectar energía en un sistema caótico como es el fenómeno meteorológico.

Turismo Espacial

Un último campo del futuro uso del espacio que me gustaría tratar, es el turismo espacial. El gran mercado anual del turismo en la Tierra, alrededor de 3400 billones de dólares anuales, ha hecho surgir el interés en la posibilidad de lo que se podría llamar "**Turismo Espacial**". Las encuestas indican que millones de personas estarían dispuestas a gastar hasta US \$50.000 en un viaje al espacio. Para hacer accesible este mercado, nuevamente, se pueden diseñar escenarios, comenzando con vuelos sub-orbitales en aviones cohetes, seguido por cortos y luego más prolongados vuelos orbitales alrededor de la Tierra.

Como una primera etapa, algunos ingenieros prevén, un avión rocket, como el proyecto del Ascender, que será capaz de despegar convencionalmente, alcanzar una altitud de alrededor de 100 Km. con una tripulación de cuatro personas y volver 30 minutos después. Suponiendo

15.000 vuelos anuales, costo total de alrededor de 3,8 billones de dólares para el desarrollo y la producción de, por lo menos, 10 de dichos aviones rocket As-cender, un negocio rentable podría establecerse después de alrededor de seis años de operación con pasajes todavía en un rango de valores de los 50 mil dólares.

En una siguiente fase, vehículos más grandes transportando alrededor de 50 pasajeros, tal como el propuesto en el proyecto Kankoh-Maru, podrán permanecer en órbita por varias horas. Se deben cumplir exigencias operacionales extremadamente altas y de disponibilidad con el propósito de realizar al menos un lanzamiento diario. Nuevamente, los costos operativos serán un factor dominante en el factor de cálculo del retorno sobre la inversión e incluso los costos estimados de los pasajes de 50.000 dólares, parecen optimistas en esta perspectiva.

Incluso estadías más largas pueden llegar a ser posibles en hoteles espaciales, que deberían proporcionar acomodación a varias docenas de turistas simultáneamente. Sin embargo el valor previsto del pasaje de más de 100.000 dólares hacen que el mercado potencial sea limitado.

Este es el interés en las potencialidades del Turismo espacial. El principal obstáculo que actualmente impide que el turismo espacial llegue a ser una empresa viable son los altos costos del transporte, en el orden de varias decenas de millones de dólares por viaje y además consideraciones de seguridad. La reducción significativa del valor del costo del transporte, puede ser conseguida a través del uso de vehículos reutilizables,

que puedan volar frecuentemente con costos operacionales bajos. Esto es un requisito común para todos los escenarios del largo plazo.

La necesidad de interrumpir el ciclo convencional de programas espaciales financiados públicamente, los que hoy sufren siempre decrecientes presupuestos, parece ser un importante impulso detrás del interés por buscar una gran fuente de ingresos como el que el turismo espacial podría proporcionar, además de las Telecomunicaciones y las misiones de observación de la Tierra.

Camino Tecnológico a seguir en la Exploración y Explotación del Espacio

La diversidad de los escenarios que brevemente se han tratado, requiere del desarrollo de una variedad de capacidades y de tecnologías para hacerlos factibles, económica y tecnológicamente. La tecnología para cada escenario, debe por lo tanto ser evaluada en términos comerciales, científicos y de potencial de transferencia, como asimismo con respecto a la aceptación del público y status que se le asigne. Se pueden identificar dos amplias clases de tecnologías:

- Cuando quiera que una función enlazada con la adquisición y transmisión de información esté involucrada, las tecnologías relacionadas con laminaturización de los sistemas son importantes.
- Cuando quiera que el transporte y manejo de grandes y de pesadas cargas esté involucrado (lo que es principalmente el caso para las misiones humanas), las tecnologías relacionadas con grandes sistemas termodinámicos

(i.e., propulsión, potencia y administración térmica) son importantes.

Con respecto al futuro del transporte espacial y a la evolución de los lanzadores, el análisis ha demostrado la necesidad de un vehículo completamente reutilizable, con el propósito de lograr substanciales reducciones en los costos de transporte. Los vehículos semi reutilizables no son promisorios, desde un punto de vista económico. Estimaciones muy optimistas sugieren que los costos del transporte a una Órbita Baja de la Tierra (L.E.O.) pueden finalmente reducirse a alrededor de US \$200/kg.

Obtención de Fondos Privados, Auspicios, Licencias y Comercialización: Conclusiones y perspectiva

La exploración de los cuerpos planetarios, incluyendo la Luna, Marte y los Objetos Cercanos a la Tierra tiene un tremendo potencial para proporcionar beneficios científicos, educacionales y culturales, a corto plazo, pero ciertamente seguirá siendo, en gran medida, una empresa no comercial durante las próximas dos décadas, por lo menos. Actualmente, las actividades comerciales están principalmente, entorpecidas por los altos costos del acceso al espacio y por lo tanto la reducción del costo de los lanzamientos es de la más alta prioridad con el propósito de hacer progresos. Se ha identificado un considerable potencial económico para el Turismo Espacial y para la Energía Solar Espacial, pero sólo en el largo plazo. La posibilidad de obtenerla y la justificación de las aplicaciones de la Energía Solar Espacial, está significativamente afectada por la existencia de competidores terrestres para la gene-

ración de energía, incluyendo opciones regenerativas.

En el largo plazo, la construcción de complejas estructuras interplanetarias, parece ser posible y puede conducir a toda una gama de nuevos mercados y capacidades comerciales. Esta debiera ser una consideración central en la selección y desarrollo de capacidades, durante las primeras misiones. En una primera etapa, el negocio de la información y del entretenimiento puede representar un puente, entre la ciencia y el mercado, que puede ser seguido por productos de aplicación del espacio comercialmente más atractivos.

Una mirada a tales escenarios como actualmente se están desarrollando, por parte de muchas de las más grandes agencias espaciales, muestran que su importancia, por lo menos por un tiempo, puede ser mucho mayor para los países altamente desarrollados del mundo que para los más pobres.

Por lo tanto, también surgirá la necesidad de examinar muchos de estos proyectos que hoy están en las mesas de dibujo de la ESA, la NASA y de otras Agencias, con respecto a una posible transferencia de tecnología, para los países en desarrollo y, por lo tanto, para la humanidad como un todo.

Es un hecho indudable, que la mayor parte de lo que está en el mercado en tecnologías espaciales, particularmente en el campo de las telecomunicaciones o en las observaciones terrestres a través de aparatos sensoriales remotos, es de valor universal y debiera ser promocionado en una mayor medida.

Esto también es verdad, por ejemplo, para los sistemas GPS, aquellos ya

en operación y aquellos que ahora están en la mesa de dibujo, como el planificado sistema europeo Galileo, que debiera complementar el sistema americano, pero también debiera dar a Europa una cierta independencia en asuntos relacionados con el GPS.

Muchos países en desarrollo, ahora tienen un considerable potencial espacial de su propiedad, como por ejemplo, India y muchos países en Latinoamérica. Tendrán una fuerte influencia en el desarrollo espacial en el futuro.

Por ejemplo, de acuerdo a un informe en *Space News*, del último 13 de Marzo, **"el presupuesto espacial de India está creciendo y será de aproximadamente 20 billones de rupias en el siguiente año fiscal, un 17% de aumento sobre el presupuesto habitual"** y casi un 100% de aumento del presupuesto espacial de la India, del año 97/98. De modo que ustedes pueden ver, que hay un fuerte impulso también de esta parte del mundo.

Mientras mucho de esto tiene relación con la recolección de inteligencia, a través de sofisticados satélites de alta

resolución, habrán suficientes beneficios indirectos para aplicaciones civiles para convertir a India y a muchos otros países en desarrollo en otras potencias espaciales. Pero ¿qué direcciones tomará la exploración espacial?, ¿qué beneficios para la humanidad como un todo se derivarán?, dependerá de la firme resolución de los políticos en adherirse a los principios y valores que se desarrollaron en los primeros años de la era espacial.

Estos valores, conservados en importantes documentos como el Tratado del Espacio Exterior de 1967 continuarán siendo verdaderos, también en el Siglo 21.

Algunos dirán que ellos estaban imbuidos con demasiado optimismo, demasiado idealismo y que estaban demasiado alejados del mundo real, yo realmente no lo pienso así.

Muchos desarrollos en la última década han mostrado que los padres del Tratado tenían la razón, que los caminos y escenarios que ellos proporcionaron nos guiaron en forma segura a través de aguas turbulentas y que sus preceptos e ideas, todavía debieran ser seguidos por las futuras generaciones de exploradores espaciales. *

(*) Conferencia dictada en el Seminario "Desarrollo Espacial, un futuro desafiante" efectuado el 30 de Marzo del 2000 con ocasión de la FIDAE 2000, Aeropuerto de Los Cerrillos, Santiago de Chile.

(**) El Sr. Embajador Peter Jankowitsch, es Abogado Austríaco graduado de las Universidades de Viena y de la La Haya, ha sido elegido parlamentario en tres ocasiones y ha desempeñado los puestos de Ministro de Relaciones Exteriores y de Ministro de Estado para Europa, ha desempeñado muchos puestos diplomáticos, como representante de Austria ocupó la Presidencia del COPUOS desde 1972 hasta 1991, es representante permanente de Austria en la ESA (European Space Agency) y es Presidente del Directorio de la Agencia del Espacio de Austria (A.S.A.).

PROGRAMAS CIENTIFICOS MAS RELEVANTES PROGRAMADOS PARA EL INICIO DEL MILENIO^(*)

Astronauta NASA Dr. Franklin Chang Díaz (**)

Se ha hablado mucho sobre exploraciones espaciales. Hay dos proyecciones: Proyección hacia el Planeta Tierra, que está orientada a saber más sobre nuestra Tierra y la Misión del Planeta Tierra, cuando nos vamos más allá. Quisiera, sin restar importancia a los primeros temas, estimular la imaginación y proyectarnos en una dirección bien lejos, para darnos una idea de a dónde vamos y cómo vamos a llegar.

Hay una foto, en realidad un compendio de fotos, tomadas el 14 de Enero del año 1990 por la sonda espacial Voyager (Viajero) I; las tomó por pura casualidad. Reaccionando a una orden que se le envió desde los controladores de tierra, esa sonda rotó en un punto a 4 mil millones de millas del planeta y a unos 30 grados fuera del plano del eclíptico, donde están localizados todos los planetas. La sonda Voyager, al darse la vuelta, tomó una serie de fotos hacia atrás y lo que se ve es un compendio de 60 tomas, donde nuestro sistema solar, el Sol, la Tierra, Venus que apenas se ve, el planeta Mercurio no se puede ver por que está muy cerca del Sol, el planeta Marte no se puede ver por que está muy oscuro, además el Sol con su brillantez lo opaca; pero está Venus, la Tierra,

Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Plutón que estaba fuera de la gráfica, no fue tomado. Esta foto a mi parecer es algo fantástico; que una sonda espacial pudiera haber visto nuestro panorama tal y como lo verá algún día algún ser humano, es la visión del futuro y el desafío que tenemos en frente.

Estas fotos dan una idea de lo pequeño que somos, porque en un puntito que apenas se ve, que no llega ni siquiera a convertirse en un pixel de la computadora, vive toda la civilización humana. Ahí está todo lo que tenemos y todas nuestras esperanzas; todos los niños, los jóvenes y los viejos, la gente buena y la gente mala, todos están ahí. Es algo que para mí, como persona que tal vez ha rasgado un poquito ese cielo, al referirme a estas fotos, sienta una sensación bastante sobrecogedora.

Veamos un poco más hacia el vecindario donde vamos a dar los primeros pasos en el espacio, pasos humanos, no pasos con robots. De eso estamos hablando, de la aventura humana. En ese contexto, el primer paso ya se dió o se está dando continuamente, ya sabemos como darle vueltas a la Tierra en forma relativamente rutinaria, sabemos o sabíamos como llegar a la Luna; esperemos que

todavía sepamos como hacerlo después de tantos años sin practicar.

Pero es necesario explicar la geometría del problema. Es una geometría muy diferente el ir a la Luna que ir a Marte, simplemente por el hecho de que la Tierra se encuentra en una órbita más pequeña que la de Marte. Es como una carrera de automóviles o de atletas; la Tierra está en el carril de adentro y Marte está en el carril de afuera, la Tierra le da la vuelta al Sol en un año y Marte le da la vuelta al Sol en dos años terrestres. Entonces, el asunto es un problema de transporte; los cohetes que tenemos hoy en día, cohetes químicos de gran potencia por supuesto y de buen rendimiento, no son capaces en realidad de transportarnos desde la Tierra a Marte en un tiempo razonable, dado que los seres humanos no funcionan muy bien después de mucho tiempo en el espacio.

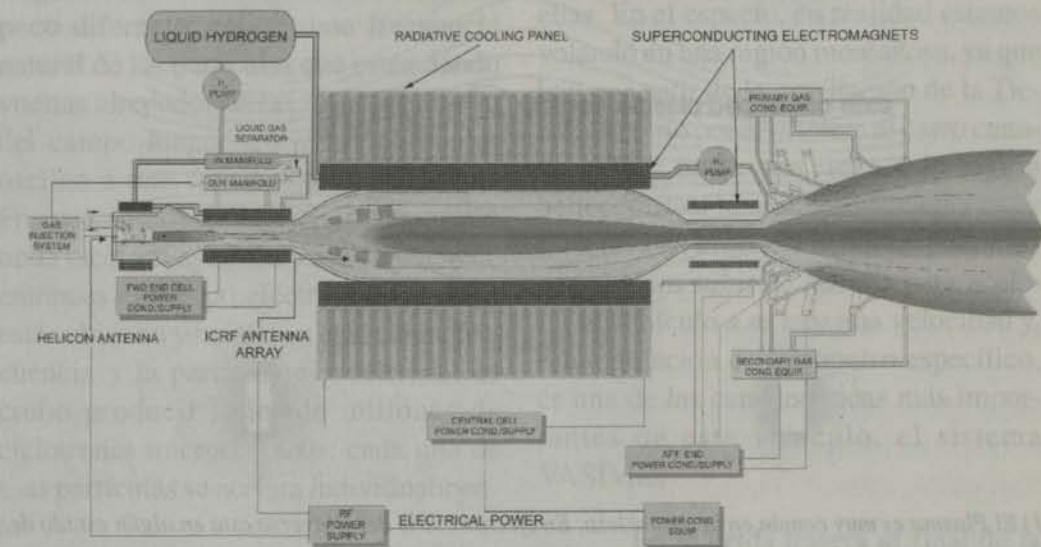
Cuando una nave espacial se lanza de la Tierra a Marte, lo que tarda del

orden de 8, 9 meses o 10 meses, cuando llega a Marte la Tierra está en el otro lado del Sol. Esto quiere decir que si esa misión tuviera un desperfecto y la tripulación tuviera que abortar la misión, tendrían que abandonar ese objetivo por que no podrían regresar a la Tierra, simplemente por que hay un obstáculo bastante grande en el centro que está muy caliente y que va a impedir el paso de regreso.

Eso implica que tenemos que desarrollar un nuevo tipo de transporte, un transporte que nos abra completamente las opciones para el sistema solar. No solamente para ir a Marte, si no que para embarcarnos en una exploración completa del sistema solar, como preámbulo tal vez para vuelos más allá todavía. Eso es casualmente lo que queremos hacer.

Actualmente se está desarrollando un motor denominado Variable Specific Impulse Magneto-Plasma Rocket (VASIMIR). En español, Cohete de Magnetoplasma de Impulso Variable, que puede ser la solución.

VASIMR Concept

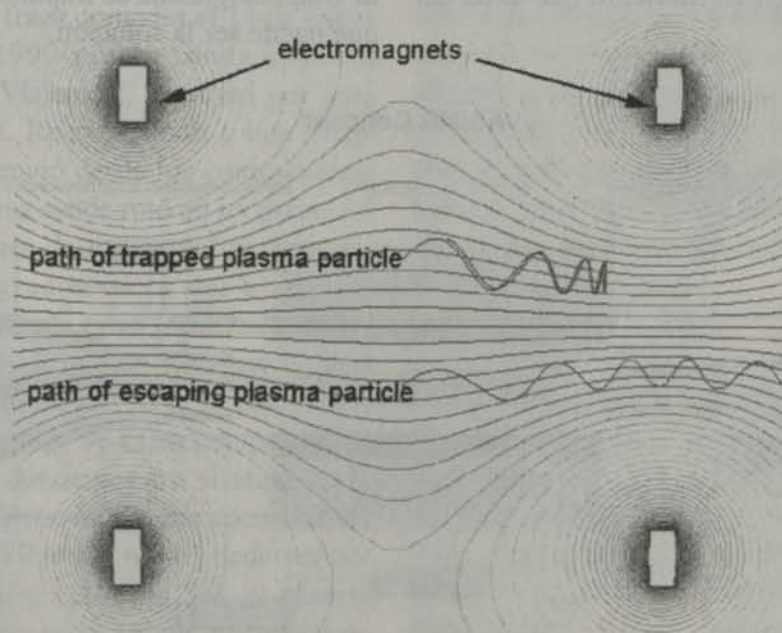


Este aparato que muestra el esquema, es un concepto que está en desarrollo hace ya casi 20 años en varios laboratorios. Significa casi un paso cuántico en lo que es la propulsión cohete. Utiliza un plasma, en vez de un combustible químico como el que usan los cohetes de ahora. El plasma es, o se considera, como el cuarto estado de la materia¹, que se consigue cuando se calienta un gas a temperaturas iguales a las temperaturas del Sol o de las estrellas; son temperaturas de varios millones de grados y, a esas temperaturas, no existe ningún material conocido que pueda sostener, que pueda guiar o convertirse en una tobera para el plasma.

El Plasma es una colección de partículas cargadas. Cuando el gas se calienta a esas temperaturas, los átomos de ese gas se rompen y los electrones, los iones y los protones que son parte de estos átomos, forman una especie de sopa.

Esta sopa, en realidad, es un conductor eléctrico en el que hay igual número de cargas negativas y positivas, o sea, la sopa en su totalidad es neutra, pero tiene la gran ventaja que se puede usar para guiar el plasma por medio de campos electromagnéticos. Si nosotros construimos una botella magnética, porque tiene esta forma, el plasma entonces se convierte en un Magneto Plasma.

El Plasma es suspendido por una fuerza invisible, que por supuesto no se derrite, no se funde, y podemos entonces calentarlo a nuestro deseo a temperaturas de varios millones de grados, temperaturas que ya las hemos obtenido en el laboratorio en Tierra. También logramos construir la botella magnética con un cuello y una especie de embudo con una geometría divergente, con lo que estamos construyendo una tobera magnética que en sí acelera el plasma y se convierte en un cohete muy efectivo.



(1) El Plasma es muy común en la naturaleza. En efecto el 99% del Universo está en algún estado de plasma, incluyendo los rayos, llamas ultra calientes, nebulosas, el Sol y otras estrellas.

La forma como el plasma se produce en este sistema es a través de tres celdas; una celda delantera, una celda central y una celda trasera. La celda delantera es la que se encarga de producir el plasma y lo crea por medio de una descarga eléctrica, mediante la inyección de ondas electromagnéticas que nosotros llamamos en inglés, "**Helicon waves**" u Ondas de Helicon. Son ondas que oscilan a una frecuencia natural y estimulan el movimiento de las partículas cargadas, calientan este gas y lo convierten en un plasma. El plasma que generamos aquí en este inyector, es para nosotros frío, llega sólo a los 200 mil grados de temperatura; es un plasma relativamente denso, del orden de 10^{18} partículas por metro cúbico, no es tan denso como el aire que respiramos, pero es bastante caliente.

Una vez que el plasma se produce, queda en presencia de un campo magnético que lo conduce, lo desliza, a la parte central. En esta parte central, más voluminosa, se le inyecta aún más energía con unas antenas a la entrada del cuerpo central, por medio de ondas electromagnéticas. Esta vez a una frecuencia un poco diferente; esta es una frecuencia natural de las partículas que están dando vueltas alrededor de las líneas de fuerza del campo magnético; estas partículas oscilan a una frecuencia que se llama Frecuencia Ciclotrónica. Si lanzamos una onda electromagnética a esa frecuencia, entonces el campo eléctrico de la onda está subiendo y bajando a esa misma frecuencia y la partícula es acelerada; es como producir miles de millones de ciclotrones microscópicos, cada una de esas partículas se acelera individualmente.

Así las partículas se calientan y

se logran temperaturas de hasta 10 millones de grados. Una vez que el plasma está bien caliente se deja escapar, a través de un pequeño cuello de botella, un embudo, una especie de garganta que permite regular la salida del plasma y si se cierra un poco este cuello de botella entonces el plasma se mantiene adentro, se calienta más. Es el mismo efecto que se obtiene cuando se riega un jardín con una manguera; cuando se cierra la boquilla de la manguera, puede hacer que el agua salga más rápido, pero menos agua o, si se abre el cuello, más material sale, pero a menos velocidad. Eso es muy importante para la operación de un cohete, es lo que llamamos Impulso Específico Variable.

El cohete en sí actúa como la transmisión de un automóvil. Cuando éste sube una cuesta muy empinada, lo que en realidad necesita es Torque en las ruedas para subirla y se sacrifica la velocidad del auto; cuando el automóvil llega arriba a la autopista plana, se usa marchas más altas para que la energía del motor se vaya más a la velocidad de las ruedas y menos a la fuerza de Torque de ellas. En el espacio, en realidad estamos volando en una región montañosa, ya que hay que salir de la gravitación de la Tierra; es como poner primera al carro cuando sale y hasta que llega a la región heliocéntrica, la región intermedia entre la Tierra y Marte. Entonces podemos permitirnos subir de marcha para acelerar al vehículo a su máxima velocidad y, esa regulación de el impulso específico, es una de las características más importantes de este vehículo, el sistema VASIMR.

En la celda trasera al final de la tobera magnética, donde el plasma se

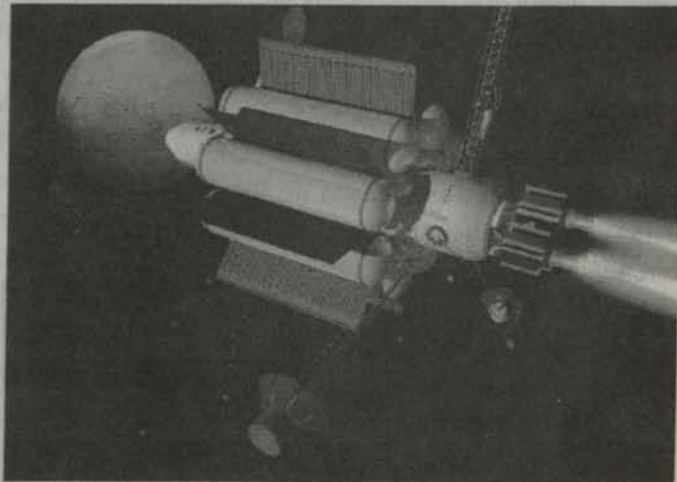
acelera, también tenemos la posibilidad de inyectar gas, pero gas neutro, no plasma sino gas y crear una especie de **"Capa Límite"**. Esa capa límite agarra a este plasma super caliente y lo desprende del campo magnético que lo está guiando hasta este momento; eso es muy importante por que el plasma, a fin de cuentas, tiene que desprenderse, no debe quedarse pegado al campo magnético, por que el campo magnético se regresa así mismo, todos los campos magnéticos siempre se cierran en sí mismos. El plasma entonces se desprende, pero también le estamos inyectando esta capa límite de gran densidad que se convierte en un sobre alimentador de plasma; es muy parecido a lo que usan los aviones de combate cuando quieren tener gran cantidad de empuje en algunos momentos del vuelo y encienden la post combustión.

De esa forma es como se va a despegar y subir rápidamente de la Órbita Baja de la Tierra, para escapar de la gravitación de nuestro planeta.

Un aspecto muy importante que es necesario mencionar es el peligro que existe en el espacio en relación al ser humano y, la incógnita más grande, es el problema de la radiación. La radiación para nosotros y ahora estamos aprendiendo aún más sobre ese tema, es causada por dos fuentes: la fuente número uno es el Sol, que produce copiosas lluvias de protones a energías muy altas y la segunda es la fuente de radiación que se llama Radiación Cósmica, que en realidad no se sabe por que es producida, pero muchas

otras actividades que suceden en el universo producen partículas de gran energía que nos bañan a nosotros. Las partículas en sí mismas no son las que dañan, sino que son las partículas secundarias, que nosotros llamamos Neutrones, causadas por estas partículas que vienen y chocan con los materiales de nuestra nave espacial. ¿Cómo vamos a proteger a los astronautas contra este problema? El elemento que se va a utilizar en este proyecto es el Hidrógeno, que es la sustancia más efectiva para proteger personas y material de la radiación espacial.

El Hidrógeno se va a usar no sólo como combustible, sino también como protector para proteger a los astronautas y, además, como refrigerante para enfriar las bobinas super conductoras que generan el campo magnético que este cohete necesita. El concepto arquitectónico de cómo estas naves se verán cuando las construyamos es interesante; no son naves aerodinámicas, por que nunca van a aterrizar en ningún planeta, sino que van a ir desde la órbita baja de un planeta a la órbita baja de otro; solamente la cápsula, que está montada en la punta de la nave, es la que en realidad penetra la atmósfera de Marte y aterriza. El almace-



namiento del hidrógeno líquido que se va a utilizar para alimentar estos motores, es el que protegerá a la tripulación que está en la parte central de la nave.

La fuente energética para alimentar estas naves es una fuente nuclear y este es un tema sumamente controvertido. Es necesario mencionarlo al público, por que es algo que hay que discutir abiertamente antes de embarcarnos en el desarrollo de una tecnología de este tipo. La nave espacial proyectada tiene reactores nucleares que están montados en mástiles exteriores; cada uno de ellos produce una cantidad de electricidad en el orden de 4 megavatios de potencia; la electricidad se transmite por líneas super conductoras que van a alimentar las fuentes eléctricas de la nave; además, se utiliza la energía eléctrica para producir el plasma y el campo magnético que lo contiene, para finalmente acelerar el plasma en la tobera convirtiéndolo en el empuje del motor cohete.

La misión está concebida en dos partes, hay dos elementos; es el mismo concepto que el Sr. Embajador Jankowitsch mencionó y que llamamos el **"Split Sprint"**. En realidad se enviarían dos misiones, la primera que es básicamente un camión de carga con un motor pequeño, poco combustible, con una gran cantidad de carga y usará la modalidad de alto impulso específico para economizar combustible. Como demora mucho tiempo en llegar a Marte, será una misión que no llevará gente, será un robot y llevará consigo toda la infraestructura necesaria para establecer una base antes de que llegue la tripulación. Esa misión se lanzaría en el año 2016.

Luego de esa misión, en el año 2018, específicamente el 06 de Mayo del año 2018, partiría la misión tripulada con una tripulación y un vehículo capaz de aterrizar en la superficie de Marte que pesa en total 61 toneladas métricas. Este aparato está montado encima de una nave cuyo peso total en la Órbita Baja de la Tierra es de 188 toneladas métricas, tendrá 12 megavatios de potencia, producidos por 3 reactores nucleares cada uno de 4^{Mw}. La nave será construida y ensamblada en órbita alrededor de la Tierra. Es un proyecto de gran envergadura que va a requerir múltiples viajes a la órbita donde se desarrollará el proceso de ensamblaje; los últimos componentes que se llevarán al espacio serán los componentes de los reactores nucleares. Esta nave, una vez que esté lista para partir y se le acoplen los reactores nucleares, tendrá que subirse a una altura de mil kilómetros sobre la superficie de la Tierra, lo que constituye una órbita nuclear segura, de tal forma que cualquier desperfecto no signifique un peligro para la Tierra.

La nave ejecutará una salida con el modo de sobrealimentador continuo de 30 días de duración y en este espiral, la nave estará básicamente arrancándose de la fuerza gravitacional de la Tierra en la forma de mayor empuje posible. Va subiendo la cuesta en primera, esa es la idea.

El protocolo de Impulso Específico, primera marcha, más bajo de este motor es lo que llamamos **"tres mil segundos"**, que es mucho más alto que el Impulso Específico del Transbordador Espacial hoy en día. El Impulso Específico del Transbordador Espacial es por el orden de 450 segundos. El impulso de

esta nave puede llegar a impulsos específicos del orden de más de 30 mil segundos, lo cual significa factores de 10 a 20 veces más de lo que puede tener un cohete convencional químico hoy en día. Cuando sale de la gravitación de la Tierra la nave entra en la porción heliocéntrica del vuelo en el cual el empuje de la nave se vuelve más caliente y la cantidad de material que está tirando por el escape se reduce, es como subir de marcha. Así llega a Marte en 85 días.

¿Cómo se proyecta la nave en su trayectoria? Es de una forma que se puede denominar contra intuitivo, ya que el vehículo no está empujándose en la dirección en que el chorro lo dispara, sino que va angulada con la proyección del vector de empuje de esta nave en su trayectoria heliocéntrica; el chorro del cohete va de tal forma que el empuje va hacia fuera, ya que esta nave está peleando contra la atracción del Sol para salir de su atracción gravitacional.

Cuando la nave llega a mitad de camino, se da la vuelta y dispara los cohetes en la dirección opuesta; lo hace a alta temperatura primero y poco a poco va incrementando el empuje y reduciendo el impulso específico, utilizando esa modalidad para poder frenar mientras está siendo atraída por el planeta Marte. Una vez que llega a las cercanías de Marte, el módulo de aterrizaje se desprende y es ese módulo el que hace la entrada directa en la atmósfera marciana en una maniobra denominada Aerocaptura. Esa aerocaptura está diseñada de tal forma que la velocidad en la aproximación entre el módulo mismo y la atmósfera no sea de más de 6.7 kilómetros por segundo en su primer contacto

con la atmósfera marciana.

La coraza térmica que se necesita para poder aguantar esa entrada es tecnología que está todavía en desarrollo, pero es bastante cercana a la actual y factible de conseguir.

Como no hay pista de aterrizaje, entonces hay que hacer una maniobra de descenso vertical, que es muy parecida a las que se han hecho en el pasado con sus retrocohetes y sus patas que le permita posarse suavemente sobre la superficie marciana.

Cuando la nave llega a Marte, en realidad llega dos veces: la primera vez lo hace en 85 días y ya ha desacelerado a una velocidad de 6.7 kilómetros por segundo con respecto a Marte, velocidad aceptable como para que la tripulación se monte en su cápsula, se desprenda y se dirija a Marte. Pero no es necesario frenar la nave madre; ésta pasa recto y utiliza la acción gravitacional de Marte para describir una trayectoria por unos 4 meses más, lo que la lleva a encontrarse con Marte una segunda vez. Cuando llega a Marte esa segunda vez, empieza muy despacio a describir una espiral que la va colocando en una Órbita Baja con respecto al planeta Marte; eso sucede en un período de 7 días. Eso quiere decir que después que la tripulación llegue a Marte, 138 días más tarde, la nave madre llega y se coloca en Órbita Baja con respecto al planeta.

Cuando esto suceda la tripulación habrá terminado su misión en la superficie y deberán estar listos para regresar. El regreso es aún más fácil, ya que la espiral de salida de Marte es mucho más

corta; son cuatro días de espiral y 85 días de viaje de regreso a Tierra. Estamos hablando de 89 días de travesía de regreso a la Tierra y el proceso es básicamente el mismo.

¿Qué pasa si algo falla? Este es un escenario que es necesario tener siempre presente. En todo caso, ya se ha adquirido una importante experiencia en acoplamientos espaciales en órbita de la Tierra y de la Luna, pero siempre es importante tener en consideración los problemas de geometría, distancias y tiempos involucrados.

Los trabajos experimentales han avanzado significativamente; el diseño de las bobinas super conductoras que están en el experimento que generan las líneas de campo magnético, la antena que genera el plasma y lo dirige a la tobera magnética. En realidad tenemos bobinas más potentes todavía, bobinas que generen corrientes del orden de 6.000 amperios, una tensión muy fuerte; el campo magnético que estamos generando es del orden de 3 Tecxlas, es extremadamente alto. Pero lo necesitamos para poder producir la descarga de plasma; la primera descarga de plasma de hidrógeno que logramos conseguir en Junio del año pasado, fue un gran éxito para nosotros poder operarlo.

Los experimentos son cada vez más complejos y más avanzados. En la última versión tenemos bobinas separadas por dimensiones específicas para empezar a configurar el experimento que vamos a llevar a cabo en el espacio.

Este aparato que pesa 1.5 toneladas va a ser llevado en el compartimento de carga del transbordador, va a tener

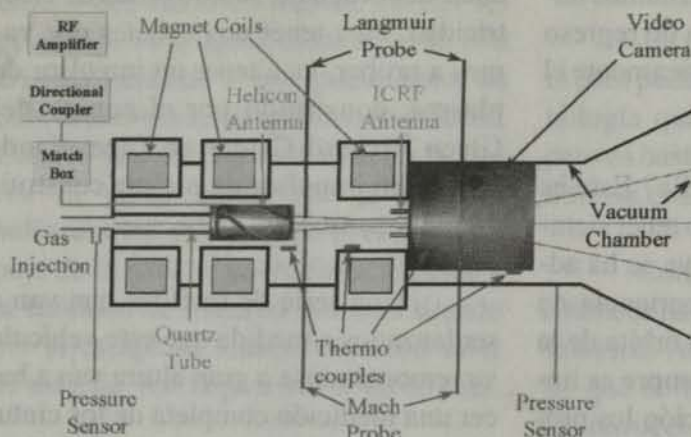
grandes paneles solares que van a producir del orden de 10 kilovatios de electricidad, va a tener dos cohetes que vamos a probar, va a tener un impulsor de plasma, construido por el equipo del Gleen Richard Center en Cleveeland-Ohio y un impulsor de plasma construido por nosotros.

Una serie de satélites que van a ser lanzados a medida que este vehículo va remontándose a gran altura van a hacer una medición completa de los cinturones de Van Allen en las cercanías de la Tierra.

El aparato, bien cerrado en un paquete, va almacenado en la parte trasera del transbordador y será desplegado con el brazo mecánico que agarra la carga útil, se abren los paneles solares y se suelta. El concepto del experimento es relativamente pequeño, su dimensión es del orden de 1 metro, con un tanque que almacena 50 kilogramos de hidrógeno supercrítico; tiene transmisores y amplificadores de radio frecuencia que son de nuevas tecnologías de gran potencia, cajas del tamaño de una pequeña calculadora que producen un kilobatios de potencia cada uno. Tenemos un super conductor también de tecnología muy nueva, que son mezclas de varios compuestos químicos y producen una cinta, una especie de cinta, que se puede enrollar en forma de electroimán y opera a temperaturas de 35 grados Kelvin, que son las temperaturas apropiadas para poder usar el hidrógeno líquido como refrigerante.

El tanque que vamos a llevar está ahora siendo diseñado por la compañía Lockheed Martin en Luisiana. Tenemos el super conductor, que está siendo dise-

ASPL Experiment



ñado y construido también por el laboratorio de Oak Ridges National Laboratories-Tennessee y, en particular, el grupo de tecnología de fusión está haciendo el electroimán. Los amplificadores que se están haciendo también diseñados en Oak Ridges y en el grupo del laboratorio de los Alamos. Algunos de estos aparatos ya están siendo implementados en el laboratorio y están funcionando.

En el Laboratorio de Propulsión Espacial Avanzada (Advanced Space Propulsion Laboratory ASPL), dependiente de la NASA, hemos constituido

un grupo bastante grande; tenemos una relación científica con la NASA que está colaborando con el proyecto. Tenemos una relación bastante grande y nítida con los sectores académicos; muchos estudiantes están trabajando con nosotros haciendo sus tesis de post-grado y tenemos una relación intensa con las indus-

trias privadas. Los centros de investigación incluyen al Glenn Research Center, el Centro de NASA Langley, el Marshall Flight Center, el grupo del Laboratorio Nacional de Oak Ridges, la Universidad de Texas, la Universidad de Houston, personas del M.I.T., la Universidad de Rice y tenemos colegas de Rusia de dos Institutos, el Instituto Kurchatov de Moscú y el Instituto Gurduev en Siberia, con los que estamos trabajando.

Muchas gracias por su atención, estoy atento a sus preguntas.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS

Pregunta: *Quisiera preguntar algo muy simple. En su exposición llegamos solamente hasta el aterrizaje, ¿pero qué pasa después?, ¿cómo despegó esa pequeña nave que vimos que aterrizaba en Marte o qué amartizaba?, ¿cómo lo hace?, ¿con qué motor?, ¿cómo vuelve?*

Respuesta: Es un motor químico. La idea es utilizar procesos para generar combustibles químicos en Marte. Todo eso se hace antes de la llegada de la nave, es decir, la nave lleva consigo un cohete que le permite subir una vez, pero la idea es también manufacturar combustible en Marte para abastecer estas naves, para que puedan subir. En la misión que explicamos esta nave llegó, se posó, la tripulación salió a hacer sus estudios; esa misma nave lleva consigo un motor que le permite subir. El combustible de regreso para la Tierra está en órbita, está almacenado en la nave que llegó dos años antes, almacenado en estado líquido. Con la energía nuclear tenemos

suficiente electricidad como para mantener el hidrógeno en estado líquido indefinidamente.

Pregunta: *Entiendo que había una alternativa para usar reactores químicos, partiendo desde la Luna hacia Marte cuando estuviera la Luna y la Tierra en línea dentro del eje Marte Sol. ¿Es posible eso?*

Respuesta: El problema con los cohetes químicos es la duración de la travesía, por que todos los viajes basados en combustión química requieren dos empujes; lo que llamamos una transferencia Hohmann, donde el cohete en realidad vuela casi toda su trayectoria en caída libre sin empuje. Ese es el problema, la duración del viaje.

El otro problema de la Luna es que sería muy bonito poder diseñar y construir cosas en la Luna, pero la Luna nos limita en nuestras ventanillas de oportunidad, no podemos lanzar cuando queremos lanzar, y eso es muy importante, por que Marte no nos ofrece muchas oportunidades.

Pregunta: *El viaje en su totalidad es alrededor de 200 días.*

Respuesta: Por ese orden, sí, son 115 días de ida, son 89 días de regreso y la duración de la misión en la superficie está todavía en debate.

Pregunta: *Todo ese esfuerzo tan grande y la estadía es tan corta, ¿por qué no alargar la estadía en Marte?*

Respuesta: Hay dos escuelas para apreciar ese concepto que usted discute. Hay una escuela que quiere ir, ver rápidamente y no tomar más días de lo necesario, por que no conocemos Marte lo suficientemente bien como para jugarlos el invierno en Marte. Entonces una idea sería ir y pasar suficiente tiempo como para hacer una exploración razonable y luego regresar.

Otra escuela dice exactamente lo que usted dice. Que nos quedemos en Marte, nos metamos en un refugio, hacemos un campamento bien fuerte y nos quedamos ahí hasta que venga la otra oportunidad, que sería dos años más tarde.

Es una cosa bastante drástica, es una o la otra. Todo esto, creo yo, va a depender de la capacidad de tener energía eléctrica abundante y eso es lo que ilustra el problema de la supervivencia del ser humano en el espacio; es la capacidad de generar energía para sobrevivir. Claramente la energía solar en Marte y más allá todavía, no creo que sea adecuada.

Pregunta: *¿Qué medidas toman ustedes en las naves espaciales en relación con los bombardeos de los meteoritos y micrometeoritos?*

Respuesta: Hoy en día el Transbordador Espacial sufre continuamente de bombardeo de micrometeoritos y también de basura espacial, por que estamos en una órbita que está llena de estas basuras que vienen a hiper velocidades.

Lo que hacemos en la operación del Transbordador, es que generalmente operamos con la panza del aparato en la dirección del movimiento, de tal forma que minimice la posibilidad de que si pegara algo nos pueda dañar algún tubo o alguna ventanilla; eso es lo que hacemos ahora.

En la estación espacial se está considerando la protección con espumas; la utilización de ciertas espumas que se pueden poner en las partes más vulnerables, para poder absorber la energía de estas partículas. En los vuelos a Marte y más allá, estas espumas tal vez puedan usarse también. Pero en ese sentido vamos a tener que tener sistemas muy redundantes y muy bien protegidos.*

(*) Conferencia dictada en el Seminario *"Desarrollo Espacial, un futuro desafiante"* desarrollada el día 30 de Marzo del 2000, con ocasión de la FIDAE 2000, efectuada en el Aeropuerto de Los Cerrillos, Santiago, Chile.

(**) Franklin Chang Díaz (Ph.D), es Astronauta de la Agencia Nacional del Espacio Norteamericana. Nació en San José de Costa Rica, se educó en el Colegio La Salle de San José y posteriormente en el Hartford High School, en Hartford, Connecticut, en 1973 el recibió el Grado de Bachiller en Ciencia e Ingeniería Mecánica de la Universidad de Connecticut y posteriormente en 1977 un Doctorado en Física del Plasma Aplicado del Massachusetts Institute of Technology. Tiene numerosos grados académicos en Estados Unidos y Latinoamérica y es Doctor en Ciencia de la Universidad de Santiago de Chile.

Posteriormente a su Doctorado comenzó a trabajar en el Charles Stark Draper Laboratory, en Diciembre del año 1993 el Dr. Chang fue designado Director del Laboratorio de Propulsión Avanzada del Johnson Space Center donde continuó su investigación sobre los motores de plasma. Es Profesor Adjunto de Física en las Universidades de Rice y de Houston.

En la NASA, fue seleccionado el año 1980 para integrar el cuerpo de Astronautas, el año 1982 trabajó a cargo del apoyo de las tripulaciones de los programas de las primeras misiones del Spacelab, el Laboratorio Espacial Norteamericano, sirviendo como comunicador con la cápsula en órbita. Es piloto y tiene una experiencia de más de 1.800 horas de vuelo, entre ellas 1.500 horas en aviones a reacción. Ha participado en seis vuelos espaciales entre los años 1986 y 1998. Ha volado casi todos los Transbordadores Espaciales, en trabajos de experimentación de su especialidad relacionado con motores plasma y muchas otras investigaciones y experimentos de carácter científico. En su último vuelo espacial participó en el acoplamiento que se efectuó entre el Space Shuttle y la Estación Espacial MIR de Rusia.

LA ETICA Y LA INVESTIGACION, EXPLORACION Y APLICACION DE TECNOLOGIAS ESPACIALES^(*)

Dr. Vittorio Canuto ^(**)

Hace aproximadamente 2.400 años tuvo lugar un diálogo muy interesante entre dos personas, una era un famoso profesor que se llamaba Sócrates y el otro un estudiante menos famoso, pero que, sin embargo, pasó a la historia. Su nombre era Glauco y sostenía que el estudio del espacio, o del espacio exterior como lo llamaríamos hoy, consistía en un esfuerzo importante por que permitiría al género humano predecir las estaciones, el arte de la meditación, la agricultura, etc., todas éstas aplicaciones básicas muy importantes. Sócrates respondió que sí, que si bien esto era muy cierto, mucho más tenía que resultar de dichos estudios, en particular esperaba que hubiese un mejor ambiente del espíritu humano. Eso aconteció hace 2.400 años.

Más de 2.000 años después cabe preguntarse ¿hemos seguido el consejo de Sócrates o hemos estado sólo preocupados de explotar el espacio como si fuese una nueva mina de oro? Parafraseando un poco a Dickens, para algunas naciones ha sido el mejor de los tiempos, para otras ha sido el peor. Algunas naciones han perseguido valiente e infatigablemente el nuevo punto de contacto del espacio exterior, con el ardor de aque-

llos que han sido impulsados por el deseo de conquistar la naturaleza y no por el deseo de conquistar otras naciones. Esta nueva canalización de energía humana es en sí misma muy importante, si se recuerda que en la historia de la humanidad los avances tecnológicos fueron tradicionalmente un subproducto de las guerras.

Esa gran energía humana dirigida verticalmente en lugar de horizontalmente unos contra otros, es acogida con mucho agrado, si añadimos a esta ecuación, lo cual debemos, el gran número de seres humanos que puede ser víctima de nuevos roces entre las naciones. Ya desde hace mucho tiempo se ha temido que una importante causa de nuevas conflagraciones entre países limítrofes en el próximo siglo será la escasez de agua.

El espacio y los desafíos que nos plantea son el epítome de lo que Salvador de Madariaga nos enseñó, que la historia está hecha por aquellos que actúan sobre ella, por los que esperan que acontezca esto o aquello. Esas naciones están haciendo historia y para ellas es el mejor de los tiempos. La tecnología es dulce, como lo observó con mucho acierto Oppenheimer; «sweet» es la palabra que

usó. En verdad lo es, pero el riesgo es que nos embarquemos en una nueva carrera tecnológica en la cual quien sea más rápido será juzgado el ganador; es un conjunto de sendas engañosas, en mi opinión manipuladas, y ningún bienestar llegará a la humanidad, si se decide calibrar a las naciones únicamente considerando este puntaje. Para muchas naciones los avances tecnológicos no han sido dulces para nada, han sido muy amargos, para esas naciones ha sido el peor de los tiempos.

Las actividades espaciales han ayudado a la globalización, pero para algunas les ha significado la homogeneización o, peor aún, un incontrolable flujo a través de ondas electromagnéticas de información, a menudo ajena a la cultura y tradiciones locales, aunque no pervertida por malevolencia. Esta invasión, aparentemente pacífica, puede ejercer enormes efectos en la juventud de una nación, efectos de los cuales se puede tener conocimiento cuando es demasiado tarde. El peligro de despojar a un país de los pilares de su herencia cultural, un tópico que es discutido muy a menudo en el Comité del COPUOS, debe ser evitado a toda costa, puesto que no se trata de un asunto exteriormente tecnológico o un asunto de libertad de información como a veces se presenta, sino que es un asunto profundamente ético, ya que éticos son aquellas personas o aquellas naciones cuyas acciones son gobernadas por principios éticos, no aquellas personas o naciones que quieren imponer su ética por buena que ellos crean que sea.

En los albores de este nuevo milenio y después de 50 años de exploración espacial ¿qué hemos aprendido?,

creo que cabe preguntarse esto. Mirando al exterior continuamos aprendiendo nuevos secretos de nuestro universo, pero desde lejos la mayor de las sorpresas resultó de nuestra mirada introspectiva, por que hemos llegado a una conclusión bastante desagradable. En mi opinión, el daño a nuestro sistema ecológico proviene de nuestro pródigo uso de ellos. Este es un cambio fundamental del paradigma de los años 70, del Club de Roma, que muchos de ustedes recordarán, cuando se pensaba que los límites del crecimiento económico se debían a la naturaleza finita de los recursos naturales. Ese punto de vista ya no es cierto, la edad de la piedra no terminó por que se terminó la piedra, la edad del bronce no se terminó por que se terminó el bronce. Esto es una nueva e inevitable conclusión, fruto de nuestra exploración del espacio exterior.

Antes de aventurarnos tanto conceptualmente como prácticamente, como nos contaba Franklin Chang Díaz, en la conquista del espacio exterior, creo que debemos reparar y redefinir nuestra forma de vivir en este mismo planeta. El calentamiento global o el efecto invernadero, el aumento del nivel del mar, los fenómenos del Niño y de la Niña, a que se refería Raimundo González, la deforestación, la reducción de la capa de ozono, donde ustedes son altamente sensibles en esta parte del planeta, son fenómenos que en un triste giro de acontecimientos afectarán mucho más profundamente a aquellos países y aquellas personas que se encuentran menos equipadas para defenderse contra ellos. Es una orquesta que está interpretando una triste melodía, pero aún no hemos encontrado al director. Las actividades del espa-

cio exterior han sido nuestra herramienta diagnóstica, pero debemos esforzarnos igualmente para asegurarnos nuestra herramienta pronóstica.

La historia nos dice que las grandes civilizaciones, desde los Egipcios hasta los Mayas, se volvieron estructuralmente frágiles y finalmente sucumbieron cuando perdieron la fe en aquello que sabían como interpretarlo en la naturaleza. La sabiduría convencional de que la economía libre es regulada por un mecanismo de auto corrección, una mano oculta, un reloj de alarma inmanente que nos advertirá cuando los recursos naturales estén empezando a agotarse, un instinto casi darwiniano de preservación, ha fallado en forma rotunda. La desenfrenada maximización de los intereses individuales, metas que están disminuyendo el capital de recursos naturales ha conducido a un desarrollo insostenible. Las actividades del espacio exterior cuantifican dichos procesos, pero no se puede esperar que proporcionen una receta mágica para solucionar el daño.

Existe una amplia evidencia anecdótica que demuestra que gran parte de la tecnología disponible hoy o es demasiado costosa o grande para países en desarrollo, o ambas, o es demasiado sofisticada en términos de capacidades requeridas. Dos grandes intelectuales radicales como Francisco de Asis y Charles Darwin trataron de convencernos de que es una equivocación pensar que la naturaleza no tiene razón de existir excepto para servirnos. Ambos hombres no tuvieron éxito, no por culpa de ellos sino por culpa de nosotros; no somos Darwinianos en ninguna forma por que no actuamos como parte de la naturale-

za, pensamos que estamos por sobre ella.

Las actividades espaciales son las únicas con una posibilidad realista de permitirnos adquirir aquella humildad que tan caballerosamente hemos rechazado como un incómodo lastre; esto ocurrirá por que se nos agotaron las excusas. Las celebridades espaciales nos han mostrado la verdad sin maquillaje de un posible futuro, por ejemplo, la superficie chamuscada y reseca de Venus, cortesía de un efecto invernadero descontrolado. Cuanto más penetremos en el espacio, desgraciadamente más claro resultará la imagen del género humano, usurpadora en su hábito de depredador. En mi opinión, necesitamos un nuevo paradigma, un nuevo curso de acción. Los acontecimientos humanos estuvieron interrumpidos históricamente por revoluciones, en el sentido benigno de la palabra; después de la primera revolución, que sucedió con la invención de la agricultura hace unos 10 mil años y de la segunda que fue la Industrial hace 200 años, nos encontramos listos para una tercera revolución. Nos compete a nosotros y sólo a nosotros inventarla, estructurarla para el beneficio de todos, implementarla de una forma equitativa hacia el uso de ella para el mejoramiento del género humano como nos enseñó o quiso enseñarnos Sócrates. La clave, en mi opinión, debe ser el conocimiento basado en la educación. Este último, el conocimiento, es un bien público intangible que se produce privadamente, pero es para el público, en lugar de decirlo al revés.

Las dos revoluciones previas a las cuales he aludido fueron basadas en el conocimiento; hace 10 mil años como rotar las cosechas y hace 200 años como

usar el carbón en lugar de los caballos. El nuevo combustible no es un combustible físico, no es la tierra como lo fue hace 10 mil años y tampoco es el carbón como fue hace 200 años. En mi opinión, el nuevo combustible es la información.

La información es un bien público por que se puede compartir con otro sin perderlo, es como si hubiésemos inventado una nueva matemática, $1 - 1$ ya no es 0; $1 - 1$ es 2, por que si yo les doy una información, usted la tiene y yo la tengo, al final ambos vamos a tenerla y nadie la ha perdido. Entonces cuando sus hijos hacen la tarea y ponen $1 - 1$ igual a 2, no están equivocados; a lo mejor ellos saben más álgebra que nosotros.

Los individuos crean el conocimiento que es un recurso ilimitado, el único recurso ilimitado que tenemos es el conocimiento. Por ejemplo, incluso en el más severo de todos los entornos, los antiguos pueblos Anasazi en el Sur Oeste de los Estados Unidos sobrevivieron y prosperaron por que contaban con el conocimiento de como alternar las cosechas y aprovechar inteligentemente sus escasos recursos, sólo sucumbieron ante los fenómenos sobre los cuales no tenían conocimiento para enfrentarlos. Esto prueba que el conocimiento y el hambre no pueden coexistir; son inmisibles, como aceite y vinagre, no son compatibles. Hay ciertos fenómenos naturales que son imposibles de evitar, pero el espacio exterior nos dice o nos puede decir cuales son. Se debe entonces crear la única barrera contra ellos: su conocimiento. Tal como lo hicieron las civilizaciones del pasado durante el curso de la historia, hay que luchar contra el hambre no con soluciones ad hoc poco siste-

máticas o bien intencionadas como lo son habitualmente, sino que con una cirugía mayor, la implementación del anti-virus del conocimiento.

El conocimiento significa que no sólo conoceremos el precio de todo como se ve en los shows televisivos, sino también conoceremos el valor intrínseco de todo. El conocimiento significará que ya no viviremos bajo la perniciosa confusión moral que nos ha conducido a creer que podemos entender la naturaleza sin referencia a principios éticos o morales. Conocimiento significará que cerraremos la brecha que coexiste entre nuestro progreso tecnológico de un lado y el primitivismo moral y el individualismo desquiciado por el otro. Conocimiento significará que ya no contemplaremos la Tierra y el espacio exterior como bienes raíces, que se conquistan, se traza la cartografía, se adquieren como siempre ha sido en el pasado, sino como una verdadera biosfera donde nosotros los seres humanos somos una parte integral del todo. El conocimiento dotará a cada individuo con el inoxidable escudo de la dignidad humana como Sócrates nos enseñó que debía de ser.

Finalmente déjenme tocar un argumento que es muy cercano al trabajo que yo hago a diario: es el problema del clima y el desarrollo que existe. Autoridades mucho más grandes que yo han dicho que la humanidad, y lo estoy citando, está conduciendo un experimento perverso, incontrolable y globalmente perverso, la naturaleza ya no parece ser autónoma e independiente como fue históricamente, el género humano está empezando a interferir y alterar la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales en escala mundial y dicha interferencia es para peor.

La alteración es inquietante por que acontece a distancia, las actividades de un país en cualquier parte del planeta pueden afectar a gente de otro país del otro lado del mundo, de los cuales se encuentran separados no sólo por distancias físicas sino por su historia, por su educación, por su religión y por su desarrollo social; un pedazo de carbón que se queme en el norte de Europa puede tener repercusiones en las Islas del Sudeste Asiático.

Aproximadamente la mitad de todas las emisiones de gases invernaderos que tenemos hoy se originan en el uso de combustibles fósiles, que son 6 billones o 6 mil millones de toneladas de carbono al año que arrojamamos a la atmósfera, o 24 mil millones de toneladas de CO₂, ya que la humanidad quema cada año, y miremos este número impresionante en lugar de hablar de billones de toneladas, tantos fósiles como los que la naturaleza tardó un millón de años en producir.

Especialmente los países industrializados, que han logrado un crecimiento económico con, se les critica a veces, poca conciencia de los problemas ambientales resultantes, desarrollan el 25% de la actividad de la población mundial y son responsables por el 75% de las emisiones mundiales. Se ha propuesto que se considere al ambiente como un Banco de propiedad del género humano; el capital de este Banco es la capacidad de absorción de la atmósfera, absorción de los gases de efecto invernadero. Desde la revolución industrial las emisiones de un número relativamente pequeño de países han gastado 11 veces el capital común. Esto nos trae a la mente las palabras del poeta hindú Tagore que

dijo: **“el mundo sabe perfectamente bien que los pocos son mucho más que los muchos”**.

El 60 % de la población mundial habita en áreas remotas donde la energía y los recursos son difíciles de alcanzar; estas poblaciones están destinadas a aumentar con el transcurso del tiempo.

¿Cuál es su alternativa si los países desarrollados no van en su ayuda?. Están obligados a usar la única alternativa a su disposición, la biomasa, lo cual significa quemar los bosques primarios, o sea, el mayor depósito de formas de vida en la tierra. Se estima que el número de especies fluctúa entre 5 y 20 millones; el famoso biólogo de Harvard, Wilson, ha comentado tristemente que quemar los bosques primarios de las selvas es como quemar las obras maestras del renacimiento para calentar una cena. El buen cuidado con que preservamos los logros humanos de 3.000 años, como las pirámides, debería ser acompañado por un cuidado similar para los tesoros naturales, como las selvas tropicales de millones de años. Si no se actúa así, el resultado es la destrucción del único patrimonio que nos queda, con el fenómeno resultante del calentamiento global que nos afectará a todos, a pobres y a ricos en igual forma.

Es interés común del mundo entero tratar de que esto no acontezca, es un deber moral de aquellos que poseen la tecnología y no ofrecen alternativas. Impulsar sus investigaciones en esta dirección para el beneficio de todos, es un problema, creo yo, más de ética que de economía. Pero si tenemos estos conocimientos, ¿por qué no actuamos? ¿por qué

no actuamos en la forma en que tenemos que actuar?. Yo no tengo la respuesta, pero hago una serie de preguntas: ¿Es por que nuestro modelo de crecimiento económico es quizás una ilusión basada en no haber entendido que estamos agotando el capital natural?. Puede ser. ¿Es por que nuestras economías están basadas en los mercados libres; que son excelentes para fijar precios, pero miopes para conocer los costos?. Puede ser. ¿Es por que aún tenemos que aprender que no existe tal cosa como desperdicio natural?. La naturaleza no tiene desperdicio. ¿Por qué?. Porque la naturaleza es cíclica, lo que hace se lo vuelve a comer. En cambio, nuestras economías son lineales, cuando desperdiciamos algo, se queda ahí y, por tanto, nunca reabsorbemos nuestro desperdicio; es posible también que no tengamos la preparación necesaria sobre los frentes biológicos, filosóficos, económicos e históricos para enfrentar sus problemas.

La biología, por ejemplo, nos ha programado para que reaccionemos con firmeza ante los problemas corrientes, pero no para enfrentar escenarios futuros, una predilección biológica para las ganancias a corto plazo. Este punto de vista es compartido por eminentes biólogos, quienes enfatizan que la selección Darwiniana promueve lo que tiene uso inmediato, aunque la ganancia puede resultar fatal en el largo plazo.

La filosofía, especialmente la occidental, quizá con la notable excepción de Spinoza y de Locke proclamó un enfoque del mundo absolutamente racionalista, mecanicista, que está en antítesis con el pensamiento global que necesitamos; estamos impregnados quizás del arrogante sentimiento de ser propietarios

de la naturaleza, en lugar de ser auxiliares responsables.

Las economías, también las neoclásicas del libre mercado, externalizan, entre comillas, los costos en que se ha incurrido con la merma de recursos, la contaminación y la degradación ecológica; si cuando pagamos la electricidad, en lugar de pagar tanto por kilovatios también le adjuntáramos el precio del desgaste de la naturaleza que causan en los bosques, les aseguro que sería mucho más alto el costo y quizás apagaríamos la luz mucho más frecuentemente.

En términos más simples, estamos pasando los costos a futuras generaciones; esto es una clara falta de ética. Resultado de esta fantasía, como ha sido llamada, es que un incremento en la economía es clasificado como un rendimiento, cuando en realidad es un despilfarro del capital; debemos invertir esta postura precisamente sí es contraproducente, por que el concepto de desarrollo sostenible sólo significa una cosa, debemos vivir usando el interés, no el capital, ese es el punto.

De otro lado, somos y no podemos negarlo, el producto del iluminismo. Previo a ella, la ciencia acostumbraba a ser aristocrática, especulativa y netamente intelectual, en tanto que la tecnología pertenecía a la clase baja, empírica y orientada a la acción. Gracias en no pequeña medida a la reducción de las barreras sociales, se produjo una fusión de ambas en la mitad del siglo XIX, una unión del cerebro y de la mano, como se dice. ¿Ha sido beneficio para todos?, ¿Tiene que ser la tecnología despiadadamente contraria al ambiente? ¿Nos sacaron de nuestro problema más ciencia y más tecnología?, la respuesta es

quizás no, o seguramente va a ser no, si la ciencia elige ser reduccionista en grado sumo, ya que se convertiría en un obstáculo en lugar de una ayuda.

Contamos con el conocimiento que nos ha proporcionado la era espacial, ¿por qué no estamos actuando?. Yo he estado en el mitin del 92, la cumbre de la Tierra de Río de Janeiro y, francamente, se ve en Naciones Unidas que el espíritu de Río de Janeiro, sino está muerto, está moribundo. ¿Qué cosa ha pasado? ¿Por qué no hemos hecho lo que era tan obvio que queríamos hacer en el 92? ¿Por qué no hemos actuado?. No es que yo tenga la respuesta, pero les propongo alguna posibilidad. Tal vez por que cognoscitivamente, es decir neocóstiticamente, sabemos y estamos convencidos del valor de nuestro planeta, pero nuestro sistema emotivo, es decir el sistema límbico, aún se encuentra adormecido, sin ser gatillado y, por lo tanto, sin motivación, Corremos el riesgo de convertirnos en criáticos intelectualmente hablando, límbica y emocionalmente. Las actividades espaciales son la única oportunidad que tenemos, ya que pueden gatillar y rejuvenecer nuestras emociones.

Por otro lado, el esclarecimiento que proviene únicamente de la ciencia no es suficiente. En mi modesta opinión, podemos caer víctimas de la separación bajoniana entre valores científicos y éticos. Necesitamos a ambos, la ciencia y la tecnología facilitan nuestra tarea, no hay la menor duda, pero no motivan nuestras actividades. Para ello necesitamos un conjunto de valores éticos, el más elemental de los cuales fue expresado en forma convincente y muy sencilla por el Chief Seattle quien envió una famosa

carta al presidente americano Franklin Pierce en 1885 en la que escribió: **"la tierra no pertenece al hombre, el hombre pertenece a la tierra"**.

En efecto, el medio ambiente no es nuestro, lo tomamos prestado de las generaciones pasadas bajo la tácita presunción de que lo traspasaríamos a las futuras generaciones, si a caso no mejorado, por lo menos en las mismas condiciones en que lo recibimos. Hemos fracasado en la última parte, creo yo, ya que hemos agotado nuestra parte del capital ecológico, por que no vivimos del interés, vivimos del capital.

El pretexto de que los antiguos estragos fueron resultados involuntarios de un intento para mejorar el medio ambiente, es cierto, pero ya no es válido. En el pasado, claro, no se sabía las consecuencias, por lo tanto, no se puede inculpar a los que nos precedieron. Pero hoy ya no tenemos excusas, hoy conocemos las consecuencias de nuestras acciones, las cuantificamos desde el espacio y debemos tener presente lo que escribió una vez Mahatma Ghandi quien dijo: **"la tierra posee suficientes recursos para la necesidad del hombre, pero no suficientes recursos para la codicia del hombre"**. **"It's enough food for the men's needs, but it's not enough food for the men's dreams"**.

Necesitamos una nueva ética, gobernada por una nueva forma de pensar, una ética de la tierra quizás. Debemos abandonar el enfoque kantiano de que la naturaleza es una acumulación de fuerzas irracionales que necesitan ser subyugadas, puesto que las consecuencias de nuestra jefatura suprema, hasta ahora ha

sido demasiado evidente. Lo que necesitamos es una persona nueva, en inglés se llama un Geo-Login, que es el conjunto entre un geólogo y un teólogo, todo junto. Tenemos que lograr una nueva forma de entender lo que es la naturaleza, tal vez más profunda y revolucionaria, tanto como revolucionaria fue por las revoluciones Copernicanas y Darwinianas.

No tenemos que enfrentar una di-

cotomía o la dicotomía que está retratada en la famosa pintura de Rafael del museo del Vaticano, "**Escuela de Atenas**". No es cuestión de elegir el dedo de Aristóteles señalando hacia abajo o el dedo de Platón señalando hacia el cielo. Es mirando en ambas direcciones que podemos hacer y haremos lo correcto, no tan sólo para nosotros mismos, sino lo que es más importante, para futuras generaciones cuyo futuro no nos pertenece. *

(*) Conferencia dictada en el Seminario "Desarrollo Espacial, un futuro desafiante" desarrollada el día 30 de Marzo del 2000, con ocasión de la FIDAE 2000, efectuada en el Aeropuerto de Los Cerrillos, Santiago, Chile.

(**) Es Licenciado en Física en el Liceo Valsalice de Torino, Magister en Física de la Universidad de Torino y Doctor en Física de la Universidad de Genova Italia, profesor visitante de la Niels Bohr Institute de Copenhague Dinamarca. Es profesor adjunto de la Universidad de Columbia en el Departamento de Física Aplicada. Se desempeña como Científico Espacial en el Instituto Goddard para estudios del espacio de la NASA. Es editor de la Revista Fundamentos de la Física Cósmica para la Editorial Gordon y Breach. Autor de numerosas Publicaciones Científicas. Se desempeña como Representante de la Santa Sede, en las Naciones Unidas, en Materias Espaciales.

CONOCIENDO MEJOR EL UNIVERSO A TRAVES DE LA PERCEPCION REMOTA: ¿CUALES SON SUS PERSPECTIVAS? (*)

Charles D. Walker (**)

Es un gran placer estar hoy aquí con ustedes. El simposio organizado ha sido muy informativo para mí y pienso que también lo ha sido para ustedes. De modo que, como el orador final, quiero darles mi perspectiva personal, como asimismo, una perspectiva que pienso muchas comunidades científicas e industriales están comenzando a tener del Universo del que la Tierra es tan sólo una pequeña, muy importante, pero muy pequeña parte. Permítanme entonces avanzar en estas perspectivas.

Primero que nada, les solicito me permitan comenzar estableciendo para todos nosotros una comprensión del Universo como lo percibimos hoy día. Bien, el Universo que buscamos entender comienza muy cerca, aquí en casa. Hablo de casa con respecto a este planeta, el planeta Tierra, el que es nuestra primera y necesaria preocupación. En la medida que todas las naciones de esta Tierra estén involucrados, más nos concentraremos en observar la Tierra para obtener información que sea de uso y de beneficio para todos nosotros aquí en nuestro planeta hogar.

Desde los primeros registros de

las civilizaciones, los ojos de la humanidad han contemplado no sólo hacia el horizonte estudiando nuestra Tierra, sino que también se han dirigido hacia arriba para estudiar el cielo. Ahora, el Universo, como lo entendemos hoy, comienza con un primer escalón después de la puerta; este escalón, en términos de unas cuantas decenas de millones de kilómetros, es tan sólo el primer escalón de nuestra puerta y, al final de ese primer escalón está nuestra más cercana estrella que nosotros llamamos el Sol. El Sol tiene una red como si fuera una familia de planetas. La Tierra es tan sólo uno; nosotros conocemos nueve planetas. Pero, incluidos aquellos planetas, en el sistema solar hay alrededor de sesenta, más de sesenta lunas o satélites conocidos, satélites naturales de estos planetas.

El medio ambiente incluye, como hemos oído esta mañana, asteroides y meteoritos. Esto puede ser la consecuencia, los restos, de la formación del sistema solar de hace cuatro o cinco billones de años. Hoy se cree que el sistema solar tiene esa edad, tal vez cuatro o cinco billones de años. Pero nosotros también estudiamos el medio ambiente del sistema solar y, cuando decimos medio am-

biente en términos espaciales, estoy hablando del medio ambiente que incluye la radiación del Sol, de los electrones, de los protones, como asimismo de la radiación electromagnética y de la radiación térmica. También está la radiación que viene al sistema solar desde el espacio profundo: la radiación galáctica, protones y átomos de muy alta energía. Pero ese medio ambiente local también incluye una circunstancia, lo que es muy raro aquí en la Tierra y, con esto me refiero a la ausencia de gravedad que deja atrás la Tierra o cualquier otro cuerpo planetario en el espacio libre. Todos ellos, virtualmente todas las fuerzas gravitacionales, tienden a estar en equilibrio y eso produce este medio ambiente conocido como falta de peso. Nosotros estamos comenzando a comprender eso, hablaré más de ello más adelante.

Nuestros ojos, que contemplan mucho más allá de los planetas del sistema solar, a un Universo más grande, ven una galaxia en la que reside nuestra estrella, nuestro Sol. Es la Vía Láctea, como la llamamos.

La Vía Láctea es como muchas, tal vez doscientos billones de estrellas, muchas de las que parecen ser como el Sol. Mediante medios de observación hemos encontrado planetas, cerca de veinte de esos soles hasta la fecha. Se están descubriendo cada año. Más allá de nuestra propia galaxia local vemos y, los telescopios que hemos puesto en el espacio nos están mostrando, que hay galaxias tan lejos como tratamos de mirar. Puede haber cientos de billones de galaxias, cada una contando con billones o cientos de billones de estrellas; el Universo es casi tan grande como lo podemos imaginar. Y también es tan anti-

guo, que podemos imaginar que puede tener veinte billones de años. De modo que esta es la extensión de la creación que deseamos comprender y conocer más de ella.

¿Qué instrumentos, qué técnicas usamos para ver el Universo?. Ciertamente usamos satélites, también usamos nuestros ojos, o a los astronautas transitando desde la superficie de la Tierra hacia el espacio. Muchos tienen como objetivo muy específico y determinado observar la Tierra o de observar incluso hacia el espacio profundo, observar fuera de los encubiertos efectos de nuestra atmósfera terrestre.

La primera categoría de satélites a los que derivaré su atención son los satélites meteorológicos. Muchas naciones de la Tierra, en los últimos cuarenta años de la era espacial, han lanzado satélites meteorológicos y, de hecho, los satélites meteorológicos han llegado a ser casi un instrumento «**standard**» para nuestras culturas, nuestras tecnologías y nuestras industrias. Nosotros confiamos en los satélites meteorológicos para que nos den, mediante la observación desde una lejana distancia, una perspectiva literalmente mucho más amplia acerca de nuestros climas, indicándonos a través de información obtenida observando nuestro clima en un espectro invisible, tales como el espectro infrarrojo e incluso porciones del espectro ultravioleta, los patrones climáticos del cambio mundial. Esa información se usa para ayudarnos a modelar los patrones meteorológicos y, consecuentemente, predecir el clima en una forma crecientemente más confiable. Yo tuve un incidente jocoso que me describió la medida en que los satélites meteorológicos han llegado a ser una parte

integral de nuestra vida diaria. Después de una charla en la que estaba hablando acerca del espacio y de los beneficios de nuestras tecnologías en los satélites y de nuestras actividades en el espacio, una mujer de edad formuló una pregunta y posteriormente dijo: **"Doctor Walker todavía no entiendo cuál es el beneficio de los satélites meteorológicos. Yo enciendo mi televisor y ahí está el pronosticador del tiempo y él me dice todo lo que necesito saber acerca del clima. ¿Para qué necesito satélites?"**. Pienso que es el caso de mucha gente en culturas avanzadas en este mundo, que ve como si la información meteorológica en el periódico o en televisión o en la radio estuviera ahí automáticamente, ellos no se dan cuenta acerca de la tecnología que involucra adquirir ese conocimiento para ser capaces de predecirlo para nosotros.

Los satélites de vigilancia de recursos y los satélites de vigilancia medioambientales, naves espaciales que tienen instrumentos para observar a la Tierra a través del espectro electromagnético infrarrojo como asimismo del espectro visible, primariamente para observar las características de la superficie de la Tierra; la Biología; la Geología, para ser capaces de proporcionar en profundidad cantidades de datos de observación a los geólogos; a los meteorólogos; a especialistas que puedan analizar los datos y obtener información para determinar la forma en que los granos se están desarrollando, cuando son saludables y cuando no lo son. Estas características, pueden —ciertamente— ser vistas por un campesino en su campo; pero cuando ese campesino es propietario de cientos de hectáreas, le es difícil estar en terreno en todos los puntos o el tiempo suficiente para vigilar y saber constantemente cuál

es la salud de los granos y saber cuándo irrigar o cuándo proporcionar los pesticidas. Ese tipo de información puede ser fácilmente proporcionada desde una posición ventajosa a una altura de cientos de millas, cientos de kilómetros en el espacio. La posición ventajosa de los satélites, por supuesto también significa que es más fácil inspeccionar grandes áreas de recursos con fines geológicos.

Finalmente, mencionaré a las naves espaciales con astronautas para observar la Tierra. El Transbordador Espacial, una nave espacial tripulada de cien toneladas que va al espacio, no sólo como un vehículo de transporte, sino también como un laboratorio de investigación, ha sido la base para instrumentos de observación de la Tierra de una mucho mejor calidad que la que es lanzada en satélites más pequeños no tripulados. Han sido la base del equipamiento, que los geólogos y los meteorólogos y oceanógrafos han acompañado para proporcionar esa directa interacción humana con nuestros instrumentos, que en la mayoría de los casos dan un discernimiento más creativo con respecto al fenómeno observado. La Estación Espacial MIR puesta en órbita por la Unión Soviética, ahora Rusia, todavía en órbita después de casi quince años, es una plataforma de alrededor de ciento cuarenta toneladas que también se ha usado para una observación continua del fenómeno terrestre.

La nueva Estación Espacial Internacional. En la actualidad hay dos partes de esta estación que han sido lanzados en los dos últimos años. Estas dos partes están unidas y proporcionarán la piedra angular, los primeros bloques para la construcción de la Estación Espacial Internacional en órbita. Partes posteriores

van a ser lanzadas por Rusia y por los Estados Unidos y se incluirán partes de alrededor de quince importantes socios internacionales para armar esta estación espacial de más de ciento veinte toneladas de laboratorio orbital, que incluirá, no sólo laboratorios para investigar las distintas formas en las que ciencias físicas actúan y reaccionan en este medio ambiente espacial carentes de gravedad, sino que además será —nuevamente— una plataforma para observar la Tierra, para ver alrededor de un ochenta por ciento de la superficie terrestre sobre la que volará de una forma en la que, yo pienso, será un revelador de creciente y positiva alimentación de información para la ciencia y las naciones alrededor de este mundo.

Ahora también tenemos telescopios y satélites para observar el Universo, para mirar lejos de la Tierra. Los telescopios no son nada nuevo, lo que es nuevo es el telescopio que hemos sido capaces de colocar en el espacio. Pero incluso, mientras colocamos mejores telescopios en el espacio, más allá de la distorsionante atmósfera de la Tierra, también construimos mejores telescopios aquí en la Tierra y los ubicamos en localidades que tienen aire muy quieto. Ciertamente Cerro Paranal, aquí en el Norte de Chile, es una excelente localidad para telescopios terrestres que proporcionan una de las más imponentes visiones e información del cosmos, con la limitante importante que no pueden ver partes claves del firmamento del Hemisferio Norte. Para solucionar esto se cuenta con numerosos observatorios en el Hemisferio Norte, desde donde el cielo puede ser visto desde los telescopios terrestres al norte del Ecuador. En todo caso, ninguno de ellos es capaz de ver aquellos cie-

los que se observan desde un telescopio alrededor de la Tierra. Desde ellos se puede observar todo el cielo al norte o al sur, de modo que el espacio proporciona nuevamente un punto de ventaja expansiva desde el que se puede aprender acerca del Universo alrededor de nosotros. El Telescopio Espacial Hubble es, tal vez, el mejor conocido telescopio espacial que continúa revelando y desvelando el Universo para nosotros con sus extensivas visiones, dando una profunda mirada a las nubes en las que nuevas estrellas se están formando, como asimismo observar hacia el Universo profundo. El Telescopio Espacial Hubble, cuyo espejo es sólo de dos metros y medio de diámetro, no muy grande en términos de los telescopios que hemos construido en los observatorios aquí en la Tierra, pero que afuera en el espacio es capaz de ver, para nuestro asombro y a pesar de los efectos de la alta oscuridad de la atmósfera y durante horas, una muy pequeña parte del cielo, permitiendo a los astrónomos captar la luz que nunca habría sido posible hacer en la superficie de la Tierra. Luz que literalmente ha viajado casi desde los primeros días y meses de la vida del Universo; luz que ha viajado de tan lejos como doce o quince billones de años luz. Esas visiones muestran a las galaxias, o lo que parecería ser la forma en la que las galaxias se veían cuando eran muy, muy jóvenes. De modo que los telescopios están mirando, literalmente, al borde del espacio. Hay telescopios aún más grandes en las mesas de dibujo.

El Telescopio Espacial Hubble observa básicamente en el espectro visible, en alguna medida en el infrarrojo, pero en gran parte en el espectro visible. Para otras partes del espectro hemos construido telescopios especializados en

la parte de rayos X del espectro. El telescopio Shandra de rayos X fue lanzado a una órbita excéntrica de gran altura sacándolo del cinturón de Van Allen y de la radiación que circundan a la Tierra, los que, de una forma similar a la atmósfera de la Tierra, oscurecen o distorsionan la radiación de rayos X desde el espacio profundo.

Otros instrumentos se encuentran en el espacio, en naves espaciales, vigilando la radiación gama, la radiación ultravioleta o la radiación infrarroja. También hay planes para construir telescopios que realmente tendrán aparatos ópticos del tamaño de un campo de fútbol. Estos telescopios están específicamente diseñados para el propósito de encontrar planetas alrededor de otras estrellas, literalmente buscando planetas similares a la Tierra, planetas que puedan ser azules o rojos, lo que indicaría una atmósfera, de agua y oxígeno y en los cuales, incluso, puede haber vida vegetal. Se espera que dentro de los próximos veinte años tendremos estos tipos de dispositivos orbitando la Tierra, capaces de ver a otras estrellas y a otros planetas similares a la Tierra.

Ahora ¿Cómo podemos entender a la Tierra mejor desde el espacio?. Nuestra comprensión acerca de la Tierra ha aumentado mucho incluso antes que hubiéramos tenido el acceso a la era espacial. Hace decenas de siglos era conocimiento común de la gente de la época que la Tierra podría ser incluso plana, aunque probablemente habían pensadores intelectuales, hace mil, dos mil años que sabían que la Tierra era, de hecho, redonda. Pero ellos no tenían una verdadera comprensión que la geología era un

proceso activo en la Tierra; ellos sentían que la Tierra era probablemente un lugar muy estático. Era cierto que el agua y que las rocas caían colina abajo, pero estos no eran procesos que significaran un cambio significativo en este enorme y muy sólido hogar que nosotros llamamos Tierra.

Bien, esas visiones han cambiando radicalmente en los últimos mil años e incluso, ha habido muchos cambios en nuestra comprensión acerca de la Tierra en los últimos diez y veinte años, surgidos debido a nuestra visión desde el espacio. Lo que observamos desde el espacio o lo que observamos de la Tierra desde el espacio, nuevamente con instrumentos que pueden observar grandes áreas y darnos el gran cuadro, ha afectado a todas las disciplinas de la ciencia que se basan en la información acerca de nuestro planeta hogar; la Biología, Hidrología, Meteorología —el estudio de nuestra atmósfera, básicamente la baja atmósfera — la Aerología —el estudio de la alta atmósfera—, la Oceanografía e incluso la Geografía.

Desde el espacio, nuestros satélites nos han enseñado en los últimos dos, tres, o tal vez, cinco años, acerca de este fenómeno en el Océano Pacífico que ahora casi humorísticamente llamamos "**El Niño**" o "**La Niña**". Estos nombres se les da a fenómenos de cambiante temperatura del océano, los que consecuentemente, cambian el flujo de la atmósfera y cambian los niveles de humedad, todo lo que es crítico para variados aspectos de la civilización humana basados en la agricultura. Incluso, como oímos esta mañana, son críticos para nuestra civilización porque cuando se produce un cambio dinámico, nuestro clima sufre, a

veces, enormes tormentas que pueden ser pronosticadas con días de anticipación. Pero cuando se produce una inundación como ha sucedido en Honduras con el huracán Mitch, la gente no puede tomar una ciudad y trasladarla. Grandes tormentas creadas por el cambio climático moverán una ciudad y perturbarán o destruirán las vidas de cientos o miles de personas e incluso, la economía de todo un país. Sobre este tipo de cosas es de lo que queremos saber más y de las que estamos aprendiendo más, debido a nuestra posición ventajosa desde el espacio.

También estamos aprendiendo acerca de cómo el espacio interactúa con la Tierra. Esta mañana oímos acerca de estos asteroides en aproximación, que se acercan a la Tierra en forma muy estrecha, en órbitas excéntricas alrededor del sol. Ocasionalmente, de vez en cuando esas órbitas interceptan la órbita de la Tierra. Probablemente, en unos cuantos millones de años, la órbita de un asteroide interceptará a la Tierra en su propia órbita y habrá una colisión. Ha habido cambios muy significativos para la vida en la Tierra debido a estas colisiones de asteroides; es ampliamente aceptado por los paleontólogos que los dinosaurios desaparecieron de la Tierra después de una tremenda colisión que impactó el Ecuador. Ciento cincuenta millas de diámetro, tiene el cráter que ahora yace enterrado debajo de la Península de Yucatán en el Golfo de México; pero destruyó la mayor parte de la vida en la Tierra de esa época. Y ese no ha sido único acontecimiento de ese tipo; tan recientemente como en 1908, también hubo un cometa o un meteorito que explotó sobre el norte de Siberia con una fuerza que ahora estimamos pudo ser de 10 o de 20 megatones de explosivos. Hoy, si eso hubiera

pasado sobre el Medio Oriente o sobre Norte América o Europa o Sud América, podría ser seguido por una guerra nuclear; podría fácilmente inducir al pánico en nuestro medio ambiente globalmente super cargado políticamente.

Necesitamos saber acerca de estas instancias, ciertamente antes que se produzcan y, en lo posible, lo suficientemente antes que sucedan para que podamos interceptar esos restos del espacio que llegan girando para aterrizar sobre la Tierra. Nuestra avanzada civilización de hoy no puede aceptar que se produzca este tipo de accidentes. Estamos aprendiendo más acerca de ellos y de sus efectos sobre la Tierra y, afortunadamente, aprendiendo lo suficiente para ser capaces de prevenirlos.

Asimismo estamos aprendiendo acerca de la interacción humana con nuestro medio ambiente. Esta mañana ustedes oyeron al Embajador hablar muy persuasivamente acerca de los efectos de las interacciones humanas con el medio ambiente que necesitamos considerar para tener una mayor perspectiva del medio ambiente de la Tierra y de la forma en la que nosotros, los seres humanos, nuestras culturas, nuestras civilizaciones, nuestras industrias, tomen ventaja del medio ambiente de la Tierra considerando los consecuentes efectos de eso. Bien, nuestra visión global en parte, puede provenir de nuestra perspectiva desde el espacio, observando de nuevo a la Tierra, observando nuevamente esas interacciones con una gran visión y, una vez que tengamos esa información, integrarla dentro de nuestras mentes; podemos debatirla y discutirla entre nuestros países y nuestros representantes nacionales en foros como las Naciones Uni-

das y llegar a alguna conclusión y acuerdo que sea el más beneficioso para todos nosotros. Ese es el tipo de resultado que yo creo es para el que estamos trabajando, para el que, ciertamente, debiéramos estar trabajando usando puntos de observación en el espacio.

¿Qué descubrimos mientras miramos fuera de la Tierra, observamos el espacio exterior y el Universo alrededor de nosotros? Bien, hace dos mil años la Astronomía de Aristóteles y de Ptolomeo de un Universo centrado en la Tierra era predominante en las mentes de los hombres y mujeres intelectuales de la época. La percepción era que todas las cosas allá afuera en el Universo giraban alrededor de la Tierra. Bien, nosotros hemos crecido y tenemos una comprensión del funcionamiento del Universo, a Nicolás Copérnico se le acredita el pensamiento del Universo centrado en el Sol o uno en el que el sistema solar es por lo menos parte de un Universo de sistemas solares. Pero de hecho, Copérnico no fue el primero en pensar eso, se registra una evidencia de un pensador griego Aerostarkus de Samos, que en el 200 A.C. postuló que el Sol era el centro del Universo y que la Tierra giraba alrededor del Sol. Su opinión es lo que hoy llamamos una opinión de minoría. No sobrevivió por mucho tiempo, Nicolás Copérnico, alrededor de 2 mil años después, plantea de nuevo la idea en una época en que la sociedad era más receptiva. El conocimiento científico había evolucionado la comprensión del Universo en la que se aceptó que la Tierra no era su centro.

Bien, hoy tenemos a mano los instrumentos para observar más allá de los aspectos básicos en el que los cuerpos planetarios orbitan a otros cuerpos,

soles o estrellas. Ya he hablado acerca de algunos de esos instrumentos en satélites, como asimismo aquí sobre la Tierra que observan hacia fuera en las distintas divisiones del espectro electromagnético. Ellos nos han permitido descubrir y traer información de una imagen del Universo en rayos gama; los aspectos de un azul profundo es la evidencia de la radiación gama y los tonos rojos indican menos radiación gama. Por ejemplo, una significativa radiación saliendo desde otras galaxias en banda azul es la Galaxia Aron, observada desde el costado, ya que residimos dentro de esa galaxia. El telescopio espacial Hubble ha creado imágenes observando en forma profunda dentro de las nubes de polvo en el espacio lejano y ha visto estrellas formándose, recién comenzando a encender sus energías nucleares para convertirse en estrellas. Incluso ve hoyos negros alrededor de esas jóvenes estrellas rojas brillantes, lo que ahora se entiende son grandes nubes de polvo que lentamente se están fundiendo o armando nuevos planetas.

Hemos observado nuestro propio sistema solar mucho más profundamente con telescopios y hemos enviado naves espaciales lejos a otros mundos. De hecho hemos enviado naves espaciales a todos los otros planetas del sistema solar, excepto Plutón, y la NASA tiene el deseo y los planes diseñados para enviar una nave espacial al planeta Plutón en algún momento más adelante en esta década.

Nuestro conocimiento del Universo ha verificado las teorías de la relatividad general de Einstein. Ciertamente sabemos que la Luna no es un «queso verde», como algunas culturas de este planeta pensaron hace cien o más

años. Es una roca, pero lo que es interesante, es que es justo el mismo tipo de roca de la superficie de la Tierra, lo que dió lugar a una teoría: que la Luna está conformada -de hecho- de los elementos arrancados en los inicios de la Tierra, tal vez dentro de sus primeros 500 mil años de vida, cuando la Tierra en sus inicios colisionó con un planeta más pequeño y, el choque, literalmente desprendió gran parte de la primera superficie de la Tierra, disparando ese material en órbita alrededor de ella, donde volvió a juntarse con su propio material. Ahora se acepta que esta Luna nuestra es, en gran parte, la primera piel de la Tierra desprendida por una temprana enorme colisión en los primeros años de vida de la Tierra.

Esto es tener una fascinante perspectiva acerca de nuestro Universo local, que hemos logrado sólo con observación, instrumentos y el envío de seres humanos a la superficie de la Luna para recoger esas rocas y traerlas a casa donde pueden ser estudiadas en gran profundidad.

Ahora entendemos que el Universo alrededor de nosotros no es un universo estático o incluso necesariamente estable. Es un Universo en crecimiento, nuevas estrellas se están creando y otras están muriendo y las estrellas que mueren lo hacen explotando en formas muy energéticas y creando, en un instante, tanta energía como la que el Sol puede liberar y quemar en más de mil años o más. Galaxias completas están colisionando y dirigiendo estrellas contra otras estrellas, miles, decenas de miles y billones de ellas colisionando todas a la vez.

Parece haber enormes masas llamadas hoyos negros, que son tan densos que incluso la luz y absolutamente nin-

guna otra radiación puede escapar de sus superficies. Ahora que vemos que el Universo se está expandiendo, la actual teoría que es aceptada por la mayoría de los científicos es que el Universo mismo comenzó con una inmensa explosión, la que es llamada el «**bigbang**». Pero parece que el Universo no se está expandiendo y acelerando constantemente, sino que de hecho su expansión se está haciendo más lenta. Algo allá en el Universo está creando una resistencia que está desacelerando la expansión de las galaxias, modificando la explosión original; algo las está haciendo más lentas. Hoy, nuestra comprensión de la física no proporciona la respuesta con respecto a la razón y a lo que podría ser, de modo que los físicos están, a duras penas, planteando teorías para tratar de ajustar la evidencia que tenemos.

Hay una teoría que indica que es alguna nueva forma de materia llamada «**materia oscura**», la que se estima puede ser la mitad de la masa del Universo. Puede ser este fenómeno de la materia oscura el motivo de la desaceleración, pero no sabemos ni siquiera lo que esta materia oscura es. Se postula que cualquier cosa que pueda ser, debe estar ahí, porque es un hecho que causa un efecto de anti-gravedad, como si la gravedad hubiera sido revertida y sus galaxias hubieran disminuido la velocidad. De manera que nuestra comprensión acerca de la Física y de la Astronomía y de la Cosmología está constantemente siendo revolucionadas por nuestras visiones, por nuestras perspectivas al observar el espacio.

También hemos llevado vida al espacio a bordo del Transbordador Espacial, de la Estación Espacial MIR y

pronto los laboratorios de la Estación Espacial Internacional incluirán laboratorios para la ciencia biológica. Nuestros estudios acerca de la vida, de la vida humana, como asimismo de la biología, de la vida botánica y de la vida animal basados en cortos períodos de exposición a la falta de gravedad del espacio, ha revelado asombrosos aspectos a la Biología que no podíamos reunir aquí en la Tierra, en la que no es posible eliminar la gravedad por más de unos pocos instantes. Hemos descubierto que la vida misma es muy fuerte, pero que se fundamenta en la gravedad, en los huesos de nuestros cuerpos y en los cuerpos de los animales. Los huesos están ahí aparentemente formados por la necesidad de contrarrestar la gravedad, de modo que hay un gran desafío con respecto acerca de la forma de cómo será la vida animal en el espacio. La vida animal, concebida, generada y desarrollada en la falta de gravedad del espacio, no ha sido experimentada por nadie, incluso con un bajo standard. Pronto, a bordo de la Estación Espacial Internacional, ese tipo de investigación comenzará y será interesante ver el tipo de vida que se formará sin gravedad, a través de todo un ciclo de esta forma de vida.

Finalmente, permítanme concluir entregándoles algunas perspectivas y experiencias personales de la Tierra y del Espacio. La primera oportunidad que tuve en el espacio de mirar hacia la Tierra se produjo después de alrededor de una hora de mi primer vuelo. En ese momento me las había arreglado para desabrocharme de mi asiento y flotar fuera de él con casi 50 libras de equipamiento y el casco puesto. Tuve que comenzar a luchar para lograr equilibrarme, el pri-

mer sentido de un humano acerca de qué hacer en la ingravidez del espacio es nadar, ya que esa es nuestra más cercana analogía con respecto a la ingravidez aquí en la tierra. Pero es una acción fútil en el espacio, porque el agua, por supuesto, es densa y podemos movernos contra ella con nuestros pies y manos y crear una velocidad y una dirección, podemos controlar el movimiento. Pero el aire de la atmósfera de una nave espacial es mucho, mucho más delgado que el agua y usted no puede caminar sobre el agua. Para caminar sobre el aire y controlar el movimiento, se tiene que aprender muy cuidadosamente a ajustar su equilibrio y empujar contra una superficie; hay que ir contra la pared o el techo contrario para disminuir la velocidad. Esta fue mi primera lección en el medio ambiente espacial.

Mi primera visión en cuanto tuve la oportunidad de dirigirme a una portilla y mirar hacia abajo fueron los encantadores y brillantes azules y verdes del Golfo de México, luego el Mar del Caribe y el panorama de los azules y verdes de los océanos y mares de esta Tierra, contrastados contra una isla ocasional. Luego, un enorme continente sobre el que el transbordador volaba y yo vi que los azules y los verdes del océano se transformaban muy rápidamente en cafés opacos y sombras. Las oscuras sombras producidas por las altas montañas, por los rojizos y rojos desiertos, por la brillante y café vida vegetal de bosques, campos, granos. Y en la noche, la Tierra es incluso un fascinante lugar de ver. Al volar sobre África, no hay muchas ciudades, pero no está completamente oscuro, porque los pueblos durante la noche tienen enormes fogatas; muy usualmente quemazones de fogatas comunales que uno

puede ver como tintineantes puntos de luz anaranjada, encendidas aquí y allí, a través de todo el continente. En el Medio Oriente, uno puede ver las llamadas encendidas en las instalaciones de las refinerías de petróleo, en las instalaciones de producción de petróleo y en las de producción de gas. Las ciudades en los países avanzados se ven como si fueran brillantes arreglos de luces de colores blancas y amarillo azufre, ordenadas como joyería a través de la oscura faz del planeta. Cuando hay luna llena sobre la Tierra, sobre el lado nocturno de la Tierra, es fascinante ver la luz de la Luna reflejada que proporciona un contraste, de alguna manera opaco y coloreado, pero muy visible y efectivo, mostrando, nuevamente, montañas y océanos y todo el suelo de la Tierra. La Tierra, de esta forma, aparecía ante mis ojos como un mundo viviente, un planeta vivo. Uno puede ver la variedad del medio ambiente natural, muy claramente, moviéndose debajo de uno a medida que el Transbordador se traslada sobre la Tierra; pero uno también ve, al ojo desnudo, los efectos que nosotros los humanos, estamos teniendo sobre el planeta. Observando miles de kilómetros a la vez, está muy claro que nosotros, los seres humanos, tenemos un gran efecto sobre este planeta.

La medida y la complejidad del Universo, yo creo, está lejos de ser entendido por nosotros en esta época. Todavía estamos aprendiendo y pienso que todavía somos una joven especie tratando de aprender acerca del Universo y de su medio ambiente alrededor de nosotros. Tenemos mucho que aprender, parece haber una única fuente de energía que todavía no entendemos; hay inmensas energías que destruyen completos sistemas estelares o galaxias completas. Más

energía que la que nosotros los seres humanos, sobre este único planeta, alguna vez seremos capaces de crear y la que podemos no ser capaces de entender adecuadamente sino nos acercamos a sus fuentes para estudiarlas más directamente.

¿Qué es esa materia oscura a la que me referí? ¿Qué es este efecto de anti-gravedad que parece estar disminuyendo la velocidad de expansión del Universo? Todas estas cosas necesitamos conocerlas; tenemos una inmensa interrogante y curiosidad acerca de ellas y pienso que lo sabremos. Y todos nosotros, por supuesto, somos únicos y digo eso como un viajero espacial. En el riguroso medio ambiente del viaje espacial, uno aprende a confiar muy estrechamente en los colegas de una tripulación del Transbordador Espacial o de una Estación Espacial. Cuando uno llega a ese medio ambiente del espacio y puede mirar hacia abajo, a este hermoso planeta hogar-nuestro, y dar vuelta los ojos hacia la otra dirección y mirar hacia la oscuridad infinita, el abismo del espacio, hay un sentimiento que a uno lo sobrecoge. Como una de las personas que ha tenido la oportunidad de ir allí, a ese Universo, un inmenso e inimaginable lugar, pienso que todos nosotros, incluso nuestro planeta, somos una parte relativamente pequeña e inconsecuente del Universo y es en esa perspectiva que nosotros nos vemos cada uno como un ser, únicos. Cada uno tiene sus propias destrezas y características que debieran observarse para trabajar juntos como parte de la familia humana, un equipo, la tripulación de la nave espacial Tierra. Necesitamos reconocernos de esa forma y pienso que esa es parte de la visión global, la visión más amplia de nuestro lugar en este planeta, en este Universo, necesaria para expan-

dir esa visión y para incrementar más nuestra comprensión del Universo, con el propósito de beneficiar a toda la humanidad con respecto a la forma en que utilizamos los recursos de esta Tierra para nuestro beneficio, como naciones indi-

viduales; como asimismo el beneficio final de toda la humanidad que es la tripulación de esta nave espacial llamada Tierra. Debemos continuar explorando con el objeto de hacer que este futuro se produzca. *

(*) Conferencia dictada en el Seminario "Desarrollo Espacial, un futuro desafiante" desarrollada el día 30 de Marzo del 2000, con ocasión de la FIDAE 2000, efectuada en el Aeropuerto de Los Cerrillos, Santiago, Chile.

(**) El Sr. Charles D. Walker es Administrador Superior para Programas de Desarrollo de Negocios y de Marketing Espaciales de la Compañía The Boeing Company en sus oficinas de Washington D.C. Es Ingeniero en Aeronáutica y Astronáutica de la Universidad de Purdue y Doctor Honorario en ciencias del College of Pharmacy de Saint Louis.

Fue el primer astronauta no de carrera financiado por la Industria y actuó como especialista de experimentos en los vuelos 11, 12, 16 y 23 del Transbordador Espacial, donde efectuó experimentos para producir productos farmacéuticos en ambientes de cero gravedad desarrollada por McDonnell Douglas Astronautics Company para el programa EOS.

Pertenece a varias organizaciones que trabajan sobre el Espacio exterior y ha escrito numerosos artículos científicos, de comercialización, históricos y sobre política espacial.

TECNOLOGIA ESPACIAL EN LOS PAISES SUDAMERICANOS (*)

Ing. Héctor Gutiérrez Méndez (**)

PREAMBULO

El presente trabajo, persigue presentar una visión del estado de desarrollo de las actividades espaciales/satelitales de la región sudamericana haciendo una comparación específica con Chile.

La información ha sido obtenida a través de la participación en Seminarios, Congresos y simposios del área satelital realizados dentro de Chile con invitados extranjeros y en el extranjero en un lapso de 5 años, en los cuales el autor es parte del equipo de profesionales de la FACH y la DGAC que participaron en los Proyectos microsátélite científico y experimental FASat-Alfa y Bravo.

Actualmente, mucha información puede ser extraída de la Red Internet averiguando sólo direcciones de las respectivas páginas web institucionales de cada país. No obstante, el contacto personal y las visitas profesionales permiten adquirir información real y acotada.

En lo que sigue, se entregará información resumida de los avances logrados por cada país y en cuanto a Chile, se resalta la importancia de la Primera Monografía **"Chile: Espacio y Futuro"**, elaborada en 1999 bajo la Coordinación

General del Ministerio de Relaciones Exteriores y con el trabajo de Edición realizado por especialistas de la Universidad de Chile, Fuerza Aérea de Chile y la Dirección General de Aeronáutica Civil. Esta monografía fue llevada a cabo con motivo de la realización de la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas para el Uso Pacífico del Espacio Exterior en Austria, Viena en Julio de 1999.

En la monografía Chile: Espacio y Futuro, se pueden encontrar resúmenes de las actividades de uso de la tecnología satelital que realizan las siguientes organizaciones nacionales:

AMSAT-CE,	PMPR DE UNIV. CONCEPCION,
CEADE,	SUBTEL,
CEE,	UNIV. ANTOFAGASTA,
CIREN-CORFO,	UNIV. AUSTRAL,
CONAF,	UNIV. CATOLICA DEL NORTE,
DGAC,	UCV,
ENTEL-CHILE,	UMAG,
FACH,	USACH,
LICEO N° 1,	UNIV. TALCA y
MAE,	UTFSM.
MINREL,	

Cabe resaltar que a la fecha está en plena realización el Seminario **"Una Agencia Espacial para Chile"** del 27 de

Noviembre 2000 organizado por la Subsecretaría de Aviación y con la participación de las Agencias Espaciales de Brasil, Perú y Argentina más algunos representantes de importantes organizaciones espaciales internacionales.

INICIO DE LAS ACTIVIDADES ESPACIALES EN EL MUNDO

En el mundo ya se ha fijado la fecha de referencia del comienzo de las actividades espaciales, tomando como hito el mes de Octubre de 1957, año declarado como el año geofísico internacional y también declarada por las Naciones Unidas como la Semana del Espacio del Mundo, entre el 04 y 10 de Octubre de cada año, en la que el 04 corresponde al lanzamiento del Sputnik 1, el primer satélite de la Tierra hecho por el hombre y el 10 de Octubre de 1967, la fecha en que entró en vigencia el Tratado de Uso Pacífico del Espacio Ultraterrestre.

SITUACION DE CHILE EN EL CONTEXTO SUDAMERICANO

Chile mostró a partir de la década del 60 un gran interés en el desarrollo de actividades espaciales o de uso de la tecnología satelital, ya sea en las Telecomunicaciones como en la cooperación internacional.

Lo anterior queda de manifiesto con la inauguración por parte de ENTEL-CHILE de la Primera Estación Terrena en Longovilo el año 1968. Con este evento se constituyó en el primer país latinoamericano con una estación terrena diseñada para operar utilizando el sistema de satélites fijos del Consorcio INTELSAT. Cabe resaltar que ENTEL

fue designada en 1965 por el Gobierno de Chile como su signatario ante la Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite (INTELSAT)

Asimismo, se puede anotar que ENTEL extendió los beneficios de las comunicaciones vía satélite a las zonas más alejadas del país, instalando Estaciones Terrenas en las ciudades de Punta Arenas (1977), Coyhaique (1981), Isla de Pascua (1990), Arica (1992) y Territorio Antártico (1997).

Por otra parte, el Centro de Estudios Espaciales (CEE) de la Universidad de Chile fue establecido como resultado del Convenio entre el Gobierno de Chile y los Estados Unidos de Norteamérica, mediante el cual, la Universidad de Chile fue designada contraparte de la NASA para implementar actividades espaciales conjuntas. Hoy después de 41 años, el CEE ha entregado apoyo de telemetría, rastreo y telecomando a más de 350 misiones espaciales.

De esta manera podríamos recorrer las actividades de muchas Universidades en las que se han activado Centros de Percepción Remota, destacándose las Universidades Pontificia Universidad Católica, Universidad de Concepción, Universidad de Magallanes, de La Serena y otras.

Y podemos destacar que en 1993, la Fuerza Aérea de Chile y la Dirección General de Aeronáutica Civil inició un gran proyecto espacial con el diseño, construcción, lanzamiento y operación de un Microsatélite experimental y científico cuya finalización exitosa ocurrió el 10

de Julio de 1998 con el FASat Bravo, reemplazo del fallido FASat Alfa, trayendo consigo la creación de una masa crítica de Especialistas Satelitales de la FACH y la DGAC, con una fuerza académica de unos 10 Especialistas con postgrado en Ingeniería Satelital y Astronáutica.

Después de lo anterior, algunas Universidades han incursionado con experimentos como tesis de doctorados en robótica, en bio-medicina como Chagas, Chinitas (Liceo N°1). Otra vez, una iniciativa que nace en la FACH impulsa un Proyecto conocido como ASTROCHILE que consiste en el lanzamiento en un Transbordador Espacial de 3 experimentos de mucha trascendencia nacional e internacional: Smog, Telemedicina y Proyecto concursable. Todos estos proyectos serían liderados por un aspirante chileno a la selección de NASA para ocupar un cupo de Astronauta, situación muy complicada al no poseer Chile un Organismo nacional interlocutor en materias espaciales. AstroChile actualmente cuenta con todo el apoyo Institucional FACH, de Gobierno y con la aprobación de NASA y organismos científicos nacionales y extranjeros. Durante Octubre se formalizó legalmente la Fundación AstroChile con más de una veintena de profesionales que brindarán el apoyo científico y administrativo al Proyecto. ASTROCHILE es una Fundación sin fines de lucro en la que también participa un especialista de la DGAC.

Ahora bien, si miramos a nuestros países vecinos como son Brasil, Argentina, Perú, Ecuador, Pacto Andino y otros en menor medida, podremos obser-

var que todos han iniciado desde hace unos 10 años, fuertes progresos en actividades espaciales con la excepción de Brasil que es una Potencia Espacial a nivel mundial y que prácticamente comenzó sus actividades poco después que URSS y USA.

Entonces, ya como una conclusión anticipada, es de opinión del autor que es evidente el retroceso de Chile en el desarrollo de actividades de uso de la Tecnología Satelital en toda su amplia gama, que van desde la Percepción Remota, Teleobservación o Ciencias de la Tierra aplicadas al estudio de los recursos naturales, en la prevención y mitigación de desastres naturales, control de la deforestación y desertificación, aplicaciones a la pesca, minería, vulcanología, navegación aérea, localización de puntos, etc. Y por supuesto en Meteorología y Telecomunicaciones (Telefonía, video, multimedia, banda ancha, internet, etc.)

BRASIL

Brasil es realmente una Potencia Espacial no sólo a nivel Latinoamericano sino que mundial por toda la trayectoria en actividades espaciales, por su infraestructura dedicada a esta área, sus relaciones con las agencias espaciales del mundo, por sus centros de capacitación y por su cooperación a nivel regional, apoyando las actividades de los países vecinos como Argentina, Chile y demás. Poseen una larga trayectoria en el desarrollo de actividades de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.

Dentro de las organizaciones dedicadas al tema espacial, se pueden des-

tacar la Agencia Espacial Brasileira AEB, la Compañía Privada BRAZSAT dedicada a vender productos espaciales, el INPE Instituto de Pesquisas Espaciales, y otras facilidades. Podemos también destacar sus actividades específicas dentro del campo de los cohetes lanzadores, la participación activa y auspiciadora dentro de la estación Espacial Internacional y la existencia de un Astronauta de nacionalidad Brasileira.

SINTESIS HISTORICA DEL PROGRAMA ESPACIAL DE BRASIL

La Agencia espacial Brasileira coordina la actividad de una comunidad de aproximadamente 300 científicos, 800 investigadores o Ingenieros y 2.000 técnicos de diversas especialidades, todos dedicados a la actividad espacial. La gran concentración de recursos está en el desarrollo de tecnologías y sistemas espaciales y en la preparación de infraestructura de apoyo, programas intrínsecamente más caros que aquellos pertenecientes a investigación científica o aplicaciones de tecnología espacial ya disponible.

La comunidad científica en el sector espacial de Brasil está activa en las áreas de ciencias espaciales, meteorología, oceanografía, ciencias de la Tierra, Percepción Remota, Cambio Global, física de materiales, plasmas, combustión y propulsión, mecánica y control orbital, modelamiento matemático y computación científica, entre otros.

El Programa Espacial Nacional de Brasil está dividido en 5 sub-programas:

- a) Percepción Remota, con actividades de Investigación y Desarrollo

en tres áreas principales: Investigación y Aplicaciones Temáticas; Procesos de Imágenes y Geográficos y Microondas y Nuevas Tecnologías

- b) Meteorología por Satélites y Pronósticos de Tiempo;
- c) Oceanografía por Satélite
- d) Aplicaciones de Telecomunicaciones por Satélite
- e) Geodesia y Navegación por Satélite

Actualmente se encuentra disponible el Plan decenal 1998-2007 al que le corresponde una actualización el año 2000, ya que está estipulado una actualización cada 2 años. Está disponible un documento de 46 páginas con un completo detalle de las actividades contempladas en el Programa espacial Nacional del Brasil, editado por BRAZSAT: Servicios Comerciales Espaciales, empresa que se dedica a comercializar los productos espaciales generados por Brasil.

17 de Mayo 1961, el Presidente Quadros establece una Comisión para estudiar y sugerir un Programa Nacional para la Exploración Espacial, creando el Grupo de Organización de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (GOCNAE). Posteriormente, se denominó Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CNAE).

- 10 Junio 1964, creación del Grupo de Trabajo de Estudio de Proyectos Espaciales (GTEPE) dentro del ámbito del Ministerio de Aeronáutica, más tarde transformada en Grupo Ejecutivo y de Trabajo y Estudio de Proyectos Espaciales (GETEPE). Este Grupo tenía como objetivos principales la construc-

ción de un Campo de Lanzamiento de Cohetes y el establecimiento de programas de sondas meteorológicas y ionosféricas en cooperación con instituciones extranjeras.

- 12 Octubre 1965, creación del Campo de Lanzamiento de Cohetes. El 15 de Diciembre 1965 y en operación conjunta CNAE/NASA el primer cohete (Nike-Apache) fue lanzado en Barrera do Inferno. Actualmente es denominado Centro de Lanzamiento da Barreira do Inferno (CLBI).

- 17 Octubre 1969, creación del Instituto de Actividades Espaciales (IAE). En 1991 pasa a denominarse Instituto de Aeronáutica y Espacio.

- 20 Enero de 1971, Creación de la Comisión Brasileira de Actividades Espaciales (COBAE) vinculada al Estado Mayor de las Fuerzas Armadas (EMFA) con el objetivo de asesorar a la Presidencia de la República en la conducción de una Política Nacional de Desarrollo de Actividades Espaciales (PNDAE).

- 22 Abril 1971, extinción de GOCNAE y creación del Instituto de Investigaciones Espaciales (INPE), principal órgano de ejecución de investigaciones espaciales en el ámbito civil. En Octubre de 1990 el INPE pasa a denominarse Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales.

- Febrero de 1976, Lanzamiento desde el CLBI del primer prototipo de Cohete Sonda III de 2 etapas.

- Abril 1980, aprobación por parte el Presidente de la República de la Misión Espacial Completa Brasileira (MECB), que incluye el desarrollo y construcción de satélites nacionales para recolección de datos y percepción remo-

ta, lanzados por un vehículo nacional lanzador de satélites.

- Noviembre de 1984, lanzamiento del primer cohete Sonda IV, compuesto de 2 etapas. El cohete transportaba una carga útil de 515 Kg. con un apogeo de 616 Km.

- Agosto de 1988, firma de un Acuerdo de Cooperación mutua con la República Popular China para el desarrollo de 2 satélites de percepción remota (CBERS: Satélite de Percepción Remota China-Brasil).

- Mayo 1989, Operación Bahía que consistió en el lanzamiento de un prototipo reducido de VLS (Vehículo Lanzador de Satélites) conocido como VLS R-2, para pruebas de calificación de equipamientos.

- Diciembre de 1989, a través de la Operación Pionera, es realizado el primer lanzamiento de cohetes del Centro de Lanzamientos de Alcántara.

- 9 Febrero 1993, se coloca en órbita el primer satélite nacional SCD-1, lanzado por el cohete norteamericano Pegasus. Este satélite dedicado a la recolección de datos ambientales de bases terrestres, está controlado por el INPE.

- 10 Febrero 1994, Creación de la Agencia Espacial Brasileira (AEB), vinculada a la Presidencia de la República a través de una ley con la finalidad de promover el desarrollo de las actividades espaciales de interés nacional.

- Agosto-Octubre 1994, Operación Guará, realizada entre AEB/INPE/NASA cuyo objetivo es la realización de estrudios de la mesósfera y ionósfera, con el lanzamiento de 36 cohetes sondas desde el Centro Alcántara.

- Agosto-Septiembre 1995, realización del experimento SCAR-B (Smoke, Clouds and Radiation, Brazil)

entre AEB y NASA con la participación de INPE y la Universidad de Washington. El objetivo de esta misión es estudiar las partículas de humo y otros productos derivados de la combustión de biomassa utilizados por aeronaves como ER-2 (NASA), Convair y BANDEIRANTE.

- Julio 1996, Se instituye el Sistema Nacional de Desarrollo de Actividades Espaciales (SINDAE), con el objetivo de organizar la ejecución de actividades espaciales en Brasil.
- Agosto 1996, Lanzamiento del Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE), estableciendo una programación decenal para las actividades espaciales de Brasil.
- Octubre 1997, Brasil garantiza su participación en la construcción y operación, incluyendo el envío de astronautas brasileros, en la estación Espacial Internacional (ISS).
- Noviembre de 1997, lanzamiento del primer prototipo de Vehículo Lanzador de Satélites-1 (VLS-1) desde el Centro de Lanzamientos de Alcántara (CLA).

SUMARIO DE COHETES Y SATELITES BRASILEROS

SONDA II Cohete de una etapa, propelente sólido, masa total sin carga útil: 338 Kg. transporte de carga útil: de 20 a 70 Kg., para alcanzar una altitud de 50 a 100 Km.;

SONDA III Cohete de 2 etapas, propelente sólido, masa total sin carga útil: 1.548 Kg., Transporte de carga útil: 50 a 150 Kg. a una altitud de entre 200 a 650 Km.;

SONDA IV Cohete de 2 etapas, propelente sólido, masa total 6.917 Kg. sin

carga útil, Transporte de carga útil: 300 a 500 Kg. a una altitud de entre 700 a 1.000 Km.

VS-30 Cohete monoetapa con propelente sólido y una masa total de 1.500 Kg. y apogeo de 120 Km. y Tiempo de Combustión: 29s.

VS-40 Cohete de 2 etapas, propelente sólido y masa total 6.601 Kg., para un apogeo de 750 Km., Tiempo de combustión de 151s.

VLS Vehículo Lanzador de Satélites con una masa de 50 ton, de 4 etapas, para una masa de satélite de 115 Kg. (SCD).

SACI-I Satélite de Aplicaciones Científicas de masa 60 Kg., dimensiones: 40x40x60 cm, Potencia: 60 W, órbita: 741 Km. de altitud y 98.5° de inclinación.

SCD-3 Satélite de Recolección de Datos y Comunicaciones de una masa de 280 Kg., potencia 230 W, tiempo de vida útil: 4 años; Carga útil: Transponder de Comunicaciones y Transponder de Recolección de Datos; Orbita circular de 1.100 Km. de altitud y 0° de inclinación (Ecuatorial).

SSR Satélite de Sensoramiento Remoto de 300 Kg. de masa, 250 W de potencia, tiempo de vida útil: 4 años; Carga útil: Cámara CCD, Orbita circular de 905 Km. de altitud y 0° de inclinación.

CBERS Satélite Chino-Brasileño de Recursos Terrestres de masa 1.450 Kg., dimensiones del cuerpo: 1.8 x 22.2m, Potencia: 1.100 W, tiempo de vida útil: 2 años; Carga útil: Instrumentos para imágenes, transponder

de recolección de datos; Órbita de 778 Km. y 98.5° de inclinación.

ASTRONAUTA BRASILEIRO

En Octubre de 1997, la NASA ofreció a la Agencia Espacial Brasileira AEB un cupo para un candidato de Brasil para alcanzar el puesto de Astronauta. A partir de aquel ofrecimiento, se formó el Grupo de Trabajo **"Selección y Entrenamiento de Tripulantes Brasileiros para Vuelos Espaciales"**. Inicialmente se inscribieron 40 pilotos militares, de los cuales se preseleccionaron 15 aspirantes, que posteriormente después de una selección en base a los currículos técnico-científico, se redujo a 5. En la última fase de selección se consideraron los exámenes médicos en el que participó personal seleccionador de la División de Selección de NASA.

El piloto seleccionado, Marcos Cesar Pontes, con 36 años, con una Maestría en Ingeniería de Sistemas de la Naval Postgraduate School (Monterrey, California), ingresó a la Academia de la Fuerza Aérea del Brasil en 1981, permaneciendo en los Escuadrones de Cazas hasta 1988. Ingeniero Aeronáutico formado en el Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Actúa como Piloto de Pruebas y Oficial de Seguridad de Vuelo en el Instituto de Aeronáutica y Espacio del Ministerio de Aeronáutica en el período 1994-1996.

Marcos Cesar Pontes está entre los 31 participantes de candidatos a astronauta de NASA para un próximo vuelo espacial. En esa selección están 2 italianos, un canadiense, un alemán y un francés, además de los americanos. De acuerdo a la información disponible en

la web, el astronauta brasileiro está considerado en un vuelo espacial para 2004.

PARTICIPACION DE BRASIL EN LA ESTACION ESPACIAL INTERNACIONAL

La Estación Espacial Internacional ISS es el megaproyecto científico que involucra a 16 países, incluyendo al Brasil. En esta estación se realizarán variadas investigaciones científicas y tecnológicas en un espacio interno de 1.312 m³ (4 veces el espacio disponible en la MIR Rusa). En la ISS actuará un máximo de 7 astronautas.

Brasil fue invitado a participar en el Proyecto de construcción y uso de la International Space Station

El compromiso asumido por la Agencia Espacial Brasileira AEB en Octubre de 1997 implica una inversión de cerca de US\$ 100 millones destinados a la construcción por la industria nacional de los siguientes módulos de equipamientos:

- a) Instalación para Experimentos Científicos;
- b) Jaula de Observación para Investigación de la Tierra;
- c) Mecanismo de conexión para agregar pequeñas cargas útiles;
- d) Container despresurizado para Logística;
- e) Adaptador de Interfase para manejo de carga útil en órbita;
- f) Sistema de anexación que posibilita el montaje de cargas útiles y experimentos pasivos externos.

SATELITES GEOESTACIONARIOS

Brasil cuenta desde 1985 con el satélite Brazilsat A1 (SBTS A1), desde

1986 con el Brazilsat A2 (SBTS A2), desde 1994 con el Brazilsat B1 (SBTS B1) en el slot 70° W y desde 1995 con Brazilsat B2 (SBTS B2) en el slot geoestacionario de 65° W. Estos satélites son dedicados a telecomunicaciones en las bandas asignadas C y X.

ARGENTINA

Argentina posee una Agencia denominada Comisión Nacional de Actividades Espaciales CONAE, la que tiene diseñado un Plan Espacial Nacional. Este Organismo descentralizado, depende del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Fue creado en 1991 con el fin de **"Planificar y realizar acciones vinculadas con el uso pacífico del espacio exterior y el aprovechamiento de la información generada por la tecnología espacial"**.

El Plan Espacial Nacional fue concebido como un Programa de inversión a 11 años (1995 al 2006) y es revisado cada 2 años. Este programa incluye la construcción y puesta en órbita de satélites propios que cubran las necesidades de teledetección específicas de Argentina; la instalación de estaciones terrenas para recibir imágenes satelitales en distintos puntos del territorio; el enlace regular con satélites internacionales de observación y la realización de misiones espaciales en cooperación con agencias extranjeras.

La infraestructura terrestre comprende la instalación de estaciones terrenas para seguimiento, telemetría y control de los satélites de la CONAE y para los enlaces desde Tierra con satélites extranjeros. Argentina tiene acceso a

la información espacial a través del Centro Espacial Teófilo Tabanera, donde se encuentra la Estación Terrena Córdoba, que ya recibe las señales de los satélites de teleobservación Landsat, ERS, NOAA y SeaWifs. El Centro Espacial próximamente albergará laboratorios para integración, ensayos y simulaciones de los subsistemas de satélites.

SUMARIO DE MISIONES SATELITALES ARGENTINAS

SAC-B Misión: Física Solar y Astrofísica de Alta Energía.

Socios: USA, Brasil e Italia

Primer satélite científico Argentino, lanzado en Noviembre de 1996 desde las instalaciones de NASA en Wallops. falla su mecanismo de separación del satélite madre.

SAC-A Misión: Percepción Remota; Medida del Campo Magnético de la Tierra y calificación de paneles solares desarrolladas por CONAE.

Socio: USA

Satélite de demostración tecnológica, diseñado por CONAE y construido por INVAP S.E. Fue lanzado el 12 de Diciembre de 1998. Pesaba 68 Kg. y fue puesto en una órbita de 51,6° de inclinación a 389 Km. de altura.

Los instrumentos que llevaba a bordo fueron: DGPS (Sistema Global de Posicionamiento Diferencial), una Cámara Pancromática de Teleobservación, un Magnetómetro, un Sistema de seguimiento de la Ballena Blanca Austral y Celdas Solares desarrolladas por la Comisión Nacional de Energía Atómica.

El SAC-A adquirió alrededor de 600 imágenes de la Tierra. Estuvo activo durante 7 meses.

SAC-C Misión: Adquisición de Imágenes para el Estudio de ecosistemas terrestres y marítimos; Evaluación de procesos de desertificación, inundaciones, producción agrícola; Estudio de la atmósfera; Geomagnetismo. Socios: Como parte de una misión científica, el satélite lleva a bordo instrumentos de varios países, dedicados al estudio del campo magnético terrestre y la estructura atmosférica: Brasil, Dinamarca, Italia y Francia.

Satélite enteramente construido en Argentina por la empresa privada INVAP S.E., contratista principal para este proyecto.

Primera misión argentina de observación de la Tierra, con un lanzamiento planeado para fines del 2000 desde la Base Aérea de USA en Vandenberg.

Satélite con un peso de 475 Kg., un tamaño de 1,85m x 1,68m de base y una altura de 2,2 m, órbita baja, sincrónica con el sol, polar de 98.2°, de 705 Km., un período orbital de 99 minutos y un tiempo de revisita de 9 días

LUSAT Nanosatélite de Radio Aficionados construido por AMSAT y operativo. Lanzado el 22 Enero de 1990. Pesa 9 Kg.; órbita de 98.6° de inclinación y altura de 779/797 Km. Denominado también como Microsat 4 u Oscar 19.

MUSAT Microsatélite científico de 33 Kg., construido por el Instituto Universitario Aeronáutico de Córdoba. Lleva 2 cámaras CCD de 70 m y 2 Km. de resolución. Lanzado el 29 de Agosto de 1996 a una órbita de 62.8° de inclinación y a una altura de 244/1192 Km. (Perigeo y Apogeo).

SAOCOM Satélite de Radar de Baja Potencia (SAOCOM 1) y Satélite de Co-

municaciones (SAOCOM 2) Misión: Manejo de catástrofes. Socio: Italia y Bélgica. No se tienen mayores antecedentes pero estos proyectos se encontraban en la Plan Espacial de Argentina y como tareas en curso para los años 1995-1996, en la etapa de desarrollo conceptual.

SATELITES GEOESTACIONARIOS NAHUELSAT Y PARACOMSAT

Argentina cuenta con el Sistema Satelital Nahuel, diseñado específicamente para satisfacer las necesidades de telecomunicaciones en la Región Sudamericana, incluidos todos los países de habla hispana de América, el Brasil y los Estados Unidos de Norteamérica.

Para lo anterior, en 1992 el Gobierno Argentino llamó a un Concurso Internacional con el objeto de adjudicar la ocupación de posiciones orbitales que permitieran brindar servicios de comunicaciones domésticos y regionales. El Proyecto fue presentado conjuntamente por Deutsche Aerospace (Alemania), Aerospatiale (Francia) y Alenia Spazio (Italia). De esta unión de empresas nace NAHUELSAT S.A..

El Sistema Nahuel definitivo, con su primer satélite entró en servicio en el segundo semestre de 1996, satisface inmediatamente los requerimientos regionales (Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay y Sur de Brasil). Desde Julio de 1993 el Sistema Satelital Nahuel Transitorio, operado por PARACOMSAT, consorcio formado por empresas privadas argentinas.

De acuerdo al proyecto, para la puesta en servicio del primer satélite,

Nahuelsat S.A. invertirá US\$ 230 millones. Poseerá 18 transpondedores de alta potencia activos de un total de 24 transpondedores

El sistema transitorio Nahuel C-1 está operando desde Julio de 1993 en el slot geoestacionario argentino ubicado en los 71,8° Oeste

El Sistema Nahuel C-2 se encuentra ubicado en el slot geoestacionario argentino de 75,8° Oeste.

De acuerdo a los antecedentes disponibles, para echar a andar el sistema transitorio, Argentina negoció el reposicionamiento de satélites geoestacionarios próximos a vencer en su período de vida útil.

PROGRAMA PEHUENSAT DE PEQUEÑOS SATELITES

Es un Proyecto Argentino que contempla el diseño, construcción y operación de pequeños satélites en la Categoría de nano-satélites y micro-satélites con una triple misión: Tecnológica, educacional y científica.

Este programa está siendo llevado a cabo por la Universidad Nacional del Comahue, la Asociación Argentina de Tecnología Espacial y la Corporación Argentina de Radioaficionados por Satélite AMSAT.

Este Programa está en la fase de proyecto y fue presentado en el 51 Congreso de la IAF en Brasil en Octubre 2000.

CENTRO ESPACIAL "TEÓFILO TABANERA"

ESTACION TERRENA CORDOBA

Estación Terrena dedicada a la adquisición de datos satelitales, accediendo a la información que proviene de satélites internacionales y la que generen aquellos satélites que desarrolle CONAE. En la Estación se reciben, procesan y distribuyen imágenes obtenidas a partir de las observaciones satelitales de la superficie de la tierra y su atmósfera.

La Estación Córdoba está equipada con una antena dedicada a la Percepción Remota, la que pertenece al Instituto espacial DLR de Alemania que la cedió en préstamo mediante un Convenio de Cooperación con la CONAE. La antena es un reflector parabólico de última tecnología de 4 m de diámetro. La antena definitiva se está construyendo en Argentina y su instalación se realizó en 1998 con las siguientes dimensiones: 7.30 m de diámetro; Control por programa de efemérides o por autoguiado; operación en bandas de Radiofrecuencia X o S, ubicada a 35 Km de la ciudad de Córdoba.

Junto a la estación Terrena de Córdoba, se encuentra el centro Espacial "Teófilo Tabanera", en el que se encuentra el Sistema de Atención de usuarios, que analiza los requerimientos de productos de la estación, brinda asesoramiento y realiza la distribución de las imágenes satelitales. Las imágenes disponibles para la distribución provienen de los satélites LANDSAT-5 en el rango óptico y ERS-1 y ERS-2 de radar de apertura sintética. También se adquirirán imágenes del satélite IRS de origen hindú como complemento y continuación del sistema LANDSAT. A partir de 1999 estaba pre-

visto recibir y distribuir imágenes generadas por el Satélite SAC-C de CONAE

PERU

La República del Perú cuenta ya con una Comisión Nacional de Investigaciones y Desarrollo Aeroespacial, dependiente del Ministerio de Defensa, creada el 11 de Junio de 1974 la que además de las actividades espaciales dentro del Pacto Andino, está desarrollando un Programa de Percepción Remota a través de su Proyecto de un Mini-satélite llamado CONIDASAT-01, el que ha contado con una asesoría de MATRA-Marconi Space MSS.

Los objetivos de este satélite son los siguientes:

- Adquirir y desarrollar experiencia nacional en todas las fases de diseño, construcción modular, pruebas de subsistemas, integración y evaluación del comportamiento de diferentes cargas útiles de plataformas satelitales;
- Implementar un programa de observación de recursos y desastres naturales;
- Asegurar la compatibilidad con diversos sistemas de lanzamiento;
- Desarrollar subsistemas electrónicos con tecnología de punta;
- Diseñar técnicas de instrumentación tolerante de fallas.

El diseño y construcción de CONIDASAT-01 ha sido asumido íntegramente por CONIDA y la misión del satélite es la observación diaria del territorio nacional del Perú, adquiriendo imágenes en modo pancromático. La trayectoria orbital que ejecutará el satélite en

el día es de Sur a Norte y el campo de visión efectivo sobre el territorio tiene una banda de 400 Km. de ancho. Durante la noche se producen órbitas de Norte a Sur en las cuales la estación de Control recupera información telemétrica.

CONIDASAT-01 es un minisatélite de 200 Kg. compatible con diversos lanzadores tales como Pegasus-XL, Airanne IV y otros. Cuenta con 2 paneles solares desplegables ubicados en la plataforma principal; las antenas para la telemetría y la misión se hallan en la cara frontal que mira a la Tierra. El tiempo de vida útil proyectado es de 4 años, su potencia total de 250 W. Su órbita es Baja (LEO) de 560 Km. de altitud y cuasicircular de 97,6° de inclinación; su período orbital es de 95 minutos y 25 s.

No se tienen antecedentes de la fecha de lanzamiento, pero se estima entre 2000-2001.

Dependiente de CONIDA, se creó el Centro de Estudios Espaciales (CNEE) el 29 de Mayo de 1995 con el objetivo de ejecutar el programa académico de la Dirección General de Capacitación. Ya se cuenta con programas en las áreas de Teledetección y de Propulsión.

ECUADOR

En forma muy similar a lo acontecido en Chile, Ecuador dispone de una Estación de Rastreo de Satélites instalada en las cercanías del volcán Cotopaxi, dejada por la NASA con el propósito original de efectuar el seguimiento y control de satélites norteamericanos. Esta instalación fue efectuada por NASA en Agosto de 1957 y a partir del 30 de Julio

de 1982, por mandato del Gobierno ecuatoriano se encarga el mantenimiento de las instalaciones y equipos dejados por NASA al Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN).

CLIRSEN fue creada el 7 de Diciembre de 1977 como un organismo de derecho público con personería jurídica y autonomía técnico-administrativa.

Para imaginarnos la analogía con Chile, se estima que CLIRSEN tiene su similar en Chile a través del trabajo conjunto de CIREN-CORFO y el Centro de Estudios Espaciales dependiente de la Universidad de Chile.

No se tiene antecedentes de iniciativas de proyectos de construcción de satélites, excluyendo el trabajo dentro de los países del Pacto Andino.

PACTO ANDINO

Comunidad formada por 5 países del Area Andina: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, lanzaron su Proyecto satelital Andino "**Simón Bolívar**", que es un proyecto integracionista de vieja data que recoge la aspiración de los países del Grupo Andino (del cual Chile se excluyó) de poseer un Sistema de Telecomunicaciones por satélite bajo su control, operación y administración.

En Junio de 1994, el Comité Andino de Autoridades de Telecomunicaciones de la Subregión Andina (CAATEL) y a instancias de la Asociación de Empresas de Telecomunicaciones del Acuerdo Subregional Andino (ASETA) reactivaron el Proyecto que había nacido antes de 1981. Después de una ronda de conversaciones de inversionistas ce-

lebrada en cada país, se conformaron los grupos de empresarios: Bolivia (5), Colombia (30), Ecuador (17), Perú (14) y Venezuela (11).

Este grupo creó un Comité de Gestión del proyecto bajo la Presidencia de Venezuela y la secretaría de Ecuador. Crearon además un fondo de US\$ 1 millón para adelantar los diferentes trabajos, divididos en partes iguales.

En agosto de 1996, se estableció el "**Marco regulatorio para la Utilización Comercial del Recurso Orbita-Espectro de los países miembros con el Establecimiento, Operación y Explotación de Sistemas Satelitales por parte de Empresas Andinas**".

En Enero de 1997, se presentaron en Venezuela los resultados del estudio de factibilidad que demostró la viabilidad técnica y financiera del proyecto. Entre las recomendaciones más importantes figura la de iniciar operaciones a mediados de 1997 mediante la utilización de segmento temporal, para así iniciar la entrada rápida al mercado. El sistema satelital propio debería estar operando a mediados del año 2000 y requerirá una inversión de alrededor de US\$ 250 millones.

Recientemente (1999), las administraciones de telecomunicaciones de los 5 países de la Comunidad Andina y la secretaría de Transportes y Comunicaciones de México, han firmado un Convenio para permitir la explotación comercial de satélites mexicanos a través de ANDESAT y, como parte de la Solución Temporal para el Sistema satelital "**Simón Bolívar**".

El sistema cuenta ahora con las nuevas posiciones orbitales de 67° y 78.5° Oeste, comunicadas recientemente, y las anteriores 106.0 y 109.0° Oeste.

COMENTARIOS FINALES

Debe notarse que Chile inició sus actividades de uso de la tecnología satelital con la presencia de la NASA a partir de 1957 como un apoyo directo a sus misiones, actividad similar a la realizada en Perú.

De la información obtenida y de visitas al lugar, no cabe duda que Brasil surge como una Potencia Espacial no sólo del Continente Sudamericano sino que también a nivel mundial, contando con presencia activa en proyectos de importancia como es la estación Espacial Internacional.

Siguiendo a Brasil, se observa que Argentina también ha activado con decisión el desarrollo de actividades espaciales tratando de cubrir incluso las necesidades de los países vecinos. Incluso, se tomó conocimiento que Chile no pudo participar activamente en un Proyecto de un mini-satélite español de reconocimiento de la Tierra, oportunidad que estaría aprovechando ahora Argentina. Para este proyecto se necesitaba invertir unos US\$ 12 o 15 millones en un mediano plazo (5 años).

Algunos países de la región como Perú, Ecuador y el Pacto Andino están intentando aunar esfuerzos para ponerse al día, activando al menos la creación de un organismo de nivel nacional que coordine las actividades espaciales y que sirva como interlocutor a nivel internacional.

Se estima que Chile ha perdido unos 5 años al menos en la creación de este organismo nacional que pueda centralizar, coordinar y planificar las actividades de interés nacional, hecho que aparentemente podría materializarse antes del término del primer semestre del 2001.

Aparte de México, no se observan esfuerzos notorios en el impulso de actividades propias del Area espacial y participan como usuarios estándares de las comunicaciones y multimedia.

Finalmente, en cuanto a Chile, el desarrollo del Seminario **"Una Agencia Espacial para Chile"** realizado el 27 de Noviembre 2000 en el Centro de Convenciones Diego Portales bajo la Coordinación General de la Subsecretaría de Aviación y un Comité Organizador formado por organizaciones e instituciones muy ligadas al quehacer espacial, ha dejado a nuestro país en una situación muy conveniente para materializar la creación de la esperada Agencia Espacial Chilena.

Efectivamente, a la luz del consenso alcanzado entre los participantes entre los cuales estuvieron involucrados entre otros el sector empresarial, académico, aeronáutico, defensa y gubernamental, respecto de la necesidad de crear esta Agencia a la brevedad, se espera que S.E. el Presidente pueda contar con las conclusiones alcanzadas en el Seminario y disponer el despacho de una iniciativa legal que de vida a este organismo.*

(*) Trabajo presentado con motivo de la incorporación del autor como investigador asociado del CEADE.

(**) HECTOR GUTIERREZ MENDEZ, Ingeniero Civil Electrónico, MSc Ingeniería Satelital (UK-1994), Jefe de la Oficina Asuntos Satelitales DGAC. Trabajó en los proyectos satelitales FASat Alfa y FASat Bravo.

ESFUERZOS REALIZADOS EN CHILE EN EL AMBITO ESPACIAL. (*)

Gral. de Av. Máximo Venegas Fuentes (**)

I.- INTRODUCCION

La era espacial, cuyo origen práctico se remonta al año 1957, con la puesta en órbita del primer satélite, cambió de manera trascendental la visión y comprensión que se tenía del mundo.

La posibilidad de traspasar la Tropósfera para aventurarse, observar el globo terráqueo y estudiar el espacio exterior, introdujo al individuo a planos y percepciones muy distintas, acercándolo cada vez más a una noción más concreta acerca de su propio planeta y lo que se entiende por infinito.

La modificación de las nociones convencionales se ha ido manifestando progresivamente a medida que el producto de la actividad espacial se ha constituido como un elemento cotidiano para el quehacer de la Humanidad, experimentando un significativo aceleramiento en las últimas décadas y previéndose un espectacular incremento en los comienzos del próximo siglo.

El que inicialmente era un privilegio de las grandes potencias y luego de

los países desarrollados económicamente, ya no lo es tanto. Hoy son varias las naciones que han visto en la actividad espacial un necesario complemento para su crecimiento y beneficio para sus pueblos y han conducido programas para su desarrollo.

Algunos de ellos, los menos, han considerado la actividad espacial como un asunto de Estado y han establecido políticas nacionales y creado organismos especializados para el desarrollo de sistemas espaciales propios, desarrollando aquellos elementos del sistema que consideran más efectivo y eficiente y con claras ventajas comparativas. Tales son los casos de India, Israel, Brasil, entre otros, que han construido sistemas completos a fin de tener total autonomía para su uso y desarrollo y disminuir la dependencia externa.

Un sistema espacial consta de satélites, estaciones terrenas, vectores lanzadores y cosmódromos y uno de sus productos finales, especialmente la proveniente de los satélites, se materializa en telecomunicaciones y percepción remota dedicadas a la exploración e investigación científica o a aplicaciones tecnológicas específicas.

Pero la mayoría, lo han hecho solamente como **usuarios** de tecnología satelital ajena que los condena a depender de condiciones externas, alejándose cada día más del que será el mundo del mañana. De todos los países del mundo, sólo 38 tienen artefactos espaciales y proveen de servicios al resto.

La participación de estos países en programas de exploración científica del Universo o a hacer ciencia dedicada en el espacio, es esporádica y mínima y es orientada a buscar solución a problemas específicos de tales países, aprovechando las facilidades que ofrece la cooperación internacional.

Por otro lado, muchos de los que son sólo usuarios han desarrollado aceleradamente alguna de las áreas de aplicación de estas tecnologías, descuidando otras, menos conocidas y más especializadas, pero no menos importantes para el desarrollo nacional.

Tal es el caso de nuestro país, que hasta ahora ha sido principalmente usuario y comprador de servicios satelitales, aunque en los catálogos especializados figura el Fasat Bravo, como proveedor de servicios, en circunstancias que es un satélite solamente experimental y su provisión de servicios, aunque valiosa, es muy limitada.

Su participación en el área de la investigación científica es pobre por la falta de recursos y está limitada a la cooperación de terceros, los que ponen condicionantes de variada índole. Recuérdese el caso de las "**chinitas**" y el del astronauta chileno.

En Chile, la actividad espacial, se ha centrado especialmente al uso de satélites de comunicaciones y de percepción remota, ya que proporcionan una vía eficiente y segura para solucionar los problemas propios más urgentes que inciden en el desarrollo político, económico, social, científico-tecnológico y su seguridad.

Dentro de este campo, el desarrollo de las Comunicaciones, materializado en la transmisión de voz, data e imagen, ha sido acelerado y el uso satelital ha sido uno de los elementos que ha contribuido a su efectividad y eficiencia. Ha contribuido a esto la necesidad masiva manifestada por la comunidad toda de comunicarse nacional e internacionalmente y por ser una actividad rentable en plazos relativamente cortos. Si algo queda por hacer en este campo es el pasar de la condición de simple usuario a proveedor de servicios de comunicaciones satelitales.

No se puede decir lo mismo de la Percepción Remota, en la que también somos solamente usuarios, pero no en la forma intensiva y masiva como lo somos en comunicaciones. En este campo, más especializado, menos conocido y, por lo tanto menos desarrollado, no se ha formado conciencia de la importancia de su aporte a las capacidades nacionales.

Es en estos campos de la actividad satelítica espacial, progreso en Comunicaciones y alcanzar capacidades apropiadas en Percepción Remota, donde se hace necesario el esfuerzo impulsor y coordinador del Estado, la actividad científica universitaria y de Centros de

Estudio y la inventiva creadora de la Empresa privada. Sólo a través del rol que estos estamentos jueguen en el desarrollo de la actividad satelital en Chile se estará dando los primeros y fundamentales pasos que pueden dar lugar al desarrollo de otros elementos de un sistema espacial apropiado a las necesidades de nuestro país.

Es esta la visión que han tenido varias instituciones, organismos y empresas estatales y privadas que han dedicado no pocos esfuerzos, para hacer de Chile un país espacial, ya que consideran que por sus características, se vería altamente beneficiado con las capacidades que generan la ciencia y tecnología espaciales.

II.- ESFUERZOS REALIZADOS EN CHILE EN EL AMBITO ESPACIAL

La actividad espacial en Chile no es algo reciente. Ya en 1959, recién iniciada la era espacial, nuestro país firmó el Acuerdo con EE.UU. para instalar una estación rastreadora de satélites en Peldehue.

A partir de entonces, se ha desarrollado una actividad espacial diversificada por parte de Universidades, de la Fuerza Aérea de Chile y otras entidades en las áreas de teledetección, búsqueda y salvamento, telecomunicaciones y navegación.

También se dio comienzo progresivo, aunque sin coordinación, a las aplicaciones y estudios sobre investigación de recursos mineros, monitoreos de erupciones volcánicas, actualización de información de superficie de explotación y reforestación, catastro de

bosques nativos, aero y agrometeorología y proyectos agrícolas, urbanos, geológicos, de contaminación ambiental, oceanográficos, hidrográficos y pesqueros.

Un aspecto importante que es necesario mencionar está relacionado con el posicionamiento del país en el ámbito internacional en el tema del espacio exterior. Ello requiere la definición previa de los componentes de una política que le de coherencia a la participación del país en los organismos internacionales y que tiene que estar vinculada y orientada por una política espacial interna, a fin se cumplan los compromisos internacionales suscritos y defender los particulares intereses del país en este campo.

Como veremos más adelante, este es uno de los aspectos en que el trabajo de nuestro país ha sido relevante, ya que sin contar con los elementos orientadores de una política interna, nuestro Ministerio de RR.EE., ha sabido defender la aplicación del Tratado del Espacio de 1967, ratificado por Chile, ha abogado por la extensión de los beneficios de la tecnología espacial hacia los países en vías de desarrollo, a través de la cooperación internacional, y defendido los intereses de Chile que ese mismo Ministerio, con el asesoramiento de un reducido grupo de especialistas, ha definido como propios.

A.- Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile

Se puede definir al Centro de Estudios de la Universidad de Chile como el organismo pionero de la actividad espacial en Chile, ya que en el año 1959 fue

creado especialmente para hacer de contra-parte de la NASA para realizar actividades en conjunto.

Desde su creación ha entregado apoyo de telemetría, rastreo y telecomando a más de 350 misiones espaciales de la NASA de EE.UU., NASDA e ISAS de Japón, Agencia Espacial Europea, DLR de Alemania, CNES de Francia y CLTC de China.

En años recientes ha trabajado con compañías internacionales privadas en la instalación de estaciones remotas automáticas de control. En el ámbito nacional su aporte ha sido variado:

- Aplicaciones de datos de Percepción Remota en múltiples áreas a los sectores público y privado.
- Aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica a distintas organizaciones.

Fue en 1987, el primer terminal en el Hemisferio Sur del Sistema de Búsqueda y Rescate COSPAS - SARSAT.

- Es distribuidor exclusivo para el Pacífico Sudeste, de la información SEASTAR- SEAWIFS, sensor que detecta la concentración de clorofila en el océano y que, combinada con los datos NOM de temperatura superficial del mar, permite elaborar mapas de zonas de pesca, servicio que ofrece a usuarios de Chile hasta el Sur de los EE.UU.
- Ha participado en más de 100 proyectos de investigación utilizando datos de percepción Remota y SIG..
- Es miembro del Comité de Asuntos Espaciales desde su creación en 1980.

B.- Fuerza Aérea de Chile

Considerada también como pionera en el ámbito espacial, su labor se inicia con el desarrollo de vectores en la base aérea de Colina, esfuerzo que debió ser abandonado por falta de recursos.

Continúa con el desarrollo del Sistema de Búsqueda y Salvamento, utilizando inicialmente la Información de COSPAS-SARSAT, proporcionada por la Universidad de Chile, terminando con el desarrollo propio y operación de las estaciones LUT y GEOLUT del Sistema COSPAS - SARSAT, lo que ha significado la designación de nuestro país como Centro de Control de Misiones para todo el Cono Sur Americano.

En 1980 gestiona con el concurso de Universidades y otros organismos la creación del Comité de Asuntos Espaciales, organismo al cual me referiré en detalle posteriormente.

En Agosto de 1985, junto a la Universidad de Chile, la Dirección de Política Especial del Ministerio de RR.EE y otros miembros del Comité de Asuntos Espaciales aboga por la incorporación del Artículo 19 en el Acuerdo Mataverí que se firmó con EE.UU, que establece:

- 1) Tan pronto como el presente Acuerdo entre en vigencia, el Gobierno de Chile y el Gobierno de los Estados Unidos considerarán conjuntamente las áreas específicas de beneficio mutuo y cooperación científica potencial, con el fin de fortalecer la colaboración bilateral en la exploración y utilización

del espacio ultraterrestre, con fines pacíficos.

- 2) En este sentido se han identificado los siguientes campos como áreas primarias de mutuo interés.
- 3) Recepción directa de datos de satélites civiles de percepción remota, incluidos aquellos para observación meteorológica y de recursos naturales de áreas terrestres y marítimas;
- 4) Participación intensificada en el programa mundial "**Crustal Dynamics**" para el estudio de terremotos y movimientos de placas tectónicas;
- 5) Participación creciente en el Programa Mundial de Satélites de Búsqueda y Rescate (SAR-SAT);
- 6) Otros aspectos del Programa Espacial Civil de los Estados Unidos, incluyendo el desarrollo de instrumentos científicos específicos y experimentos de mutuo interés para Chile y los Estados Unidos para vuelos en el Transbordador Espacial; y
- 7) Participación en programas de colaboración experimental y entrenamiento especializado, incluyendo el intercambio de científicos y técnicos.
- 8) Las Partes acuerdan designar a sus respectivos representantes dentro de tres meses de haber entrado en vigencia el presente Acuerdo. Cuando sea oportuno se celebrarán consultas posteriores entre los representantes designados.

La lectura de este artículo merece un comentario.

El Gobierno de Estados Unidos designó a la NASA como su representante y por Chile asumió la representación la Dirección General de Aeronáutica Civil.

La materialización del acuerdo no tuvo los resultados esperados ya que NASA posee procedimientos muy engorrosos, decide colaborar sólo en proyectos que le interesen y porque nuestro país tenía que costear parte del proyecto.

Por nuestra parte, se pensaba que colaboración significaba prácticamente sin costo ya que ninguna de las organizaciones nacionales generadores de proyectos podía financiar con sus presupuestos la parte correspondiente.

Como parte del acuerdo NASA invitaba todos los años a una delegación chilena, conformada por miembros del Ministerio, Universidades, Fuerza Aérea, entre otros, organizaciones que debían costear pasajes y viáticos, para la presentación de proyectos, los que nunca pudieron materializarse por falta de fondos y transformándose tales visitas en meros viajes de turismo científico. Con el pasar del tiempo tales visitas se suspendieron..

Las actividades ejecutivas de la Fuerza Aérea en el ámbito espacial, culminan con la formación de ingenieros espaciales, en conjunto con la Dirección de Aeronáutica Civil, y la construcción en la Universidad de Surrey de los satélites FASAT ALFA Y BRAVO y de la Estación Terrena de control satelital, que actualmente funciona en el Aeropuerto de Los Cerrillos.

La Fuerza Aérea de Chile conside

ra de su responsabilidad el formar conciencia nacional sobre los beneficios de la actividad espacial para nuestro país y, en el marco de esa idea, creó la Feria Internacional del Aire y del Espacio en 1980, de reconocido prestigio a nivel nacional e internacional, creó el Centro de Estudios Aeronáuticos y del Espacio, organismo académico que tiene por propósito el estudio, investigación y difusión de las variables estratégicas, políticas, económicas y sociales relativas a las actividades aeronáuticas y espaciales y apoya los proyectos «Chinitas en el Espacio» del Liceo N°1, «Chagaspaces» de la Universidad de Santiago, «Astronauta Chileno en el Espacio» y Modificaciones de la interacción visual - vestíbulo ocular en condiciones de micro-gravedad, presentado en la II Conferencia Espacial de las Américas por El Depto. de Medicina Aeroespacial de la Fuerza Aérea, la Universidad de Santiago de Chile e investigadores de Uruguay, entre muchos otros.

Dentro de este mismo concepto y con el fin de promover el intercambio de informaciones, experiencia y tecnología, propuso en el marco del Sistema de Cooperación de las Fuerzas Armadas Americanas, la creación Del Comité de Actividades Espaciales, el que se hizo realidad en 1997.

Es miembro fundador del Comité de Asuntos Espaciales, el cual es presidido por un General de la Fuerza Aérea.

C.- Dirección General de Aeronáutica Civil

Dentro del marco de sus responsabilidades se encuentra el proporcionar informaciones, control, seguridad y apoyo de Búsqueda y Salvamento al

tráfico aéreo en el área de su jurisdicción, la que por convenios internacionales es bastante más extensa que nuestro territorio soberano. Se extiende desde el paralelo 15° S al Polo y desde el meridiano 53° W por el Este hasta los 131° W por el Oeste.

Para realizar esta gigantesca tarea, la Dirección ha estimado que el elemento más eficiente es el uso de la tecnología satelital y por ello apoya decididamente la acción de la Dirección Meteorológica de Chile, de su dependencia, la que además de proporcionar información meteorológica de vuelo, conduce un sinnúmero de actividades en apoyo de actividades científicas y productivas del país.

Para mejorar las actividades de control, se ha hecho partícipe del Proyecto CNS-ATM (Communication, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management), que considera la navegación por satélite usando el sistema GPS, más satélites geostacionarios de comunicaciones y estaciones terrenas.

También del Proyecto WAFS (Worldwide Area Forecast System) que involucra al Sistema Meteorológico Nacional de EE.UU. e instituciones satelitales de distintos países.

Dentro del marco de la promoción de las actividades espaciales se encuentra su participación con personal y recursos económicos en el Proyecto FASAT y la creación de la Oficina de Asuntos Satelitales, como organismo de asesoría especializada para la Dirección.

D.- Corporación de Desarrollo de Satélites de Radioaficionados (AMSAT-CE)

AMSAT-CE, fundación sin fines de lucro, fue creada en 1993 para diseñar, construir y lanzar satélites para radioaficionados, cooperar en la transferencia tecnológica internacional y desarrollar experimentos relacionados con las telecomunicaciones espaciales.

Está llevando a cabo el Proyecto CESAR, del cual actualmente se construye, en conjunto con la Universidad de la Frontera, el primer satélite (CESAR - 1) y cuyo lanzamiento al espacio está programado para el año 2001.

Considera los siguientes experimentos:

- 1.- Repetidora digital entre dos estaciones terrenas, mediante el uso del protocolo de transmisión de datos A)C.25 en tiempo real si ambas estaciones terrenas están iluminadas por el satélite, o en forma de buzón en los otros casos.
- 2.- Uso de transpondedor analógico, para unir a dos estaciones terrestres.
- 3.- Uso de receptor GPS, que dará información de posición y velocidad del satélite.

Será de órbita baja, heliosincrónica y volará a una altitud de 800 km.

El auspiciador principal es Entel y colaboran también como auspiciadores la Subsecretaría de Telecomunicaciones, la Universidad de Chile, la Armada de Chile y el Canal Recreativo Nacional.

E.- Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL)

La Empresa Nacional de Telecomunicaciones ha sido pionera en las comunicaciones de telefonía satelital nacional e internacional, para transmisión de voz, data e Internet.

En 1965, el Gobierno de Chile la designa como signataria ante la Organización Internacional de Telecomunicaciones por satélite.

En 1968, construye la estación terrena de comunicaciones satelitales de Longovilo, primera en Sudamérica, para utilizar el sistema de satélites fijos del consorcio INTELSAT.

En su proceso de extensión de las comunicaciones satelitales hacia las zonas más aisladas del país, entre los años 1977 y 1997, ha instalado estaciones terrenas en Punta Arenas, Coyhaique, Isla de Pascua, Puerto Williams, Arica, Bases antárticas chilenas Eduardo Frei, Bernardo O'Higgins y Arturo Prat, como también las de Brasil y Corea.

En 1979, el Gobierno la designa como signataria ante la Organización Móvil Internacional de Comunicaciones vía satélite (INMARSAT).

En 1997, Entel proporciona enlace satelital bidireccional de imagen y para control remoto del experimento del robot espacial NOMAD, desarrollado por la NASA, primero desde el Valle de la Luna en el Desierto de Atacama y luego desde la base "**Patriot Hills**" en la Antártica.

En 1988, Entel inaugura la primera red PCS de telefonía móvil digital en Latino América.

F.- Subsecretaría de Comunicaciones del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

La ley encomienda a la Subsecretaría de Telecomunicaciones la administración de las comunicaciones en Chile y por lo tanto la regulación de todas las comunicaciones espaciales que se realicen desde o hacia estaciones fijas o móviles en tierra.

Representa a Chile en la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y dentro de ese marco de responsabilidad le ha correspondido gestionar ante este organismo las frecuencias para las transmisiones de voz, data e imagen para las empresas nacionales, como también la órbita y frecuencias de uso de los satélites FASAT y CESAR.

Ha colocado teléfonos satelitales fijos en comunidades rurales, para proporcionar comunicaciones seguras y efectivas entre zonas aisladas y el resto del país.

Ultimamente y con motivo de la posible instalación de radiotelescopios en el Norte de Chile, gestiona ante los organismos internacionales para que se emitan regulaciones para evitar interferencias a estos radiotelescopios por parte de otras fuentes, como pueden ser aviones o satélites.

Miembro fundador del Comité de Asuntos Espaciales.

G.- Ministerio de RR.EE.

Mención especial debe hacerse con respecto al Ministerio de RR.EE. en su relación con los esfuerzos que se han hecho en nuestro país para alcanzar una capacidad espacial apropiada a nuestros intereses y capacidades.

Su misión es planificar, dirigir, coordinar, controlar e informar la política exterior que formule el Presidente de la República.

Este Ministerio, a través del Departamento de Aeronáutica, Telecomunicaciones y Espacio Ultraterrestre de la División de Política Espacial, ha definido las siguientes funciones a cumplir:

- 1.- Negociar con otros países los Convenios de Cooperación Espacial.
- 2.- Participar en las reuniones internacionales relacionadas con el tema espacial.
- 3.- Difundir a la comunidad los beneficios de la tecnología espacial.
- 4.- Coordinar los esfuerzos de todas las instituciones, tanto públicas como privadas involucradas en el área.
- 5.- Vincular a los científicos y técnicos dedicados a materias espaciales, con instituciones extranjeras para desarrollar programas y proyectos en conjunto.

Con relación al cumplimiento de las funciones a y b, el trabajo del Ministerio ha sido espectacular. El Director de Política Especial preside la Delegación conformada por personal del Departamento de Aeronáutica, Telecomunicaciones y Espacio Ultraterrestre.

mento y de Aeronáutica, Telecomunicaciones y Espacio Ultraterrestre y especialistas de la Fuerza Aérea y Universidades, que representa a Chile en el Comité Jurídico, en el Comité Técnico y en la Comisión de Uso Pacífico del Espacio Exterior de las Naciones Unidas.

El trabajo realizado por la Delegación de Chile en estos organismos ha significado que nuestro país haya sido designado Presidente de uno de los Grupos de Trabajo del Comité Jurídico, el que después de 10 años de arduo trabajo, logró se promulgara en la Asamblea General, una resolución que compromete a todos los países en acciones de Cooperación Internacional.

Por otro lado, el buen trabajo de nuestra Delegación, culminó con la elección de nuestro país como Vicepresidente de la Comisión de Naciones Unidas para el Uso Pacífico del Espacio Exterior por tres años y como Presidente por los tres años siguientes.

La labor de nuestro país ha sido ampliamente reconocida en el ámbito internacional y ha sido el producto de haber gestionado en su oportunidad y haber realizado con éxito la II Conferencia Espacial de las Américas, la Reunión Preparatoria Regional para UNISPACE III y haber ocupado la Vicepresidencia en este último evento de gran repercusión internacional.

Ha sido un entusiasta patrocinador y gestor a nivel internacional de los Proyectos "CHAGASPACE" y "CHINITAS".

Sin embargo, estimo que las funciones c, d, y e no corresponden a dicho

Ministerio, ya que debieran ser cumplidas por la Agencia Espacial cuya creación estamos proponiendo.

Por otro lado, estas funciones se superponen con las acciones que a nivel nacional, entre otros, realizan el Comité de Asuntos Espaciales dependiente del Ministerio de Defensa y el Centro de Estudios Aeronáuticos y del Espacio de la Fuerza Aérea.

La Dirección de Política Especial del Ministerio de RR.EE. es miembro fundador del Comité de Asuntos Espaciales.

H.- Universidades

Algunas Universidades, con diversos énfasis y en distintas áreas, han desarrollado una fructífera labor tanto en el campo de las ciencias como de aplicaciones de la tecnología espacial.

1.- Universidad de Concepción. Programa Multidisciplinario de Percepción Remota.

La Universidad de Concepción es una de las Universidades que ha reconocido la necesidad de contar con un programa de investigación y desarrollo que le permita avanzar seriamente en el ámbito de la instrumentación aerospacial en Chile y en particular en el área de la aplicación multidisciplinaria de la percepción remota, dada la importancia y el positivo impacto de estas técnicas en el desarrollo económico del país.

Por ello decidió crear, bajo la tutoría de su Dirección de Investigación, el Programa Multidisciplinario de Percepción Remota (PMPR).

El propósito temático del Progra-

ma es desarrollar aplicaciones basadas en percepción remota en las áreas forestal, pesquera, minera e industrial, orientadas fundamentalmente al ámbito regional, con impacto nacional y calidad internacional.

El propósito institucional es desarrollar la investigación científica aplicada, formar recursos humanos capacitados y adquirir infraestructura de primer nivel tecnológico, avanzando hacia desarrollos propios en forma autónoma y/o a través de la cooperación científico - técnica internacional.

Los objetivos específicos del Programa implican realizar investigación y desarrollo en adquisición especializada de información digital, espectrometría in situ e instrumentación radiométrica y percepción remota aerotransportada y satelital, como también desarrollar actividades de captura, almacenamiento y procesamiento de datos y validación, modelación y simulación.

La Universidad de Concepción es miembro activo del Comité de Asuntos Espaciales a partir de Marzo de 1995.

2.- Universidad de Santiago de Chile

La Universidad de Santiago de Chile, a través de su Laboratorio de Química Médica y Ensayos Biológicos, está realizando tres proyectos científicos en los que utiliza tecnologías espaciales.

- a.- Proyecto CHAGASPACE que involucra el desarrollo de nuevos medicamentos para el tratamiento de la enfermedad de Chagas, utilizando la cristalización de proteínas en el espacio.

- b.- Proyecto DICYT N° 1.- Modificación estructural de flavonoides por métodos químicos y enzimáticos.

- c.- Proyecto DICYT N° 2.- Correlaciones bioquímicas y anátomo - patológicas en la etiopatogenia de enfermedades degenerativas del SNC y sus proyecciones en el fenómeno del envejecimiento.

En estos proyectos trabaja con la colaboración NASA, el Centro de Cristalografía Macromolecular de la Universidad de Alabama, la Escuela de Agricultura de la Región Húmeda y el Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica, el Instituto Nacional de Parasitología de Argentina, la Universidad Autónoma de México, la Universidad de Sao Paulo de Brasil, la Universidad de la República de Uruguay, la Universidades de Bonn y Heidelberg de Alemania y la Universidad Católica del Norte de nuestro país.

Como proyectos futuros tiene considerado continuar utilizando la tecnología de cristalización de proteínas en el espacio para el desarrollo de nuevos antimaláricos, como asimismo dedicarse a la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos para otras enfermedades que afectan a nuestra región.

Para ello es necesario que nuestro país gestione el tener acceso directo al Laboratorio de la Estación Espacial Internacional. Obtener este acceso es una labor típica que debería cumplir una Agencia Espacial en nuestro país.

3.- Universidad de Magallanes

Las actividades de la Universidad de Magallanes se concentran fundamen-

talmente en las Facultades de Ciencias de la Tierra y del Universo, Ciencias del Mar, Recursos Naturales, Energía y medio Ambiente y Recursos Humanos.

Los proyectos científicos en que utiliza información satelital, que puede ser incrementada, son los siguientes:

- a.- Acoplamiento viento solar, magnetósfera, ionósfera, atmósfera y consecuencias durante tempestades magnéticas (FONDECYT 1999 - 2001).
- b.- Estudios Geofísicos y modelación del comportamiento de glaciales. (FONDECYT 1998 - 2000).
- c.- Red local de monitoreo de radiación UV-B

Con respecto a este último proyecto ha establecido contacto con los administradores del FASAT, a fin de complementar información de tierra de la capa de Ozono obtenida por dicha Universidad con la obtenida por el FASAT - BRAVO desde el espacio.

4.- Universidad de Antofagasta

La Universidad de Antofagasta, a través de su Laboratorio Geoinformático está iniciando proyectos relacionados con tecnología espacial, que consideran utilización de Percepción Remota, Sistema GPS y aplicación de tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Estos Proyectos son:

- a.- Modelo local en programación GEOIDE para la ciudad de Antofagasta, basado en tecnología GPS.

- b.- Uso de tecnología CADASTER en Sistemas de Información Geográfica para controlar aspectos geodésicos de Antofagasta.
- c.- Sistema de Información geográfico para determinar daños producidos por un eventual «tsunami».
- d.- Sistema de información de diseño geográfico para el estudio del impacto ambiental de la desembocadura del Río Loa.

5.- Universidad Austral de Chile

La Universidad Austral de Chile conduce los siguientes programas vinculados a la actividad espacial:

- a.- Programas de Televisión Educativa, que consiste en bajar cursos vía satélite desde su estación terrena, que incluye un decodificador.
- b.- Monitoreo de la vegetación en Chile en base a fotografía satelital para analizar densidad de bosques, crecimiento y efecto de tala de bosques y actualización de bosque nativo.
- c.- Estudio de problemas de surgencia en la zona de Antofagasta - Mejillones en base a imágenes de temperatura superficial satelítica.
- d.- Estudio del efecto que producen los hidrometeoros en las señales que irradian los satélites en la banda Ku.

6.- Universidad Católica del Norte

La Universidad del Norte a través de su Departamento de Ingeniería Civil está trabajando los siguientes proyectos

relacionados con tecnología espacial:

- a.- Participación en el proyecto CHAGASPACE.
- b.- Base de datos para diagnosticar y predecir el régimen natural de la franja costera de Antofagasta.
- c.- Implementación de un Laboratorio de Geoinformática que incluye la percepción remota para investigación.

7.- Universidad Católica de Valparaíso

La Universidad Católica de Valparaíso inicia en 1986 la aplicación intensa y progresiva de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, con el uso de imágenes de temperatura superficial del mar de satélites NOAA.

Actualmente cuenta con una Unidad de Teledetección y SIG, la cual está dedicada a la investigación y desarrollo de proyectos en Oceanografía Pesquera, a la operación de la estación de recepción de imágenes NOAA y a la administración de un servicio de distribución de cartas satelitales a pescadores artesanales, empresas pesqueras e institutos de investigación.

La larga lista de Proyectos que se mencionan a continuación han sido financiados o subvencionados por el Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá, el Centro Canadiense de Percepción Remota, la Agencia Espacial Europea y CONICYT, a través de los fondos concursables FONDECYT Y FONDEF.

- a.- Uso de la teledetección en la pesquería artesanal de atunes y pez

espada en la zona de Valparaíso (1986 - 1987) y en la zona central de Chile (1988 - 1991)

- b.- Estructura térmica superficial asociada a la distribución espacio temporal de recursos pelágicos en la zona norte de Chile.
- c.- Uso de la teledetección en las pesquerías artesanales y semi-industriales de la zona central de Chile (1993 - 1997).
- d.- Exploración del uso de imágenes ERS - SAR en manejo costero (1995 - 1996).
- e.- Diseño de un modelo de información espacial para determinar zonas probables de pesca de pez espada en la zona central de Chile (1997)
- f.- Aplicación de imágenes RADARSAT en estudios de procesos oceánicos y distribución de recursos pelágicos (1997 - 1999).
- g.- Sensoramiento a distancia aplicado a las pesquerías de pequeños pelágicos (1998).
- h.- Mejoramiento de la eficiencia de flotas industriales de cerco mediante el uso de cartas satelitales de zonas probables de pesca en la zona norte de Chile (1999 - 2001).

8.- Universidad Técnica Federico Santa María

La actividad de la Universidad Técnica Federico Santa María en su relación con las actividades espaciales destaca por la ejecución en su sede de Valparaíso, del Curso de Verano 2000 de la Universidad Internacional del Espacio.

Este Curso para estudiantes de post grado y jóvenes estudiantes de distintas disciplinas y nacionalidades fue llevado a cabo por primera vez en el Hemisferio Sur y el lugar elegido fue la Universidad Técnica Santa María en Valparaíso.

Para información más detallada de la actividad espacial de las Universidades, consultar el documento CHILE: ESPACIO Y FUTURO (MONOGRAFIA DE LA ACTIVIDAD ESPACIAL EN CHILE), publicado por el Ministerio de RR:EE.

9.- Otros usuarios

Existe también en nuestro país una serie de organismos que hacen un uso intensivo de información espacial proporcionada por distintos tipos de satélites.

a.- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)

CIREN orienta el uso de la tecnología espacial a la teleobservación del medio ambiente y los recursos naturales. Desde hace 25 años desarrolla proyectos relativos a la preparación, alerta y mitigación en casos de desastres y a la gestión y planificación de recursos naturales.

La experiencia adquirida le permite ofrecer a inversionistas el servicio de procesamiento e interpretación de imágenes satelitales y, a partir de ello, la preparación de estudios de aquellas zonas con escasa información sobre recursos naturales.

Los proyectos que ha realizado son los siguientes:

- Inventario y Evaluación de los Re-

ursos Naturales de las Regiones I y XI mediante métodos de Percepción Remota, mediante imágenes LANSAT 1 y LANDSAT 2.

- Sistema de Información Geográfico en Curacautín, con imágenes LANDSAT

- Análisis de Metodología para la Actualización del Catastro Frutícola con Ayuda de Imágenes Satelitales LANDSAT y SPOT.

- Determinación y Caracterización de la Aptitud Vitivinícola de algunos valles de la VII Región para vinos finos. Involucra imágenes NOAA.

- Identificación de Areas Inundadas de Santiago, utilizando imágenes RADAR-SAT.

- Determinación y Evaluación de las Imágenes de Radar en el Monitoreo de Vegetación Nativa en la XI Región. Utiliza imágenes RADARSAT.

- Degradación de Praderas de la Región de Magallanes. Utiliza imágenes RADARSAT.

- Diagnóstico de los Recursos Naturales y Humanos de la Región de Magallanes y construcción de un SIG. Utiliza imágenes LANDSAT, SPOT

- Zonas de Riesgo Aluvional y de Inundación entre Santiago y Rancagua. Utiliza imágenes RADARSAT.

La idea de CIREN es continuar desarrollando estudios e investigaciones que permitan afinar metodologías para identificar y realizar seguimientos a los recursos naturales, mediante imágenes satelitales. Ello, incorporando la tecnología espacial como una de las fuentes de información permanentes de las bases de datos de recursos naturales existentes y no solamente aplicándola en experiencias piloto. Según CIREN, esto se

hará cuando la tecnología satelital tenga un menor costo que las tecnologías alternativas que actualmente utiliza (foto aérea principalmente).

b.- Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Conaf presenta una situación muy interesante con respecto al uso de la tecnología satelital versus la aerofotogrametría para el cumplimiento de sus objetivos.

Durante los últimos seis años, en conjunto con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), han realizado un Catastro Nacional de Recursos Vegetacionales. Este catastro se mantiene actualizado en base a fotografías aéreas de pequeña escala para lograr alto rendimiento a bajo costo, procedimiento que aplicado hace dos años a las regiones VIII y X, ha tenido buenos resultados desde el punto de vista técnico.

Esta información muestra los cambios en el uso de suelos durante un período de 4 años para estas regiones. De acuerdo a este método, se ha concebido un plan para poner al día la mitad del país cada 5 años (75.000 Km² por año). La otra mitad, cubierta por los desiertos y altas montañas, sería puesta al día cada 10 o 20 años.

Con respecto al uso de imágenes satelitales sus resultados han sido relativos. En 1998 se realizó una prueba usando imágenes LANDSAT y análisis multitemporal para actualizar 35.000 Km² en la X Región con una moderada calidad de resultados. El uso del satélite SPOT les ofrece una mejor alternativa,

pero es más costoso. Por otro lado, tanto LANDSAT como SPOT, tienen pasadas fijas y cortas sobre Chile durante las mañanas, lo que permite sortear el problema de las sombras que producen las montañas, pero a esas horas también hay mayores posibilidades de cielos nublados.

Han tenido buenos resultados con RADARSAT para áreas pequeñas, pero ello requiere de análisis posteriores en áreas mayores para obtener un método de actualización confiable.

10.- Comité de asuntos Espaciales (CAE)

Estimo que el mayor esfuerzo realizado en Chile para desarrollar la actividad espacial nace con la creación del Comité de Asuntos Espaciales y su labor posterior.

Fue creado por Decreto Supremo, el 11 de Agosto de 1980, bajo la dependencia del Ministerio de Defensa Nacional. Su objetivo es asesorar al Presidente de la República en todos los asuntos de carácter científico, tecnológico, financiero y jurídico relacionados con la actividad espacial.

La principal tarea que debía realizar de acuerdo al Decreto que lo creó fue la de presentar un proyecto de Política Espacial Nacional y la creación de un órgano público con carácter de autoridad nacional en todo lo relacionado con las actividades espaciales.

Esta tarea se cumplió en el año 1986, pero las autoridades políticas, como asimismo la comunidad nacional

no estaban preparados para asimilar la idea de que Chile fuera capaz de realizar este tipo de actividades, que se suponían de exclusividad de las grandes potencias o, a lo menos, para países altamente desarrollados.

Esta falta de conciencia nacional, respecto a la importancia de la actividad espacial para el Desarrollo y Seguridad del país, motivó a los organismos más comprometidos con esta actividad, los que iniciaron una campaña de divulgación de los beneficios que tendría el país en el sentido de dejar de ser sólo usuarios de esta tecnología y de realizar aquellas actividades espaciales que resolvieran problemas propios de nuestro país y que estuvieran dentro de su capacidad económica y tecnológica.

La acción persistente de estos organismos dio como resultado que el 21 de Marzo de 1995, el Presidente de la República dispusiera la reestructuración del C.A.E., actualizara el Proyecto de Política y formulara un nuevo Proyecto de Organismo Público encargado de las actividades espaciales en nuestro país.

Con fecha 17 de Noviembre de 1995, el C.A.E. dio nuevamente cumplimiento a lo dispuesto, presentando al Ministro de Defensa Nacional el Proyecto de Política Nacional sobre el Espacio Exterior y el Anteproyecto de Ley para crear la Agencia Chilena del Espacio.

El Ministro de Defensa formuló algunas modificaciones a la proyectada Agencia, las que fueron incorporadas al texto definitivo que se elevó posteriormente a la Secretaría General de la Presidencia.

Actualmente el Comité está integrado por:

1.- Miembros fundadores:

Un Oficial General de la Fuerza Aérea que lo preside.

Un representante del Ministerio de RR.EE.

Un representante del Ministerio de Educación.

Un representante del Ministerio de Transporte y Telecomunicación.

Un representante del Estado Mayor de la Defensa Nacional.

Un representante del Ejército de Chile.

Un representante de la Armada de Chile.

El Director del Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile.

Un representante de CONICYT.

2.- Miembros incorporados con fecha 21 de Marzo de 1995:

Un representante del Centro de Estudios Aeronáuticos y del Espacio.

Un representante de la Universidad de Concepción.

Un representante de la Universidad de Magallanes.

Un representante de la Universidad de Santiago de Chile.

Un representante de la Universidad de la Frontera.

Un representante de la Universidad de Tarapacá.

Un representante de la Universidad Federico Santa María.

Un representante de la Pontificia Universidad Católica de

Chile.

Un Secretario con derecho a voz designado por el Presidente.

III.- CONTENIDO DEL PROYECTO DE POLITICA

A. - PRINCIPIOS

- 1.- El espacio exterior constituye Patrimonio Común de la Humanidad.
- 2.- El uso pacífico del espacio exterior representa una forma de afianzar la paz internacional.
- 3.- La cooperación internacional constituye un imperativo al que debe asignarse significativa importancia, toda vez que es la consecuencia del carácter de patrimonio común de la Humanidad que se ha atribuido al espacio exterior.

B. - POLITICAS ESPECIFICAS

1.-En lo interno

- a.-Necesidad de crear un órgano público que, de modo permanente, tenga las funciones de promover, coordinar y traducir en acciones la política nacional respecto al espacio exterior y su utilización.
- b.-Considerar en el Presupuesto General de la Nación los recursos necesarios para la Investigación y Desarrollo de la actividad espacial.
- c.- Considera la participación del

sector privado como un elemento indispensable para el progreso de esta actividad, para lo cual deben crearse las condiciones que favorezcan sus iniciativas en este campo.

d.- Proyección y difusión de conocimientos espaciales, a través de su incorporación en los planes de estudio en los distintos niveles de enseñanza, para que nuestra juventud pueda comprender los rasgos predominantes del fenómeno espacial y sus consecuencias en la vida de los pueblos, identificando las variadas posibilidades que ofrece para su utilización y aprovechamiento. Esto contribuirá a la posterior conformación de profesionales capacitados para asumir roles técnicos y gerenciales en la actividad espacial futura del país.

e.- Priorización, en los planes de fomento y desarrollo nacionales, de aquellas actividades relacionadas con la ciencia y tecnología espaciales que sean de evidente beneficio para la comunidad nacional.

f.- En el área de la Defensa, las actividades espaciales se enmarcarán en los principios contenidos en el Tratado del Espacio y en otros instrumentos ratificados por Chile, teniendo presente el respeto y adhesión al contenido de la Carta de las Na-

ciones Unidas. En general la actividad espacial en el sector Defensa deberá contribuir a incrementar la seguridad y a identificar crisis emergentes.

2.- En lo externo

a.- Se declara como imperativa la presencia de Chile en los foros internacionales en que se debaten los temas inherentes al espacio exterior, particularmente en el ámbito de las Naciones Unidas, en la Comisión para el uso pacífico del Espacio y sus órganos subsidiarios, el Comité Científico-Técnico y el Comité Jurídico.

b.- Promover la formación de mecanismos regionales de cooperación espacial con el propósito de materializar la integración en esta área y obtener beneficios mutuos.

IV.- PROYECTO DE AGENCIA CHILENA DEL ESPACIO

1.- Se propuso que la Agencia fuera un organismo de Servicio Público funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, sometido a la supervigilancia directa del Presidente de la República, con domicilio y sede en Santiago.

La modificación que se le incorporó se refiere a que esta supervigilancia del Ejecutivo se materializará a través del Ministerio de Defensa Nacional.

Como esta proposición está en su etapa de proyecto y sujeto a modificaciones, aunque no es oficial, este punto nuevamente ha variado y se analiza su dependencia del Ministerio General de la Presidencia.

2.- Esta Agencia sería la autoridad nacional y organismo consultivo del Presidente en todos los asuntos y actividades relacionadas con el espacio exterior, tendientes al desarrollo económico, social, científico y cultural del país.

3.- Sus funciones más importantes, entre otras, serían:

a.- Proponer al Presidente la Política espacial del país y su actualización.

b.- Elaborar y proponer planes y programas nacionales para la investigación, desarrollo y utilización de la ciencia y tecnología espaciales.

c.- Promover el empleo de la tecnología espacial para la detección de recursos naturales y para la integración de regiones apartadas dentro del territorio nacional.

d.- Contribuir al estudio y difusión del Derecho Espacial.

e.- Participar en los foros internacionales en asuntos relacionados con el espacio exterior, previa coordinación y sin perjuicio de las facultades que tiene al respecto el Ministerio de Relaciones Exteriores.

f.- Su estructura orgánica, después de las modificaciones, quedó de la siguiente manera:

Consejo
 Director Ejecutivo
 División de Estudios y Gestión Estratégica
 División de Administración y Finanzas
 División de Investigación Científica
 Departamento de Relaciones Comerciales
 Departamento de Extensión
 Departamento Jurídico

La proposición de este proyecto de Agencia ha generado variadas opiniones tanto favorables como desfavorables.

Las más críticas indican que aún no es necesaria para Chile, ya que lo que se está haciendo es suficiente para las necesidades del país y que incluso las descoordinaciones, dispersión y superposición no justificarían un gasto que es más necesario realizar en otras áreas.

El crear una estructura con presupuesto para planta, gastos de funcionamiento y para financiar proyectos atenta contra políticas de Gobierno que tienden a disminuir el tamaño del Estado y el gasto público.

Las favorables se refieren a que tarde o temprano nuestro país deberá incrementar su actividad en el espacio si desea alcanzar niveles en ciencia y tecnología de país desarrollado. Mientras más se demore esa decisión más tarde se alcanzará esa posición.

La estructura propuesta es la mínima para que un organismo de esta naturaleza pueda cumplir su propósito, no constituya sólo un ente burocrático que, en vez de impulsar, entrase la gestión de

los agentes espaciales y su planta puede ser llenada con elementos ya contratados por el Estado en otras organizaciones, que pueden comisionar personal a este organismo.

V.- CONCLUSION

El análisis de los esfuerzos realizados por las distintas organizaciones descritas para desarrollar una capacidad espacial en nuestro país permite obtener las siguientes conclusiones:

- A.-** Los esfuerzos son loables, indican la existencia de recurso humano capacitado para un desenvolvimiento adecuado del país en el campo de la ciencia y tecnologías espaciales.
- B.-** Los trabajos realizados han sido de enorme beneficio para el país, pero las organizaciones expresan que podrían ser mejores si contaran con más recursos para poder usar todas las potencialidades de las nuevas tecnologías.
- C.-** Los trabajos los realizan mayoritariamente las Universidades y sólo contadas otras organizaciones, lo que no es suficiente para cubrir todas las necesidades de información científica y de aplicaciones tecnológicas que provienen del espacio.
- D.-** Por falta de una adecuada política nacional y recursos no ha sido posible obtener los beneficios de la cooperación internacional. Además existe un con-

cepto equivocado del significado de tal cooperación.

E.- La misma falta de una política y de un organismo orientador hace que los esfuerzos internos se realicen en forma dispersa y sin coordinación, incluso superponiéndose.

F.- Casi la mayoría de las organizaciones utilizan información de los mismos satélites y las compran u obtienen de los mismos proveedores.

G.- La información más precisa, de mejor resolución y con mayor oportunidad es más cara y de

difícil obtención con los recursos de un solo organismo.

H.- Los problemas de orientación y coordinación se solucionarían con la formulación de una POLÍTICA NACIONAL y la creación de una AGENCIA CHILENA DEL ESPACIO. Desafío para el Gobierno.

I.- Los problemas de costo pueden ser solucionados con la creación en Chile de un CENTRO DE RECEPCION, ARCHIVO Y DISTRIBUCION DE IMAGENES, que atienda las necesidades de usuarios a nivel nacional. Desafío para el Gobierno o la empresa privada.*

(*) Conferencia presentada en el Seminario «Una Agencia Espacial para Chile» efectuado el día 27 de Noviembre de 2000 en el Centro de Convenciones Diego Portales, Santiago, Chile.

(**) El General de Aviación don Máximo Venegas Fuentes es Oficial de la Fuerza Aérea (R), Piloto de Guerra, Oficial de Estado Mayor y Profesor Militar de Academia. Ha ocupado altos cargos en la Fuerza Aérea, culminando su carrera militar como Jefe del Estado Mayor General de dicha institución. Actualmente es el Director Ejecutivo del Centro de Estudios Aeronáuticos y del Espacio.

SATELITES PEQUEÑOS COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO NACIONAL (*)

Con ocasión de la realización de la X Feria Internacional del Aire y del Espacio, FIDAE 2000, la Dirección Ejecutiva pidió al Centro de Estudios Aeronáuticos y del Espacio que organizara un evento académico a desarrollarse en el recinto ferial en uno de los días reservados a profesionales e invitados especiales. El tema general fue **"Desarrollo espacial, un futuro desafiante"** para el cual se contó con las participaciones de expositores internacionales de reconocido prestigio, y se llevó a efecto el día 30 de Marzo de 2000.

Sin embargo los temas a exponer se referían al adelanto mundial, especialmente de las potencias espaciales que con todo lo interesante y trascendente que es excede nuestra realidad. Era necesario encontrar un enlace entre esta realidad de la ciencia y tecnología de punta y nuestros intereses y realidades.

La Organización de un taller o workshop, el día siguiente 31 de Marzo fue la respuesta natural y es así que se originó este taller de **"Los pequeños satélites como herramienta de Desarrollo Nacional"**, el cual pudo concretarse gracias al trabajo como co-organizador de la Academia Politécnica Aeronáutica,

especialmente sus oficiales del Centro de Control Satelital FASAT Bravo.

Su objetivo fue demostrar la creciente aplicabilidad de los pequeños satélites para el eficiente servicio de las necesidades de los países emergentes y su utilidad como una eficaz herramienta para lograr la creación de una capacidad espacial que apoye decididamente el desarrollo nacional.

El taller fue estructurado en tres partes; la primera correspondió a la participación de organismos e instituciones nacionales que son usuarios de productos espaciales especialmente referidos a Protección del Medio Ambiente, el Manejo de Recursos Naturales y la Prevención y Mitigación de Desastres, es decir, algunas aplicaciones concretas de percepción remota satelital. Dado que el factor tiempo fue un elemento crítico, se les pidió que en 15 minutos expusieran concretamente:

- ☐ Actividades o trabajos de cada organización que puedan requerir información remota.
- ☐ Utilización actual de productos espaciales.
- ☐ Requerimientos o necesidades futuras de información.

Asimismo se les pidió que, relacionado con esta presentación, entregaran un documento escrito de ella para su posterior inclusión en un compendio y entrega a los asistentes.

Es un deber dejar expresa constancia que todos los expositores nacionales hicieron presentaciones extraordinariamente interesantes, que la simple lectura de sus títulos indica su pertinencia al taller:

- Esbozo de requerimientos de Imágenes satelitales para la Gestión del Medio Ambiente por CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente)
- Necesidades futuras de información satelital por CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales)
- Presentación de CONAF (Corporación Nacional Forestal)
- Inventarios de Recursos Forestales y la aplicación de Material de Percepción Remota en el Instituto Forestal (INFOR)
- Resumen presentación de la ONEMI (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior)
- Radiometría Aplicada: In situ y en altura (Universidad de Concepción)
- Pequeños Satélites como herramienta del Desarrollo Nacional (Pontificia Universidad Católica de Chile)

La segunda parte correspondió a la presentación de organismos extranjeros que están produciendo mini o micro satélites y esta debería ser centrada en las soluciones tecnológicas basadas en satélites pequeños con énfasis en las soluciones a los requerimientos de información presentados por los expositores

nacionales. El tiempo asignado a cada uno de los expositores extranjeros fue de 20 minutos, lo que fue evidentemente poco para explicar las características de sus productos y sus capacidades, pero dejaron documentación de apoyo que se incorporó en el compendio.

Expusieron los siguientes organismos en los temas que se indican:

- **"Small Satellites: Providing Independent Space Capabilities and Business Opportunities"**. Por Dr. Wei Sun, Surrey Satellite Technology Ltd. U.K.
- **"Introduction to SaTReC and KITSAT Program"**. Por Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).
- **"Micro satellites for remote sensing applications and Education"**. Por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Stellenbosch – Sud Africa.
- **"Los programas de mini y micro satélites del CNES"**. CNES Francia.

La tercera parte y final fue un ciclo de preguntas e intervenciones de los asistentes y participantes para aclarar y profundizar informaciones y dudas.

COMENTARIO GENERAL

En los últimos años, se ha internalizado en forma creciente en el contexto internacional que el desarrollo nacional está ligado indisolublemente a la creación de capacidades en el ámbito científico y tecnológico, ámbito en el cual lo espacial ocupa un lugar preponderante. Asimismo, para que un país posea un desarrollo espacial que sea coherente y

sustentable en el tiempo, es menester desarrollar, a la par que una estructura científica, una estructura organizativa y que a la vez posea una política que oriente su quehacer en todas las áreas de interés del campo espacial.

Los documentos que componen el compendio publicado contienen importante información tanto de organismos nacionales usuarios de información espacial como de organismos internacionales, diseñadores y constructores de ingenios espaciales en la forma de mini y micro satélites. Estos antecedentes pueden ser solicitados al CEADE, y tendremos mucho agrado en proporcionarlos.

CONCLUSIONES

La realización del taller puede ser apreciado como un gran éxito y un positivo aporte al desarrollo nacional, del cual se pueden extraer diferentes conclusiones tanto de carácter general como específicas.

Primero, como conclusiones globales de las presentaciones de los organismos nacionales, ha quedado en evidencia la descoordinación entre los entes nacionales que utilizan productos espaciales y el desconocimiento mutuo de que se hace y cuales son los logros particulares al procesar y utilizar información satelital. Demás está señalar la duplicación o multiplicación de gastos en la adquisición de imágenes e información satelital por parte de casi todos los expositores.

Esto es producto directo de la ausencia de un organismo estatal que tenga la capacidad de coordinar los numerosos usuarios nacionales, la ausencia de

una Agencia Chilena del Espacio es un vacío importante.

Segundo, capacidad científica y tecnológica tanto a nivel universitario como en organismos usuarios existe y en muy buen nivel. La utilización de la información espacial y su procesamiento para las necesidades particulares de los diferentes organismos se hace sin mayores dificultades, con la única salvedad de que podrían hacerse en forma mucho más eficiente si se conociera lo que hace el "vecino", o sea, las Universidades y los otros organismos e instituciones que utilizan y procesan información espacial.

Como tercera conclusión global de las presentaciones de los usuarios es importante constatar que la percepción remota ya sea espacial, proveniente de satélites, o aérea, proveniente de sistemas aerofotogramétricos de aviones, no son competitivos sino que más bien son complementarios por cuanto poseen capacidades y características específicas de muy fácil complementación. El pensar que una pueda reemplazar a la otra es desconocer sus capacidades y limitaciones.

Resultó evidente de las presentaciones hechas por los representantes nacionales que el uso del espacio y los productos obtenidos mediante la percepción remota es una realidad presente en el desarrollo de sus actividades. Sin embargo, su alcance es aún bastante limitado. Asimismo, de las presentaciones, se pudo colegir que todas las entidades prevén en forma clara un aumento de su eficiencia con el uso de información satelital. Del núcleo de presentaciones es posible obtener un conjunto de requerimientos específicos que se pueden desglosar de la

siguiente manera:

- Obtención de imágenes en las horas de mayor reflectancia en nuestro país, es decir, desde una perspectiva global, tener disponibilidad de acuerdo a nuestras necesidades y no conforme a las que los proveedores satelitales internacionales pueden ofrecer.
- Permitir una capacidad de orientación de la plataforma en casos de emergencia. Ello, para aumentar el importante parámetro de la frecuencia de revisita sobre una determinada zona de interés.
- Permitir la cobertura de todo el país. Lo anterior con un buen campo de vista instantáneo y con un sistema capaz de almacenar y descargar gran cantidad de información por pasada.
- Poseer sensores multiespectrales y en el rango infrarrojo (cercano y termal). Esencial para el desarrollo de aplicaciones en un amplio espectro.
- Permanencia en el tiempo para permitir estudios multitemporales.
- Poseer una resolución espacial tal que permita la generación de mapas a grandes escalas (1:25000 y superior).
- Sistemas de bajo costo. Esencial para un país como el nuestro que no posee medios para el desarrollo de sistemas de alto costo.
- Obtención y distribución expedita de imágenes.

Todo esto se puede resumir en un requerimiento basado en la obtención de información precisa, confiable y de bajo costo.

De las presentaciones hechas por

los expositores extranjeros, es posible obtener también conclusiones de carácter general y otras de carácter específico.

En cuanto a las primeras tal vez la más interesante es que el desarrollo de la tecnología espacial orientado hacia la percepción remota esta sufriendo un cambio acelerado; los micro satélites son cada vez más pequeños y eficientes, es decir, tienen muchísimo más capacidades a un costo cada vez más bajo. Capacidades que hace un par de años estaban reservadas a los grandes satélites de inteligencia de las grandes potencias, hoy están al alcance de países medianos con un grado de desarrollo científico y tecnológico sólo un poco superior al nuestro.

Una información de prensa, recientemente aparecida consigna que la firma israelí ELOP va a proveer sistemas electro ópticos al Instituto de Investigaciones del Espacio de Sud Korea (KARI) para su satélite multipropósito KOMPSAT-2 previsto a ser lanzado el año 2003.

El director de ventas y marketing para el Asia-Pacífico de ELOP, el Sr. Yuvel Daliot, dijo que su compañía desarrollará y producirá en conjunto con KARI el equipamiento de cámaras multiespectrales.

Estos consistirán en un canal para una cámara pancromática (blanco y negro) con resolución de 1 metro, y en cuatro canales multiespectrales de una resolución de 4 metros. Este desarrollo incluye el subsistema de transmisión de data, unidad de administración de los sensores y abastecimiento de energía.

El KOMPSAT -2 es el continuador del Satélite KOMPSAT-1 lanzado a

finis del año 1999 que tiene una sola cámara pancromática de 6 metros de resolución.

Es importante consignar que KARI es otra de las organizaciones dedicadas al espacio de Corea del Sur, la otra es KAIST que fue expositor en nuestro taller y cuya presentación esta reproducida.

También es importante hacer presente que el Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea (KAIST) se inició en el estudio e investigación del espacio en la Universidad de Surrey, Inglaterra, en la misma época en que la Fuerza Aérea de Chile y la Dirección General de Aeronáutica Civil comisionaron ingenieros para perfeccionarse en materias relacionadas con el espacio y se inició el desarrollo y construcción del satélite FASAT ALFA. Es un hecho que Chile no ha progresado al mismo ritmo que Corea.

En cuanto a conclusiones específicas que se pueden derivar de las presentaciones de nuestros invitados internacionales estos son principalmente las siguientes:

- Las capacidades que se logran efectivamente aportan al desarrollo nacional desde al menos dos perspectivas: por una parte se da cumplimiento a los requerimientos de las entidades nacionales en el ámbito de las aplicaciones de la percepción remota y por otro se contribuye a la creación de una capacidad de desarrollo espacial nacional a través de la concepción, diseño, construcción y lan-

zamiento de pequeños satélites.

- Con el uso y explotación de pequeños satélites convergen los requerimientos nacionales de bajo costo con una de las características sobresalientes de los sistemas propuestos por los representantes extranjeros, cual es un costo de desarrollo al alcance de países como el nuestro.

- Se detectó un claro y evidente interés por parte de los representantes internacionales en desarrollar proyectos conjuntos con nuestro país, al visualizarlo como una nación con una buena plataforma tecnológica.

- Es claro que un desarrollo de capacidades nacionales en el ámbito de los pequeños satélites requiere de un trabajo conjunto, integrado y coordinado de todos los actores nacionales: instituciones de gobierno y, eventualmente, aquellos privados.

- Un desarrollo como los aquí planteados, requiere de un compromiso de largo plazo que implica una planificación acorde. En este contexto, se debe considerar un horizonte de no menos de 10 años que necesariamente requerirá de un programa permanente de formación de especialistas en las distintas áreas y que facilitará el desarrollo continuo de nuevos proyectos. Es menester hacer presente que todo ello no se puede consolidar si no se cuenta con una estructura organizativa que asegure un adecuado marco a las actividades espaciales de índole científico y técnico, en otras palabras, se debe contar con una Agencia

Espacial Nacional.

-Por último, se ha abierto una puerta para que se produzca una necesaria interacción entre los distintos actores nacionales en forma prioritaria y entre éstos y los internacionales orientado a facilitar la concreción de logros en este ámbito.

Finalmente, es necesario expresar que con todo lo interesante y provechoso que fue este taller, es necesario reconocer que es insuficiente. Fueron muchas

las Organizaciones, Instituciones y Universidades que están trabajando con información espacial y que no pudieron estar presente con exposiciones, pero lo corto del tiempo disponible fue un factor imposible de superar.

Creemos que muchos más de estos seminarios y talleres se deben organizar, especialmente por parte de un organismo dolorosamente inexistente, o sea, la Agencia Chilena del Espacio, que esperamos sea pronto una realidad.*

(*) Taller desarrollado el día 31 de Marzo del 2000, con ocasión de la FIDAE 2000, desarrollada en el Aeropuerto Los Cerrillos, Santiago de Chile, organizado por el Centro de Estudios Aeronáuticos y del Espacio (CEADE) y la Academia Politécnica Aeronáutica.

ESTRATEGIA DE DESARROLLO ESPACIAL PARA UN PAIS EN DESARROLLO: CHILE (*)

Coronel de Aviación (A) Joaquín Urzúa Ricke (**)

I.- INTRODUCCION

Existe un consenso generalizado que la era espacial comenzó el 4 de Octubre de 1957 con la puesta en órbita del satélite "Sputnik 1" por parte de la Unión Soviética. Si bien este hecho fue un hito fundamental en la historia del desarrollo científico-tecnológico de la Humanidad, nunca estos hechos son producto de la generación espontánea y siempre son consecuencia de un proceso que tiene raíces en muchas partes y producto del esfuerzo de muchos.

Ya en el siglo XIX Konstantin E. Tsiolkowsky en Rusia, explicó los principios de los cohetes y calculó en forma precisa la velocidad que requiere un artefacto para mantenerse en órbita sobre la Tierra.

También debemos mencionar los nombres de Goddard en los EE.UU., Winkler y Oberth en Alemania, Tikhonravov y Korolev en la URSS, el equipo científico-tecnológico alemán de Peenemünde y muchos otros para indicar donde esta la base del desarrollo espacial en la primera mitad del siglo XX.

Después de la II Guerra Mundial el énfasis fue puesto en el desarrollo de la cohetaría, principalmente con fines militares, para colocar cargas nucleares a largas distancias, ese fue el esfuerzo desarrollado por las superpotencias; EE.UU. y la URSS y las grandes potencias europeas.

Un vuelco importante se produce a raíz del año Geofísico Internacional en 1954 cuando se invita a las grandes potencias a hacer esfuerzos para colocar satélites artificiales en órbita de la Tierra para desarrollar estudios científicos.

Los países pequeños, subdesarrollados o en vías de desarrollo, potencias menores e incluso muchos países industrializados se mantuvieron al margen de este esfuerzo, y empiezan a incorporarse a él en forma paulatina solo a fines del siglo XX.

II.- ALGUNOS ANTECEDENTES APLICABLES AL TEMA

Dado que vamos a referirnos a algunos términos y conceptos que aunque de común utilización se les da diferentes acepciones, por lo que es conve-

niente establecerlos debidamente.

“Tecnología”; etimológicamente viene del griego y es una palabra compuesta de *Techne* que significa industria y logos que significa tratado.

El Diccionario Enciclopédico SOPENA la define como **“Conjunto de conocimientos propios de las ciencias y artes”**, pero a lo escueto de este concepto se le puede agregar las siguientes precisiones que la hacen más operativa, se puede decir que es: la sistematización de los conocimientos y prácticas aplicables a cualquier actividad y más corrientemente a los procesos industriales.

La Tecnología es una disciplina relativamente moderna que utiliza los métodos de la ciencia y la ingeniería, en contraste con el conjunto de reglas empíricas que constituían las técnicas y oficios anteriores a la Revolución Industrial.

Usualmente se habla de **“Ciencia y Tecnología”** en una forma tal que hace difícil separar ambos términos, por lo que se tiende a unificar sus conceptos, aunque para una mayor precisión podemos tomar lo que dice el Diccionario de Ciencias Sociales y Políticas de Torcuato di Tella y dice de Tecnología que **“es el estudio o conocimiento sistematizado acerca de cada técnica”** con esto le da una connotación de aplicación práctica de la ciencia.

Sin embargo el expresarse solo el concepto de Tecnología este involucra e incorpora el concepto de ciencia y en tal sentido lo tomaremos para nuestro estudio.

Cuando se menciona Tecnología es indispensable tener en cuenta los conceptos de Investigación y Desarrollo, los

que son ampliamente conocidos por sus siglas en inglés; R & D (Research and Development) los que la UNESCO ha definido como: **“cualquier actividad creativa y sistemática, emprendida con el propósito de aumentar la cantidad de conocimientos, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de este conocimiento para diseñar nuevas aplicaciones”**.

Pero veamos primero que es la investigación, al respecto el diccionario indica como sinónimos: indagar, inspeccionar, buscar, averiguar, escudriñar, descubrir.

Conceptualmente la Investigación es un proceso encaminado a la búsqueda de nuevos valores de cultura y civilización, con más precisión podemos agregar que es la aplicación racional de la mente a la solución de problemas del saber humano, su fin es enriquecer este saber mediante el estudio sistemático de facetas del conocimiento ya definidos o la exploración de otros nuevos. (Diccionario Enciclopédico Espasa).

Hay dos tipos de investigación:

Investigación Básica: de acuerdo al **“National Science Foundation”** incluye **“proyectos de investigación que representan investigaciones originales para el avance del conocimiento científico y que no tiene objetivos comerciales específicos”**. (Enciclopedia Británica).

Prioritariamente desarrollada en las Universidades, los laboratorios industriales desarrollan algo de este tipo pero es un porcentaje menor de su trabajo.

Investigación Aplicada: consiste en “proyectos de investigación que representan investigación dirigida al descubrimiento de nuevos conocimientos científicos y que tiene objetivos comerciales específicos con respecto a productos o procesos”. (Enciclopedia Británica).

Esta investigación se espera que tenga, resultados prácticos. Es difícil trazar un límite entre la Investigación básica y la Investigación aplicada, normalmente la segunda usa de los resultados de la primera, en circunstancias que por los resultados de las segundas se debe pagar para su acceso, por ser parte vital de los secretos industriales.

En cuanto al proceso del Desarrollo: es igualmente un proceso tecnológico de alta complejidad en el cual se debe establecer los procedimientos industriales para traducir la investigación en procesos industriales susceptibles de ser implementados hasta la etapa de preserie.

El desarrollo conceptualmente es la “**actividad técnica comprometida con problemas no rutinarios que se encuentran en convertir o trasladar descubrimientos o resultados de la investigación u otros conocimientos científicos generales en productos o procesos**”.

Finalmente el Proceso Industrial: masivo de producción, explotación o utilización de los conocimientos descubiertos y los métodos establecidos, es la etapa final, con la cual el trabajo de las etapas previas rinde sus frutos, debe tenerse presente que en todos ellos exis-

te un proceso de retroalimentación muy fluido.

Los cuatro conceptos, etapas o trabajos corresponden al conocimiento tecnológico, desarrollo tecnológico o simplemente tecnología.

En nuestro siglo se ha producido un exponencial crecimiento del conocimiento primero en la física, la química y la biología y en seguida multiplicado en forma explosiva por la electrónica, las ciencias de la computación y la informática. La Ciencia y la tecnología han traído profundos cambios en la vida económica, social y cultural de las sociedades.

Como nos referiremos frecuentemente a satélites y artefactos especiales es conveniente indicar alguna información sobre ellos.

Los principales tipos de satélites que actualmente existen son:

- Comunicaciones
- Navegación
- Científicos
- Percepción

En estos 4 grupos podemos encontrar entre otros los satélites de tipo:

- Meteorológicos
- Desarrollo Tecnología
- Satélites Civiles de Comunicaciones
- Observación de la Tierra
- Navegación
- Científicos
- Sistemas Tripulados
- Militares de Alerta Temprana

- **Militares de Observ. de la Tierra**
- **Militares Meteorológicos**
- **Militares de Desarrollo Tecnológico**
- **Militares de Navegación**
- **Militares Reconocimiento/Vigilancia**
- **Militares de Comunicaciones**

Estos satélites operan en diferentes órbitas a diferentes alturas que genéricamente se conocen como Órbitas Bajas (L.E.O. Low Earth Orbit) entre 60 y 300 millas, Órbitas Medias (M.E.O. Medium Earth Orbit) entre 300 y 22.300 millas de altura, Órbitas Geo estacionarias o Geo sincrónicas (G.E.O. Geosynchronous Earth Orbit) a 22.300 millas, Órbitas Altas (H.E.O. High Earth Orbit) entre 22.300

y 60.000 millas y Órbitas Elípticas entre 200 y 60.000 millas.

En cuanto a su inclinación con respecto al plano ecuatorial de la Tierra, las órbitas se conocen como Ecuatoriales cuando el satélite vuela en una órbita sobre el Ecuador Terrestre, Helio sincrónicas (Sun Synchronous) y Polares cuando la órbita pasa sobre ambos polos terrestres.

No existe un tipo de órbita específico, ni una altura determinada, ni una inclinación específica para cada tipo de satélite, pudiendo encontrarse satélites del mismo tipo en diferentes tipos de órbitas.

En general podemos encontrar los tipos que a continuación se mencionan a las alturas que se indican:

Altura de la órbita	Tipo de Satélite
160 - 500	Estaciones Espaciales Satélites: Inteligencia Percepción remota Navegación Radio Aficionados
500 - 1.000	Satélites Meteorológicos y Percepción Remota
1.000 - 2.000	Satélites de Inteligencia, Comunicaciones Militares y Radio Aficionados
4.800 - 10.000	Satélites Científicos
10.000 - 20.000	Satélites de Navegación
36.000	Satélites Geoestacionarios de Comunicaciones, Radio y Meteorológicos
400 - 60.000	Órbitas Elípticas para Satélites de: Alarma Temprana, de Radio Difusión (MOLNIYA), de Comunicaciones, Inteligencia y Radio Aficionados.

No existe una norma o clasificación oficial para referirse al tamaño de un satélite, pero en general se acepta la siguiente clasificación:

- Satélites grandes > 1.000 kg.
- Satélites pequeños 500 – 1.000 kg.

- Mini satélites 100 – 500 kg.
- Micro satélites 10 – 100 kg.
- Nano satélites < 10 kg.

Las naciones que han colocado satélites en el espacio, y desde hace pocos años organizaciones comerciales u organismos internacionales que lo hacen, son las que se indican a continuación:

A.- Países colocadores de satélites				
Satélites y Naves Espaciales Lanzadas (hasta el 31 Mayo 2000)				
País	Satélites en órbita	Nave Espaciales	Satélites Inoperativos	Total
EE.UU.	741	46	2,359	3,146
URSS/Rusia	1,335	35	1,666	3,036
Japón	66	4	20	90
Francia	31	0	11	42
China	27	0	304	331
India	20	0	0	20
Reino Unido	17	0	0	17
Canadá	16	0	0	16
Alemania	13	2	1	16
Indonesia	10	0	0	10
Brasil	9	0	0	9
Luxemburgo	9	0	0	9
Italia	8	0	1	9
Suecia	8	0	0	8
Australia	7	0	0	7
Corea del Sur	7	0	0	7
México	6	0	0	6
España	6	0	0	6
Argentina	4	0	0	4
República Checa	4	0	0	4
Tailandia	4	0	0	4
Israel	3	0	0	3
Noruega	3	0	0	3
Malasia	2	0	0	2
Filipinas	2	0	0	2
Turquía	2	0	0	2

Chile	1	0	0	1
Dinamarca	1	0	0	1
Egipto	1	0	0	1
Portugal	1	0	0	1
Taiwan	1	0	0	1
Sud Africa	1	0	0	1

B.- Organizaciones Internacionales o esfuerzos bi o multinacionales

(ESA) Agencia Europea del Espacio	24	2	144	170
NATO	8	0	0	8
France/Germany	2	0	0	2
China/Brasil	1	0	0	1
Intl. Space Station	1	1	0	2
Singapore/Taiwan	1	0	0	1

C.- Organismos Comerciales

Iridium	88	0	0	88
Intelsat	56	0	0	56
Globalstar	52	0	0	52
Orbcomm	35	0	0	35
European Telecom.	17	0	0	7
Sayt. Org. Intl. Maritime	9	0	0	9
Arab. Sat. Comm.Org.	7	0	0	7
Asia Sat.Telecom Co.	3	0	0	3
Sea Launch (Launch Demo)	1	0	0	1
TOTAL	2,671	90	4,506	7,267

(Fuente: Air Force Magazine Agosto 2000)

Caso muy diferente son las naciones que tienen la capacidad para construir, lanzar vectores portadores y colocar satélites en órbita, en este caso la can-

tidad se reduce drásticamente. Hasta fines de 1999 las naciones que han efectuado lanzamientos y colocado satélites en órbita son:

País	Lanzamientos efectuados
URSS/Rusia	2601
EE.UU.	1191
Francia	10
China	60
Japón	53

India	9
Israel	3
Agencia Europea del Espacio	117
Total	4.521

El total de cohetes lanzados es menos que la cantidad de satélites puestos en órbita dado que es común el uso de un lanzador para colocar dos o más satélites en órbita.

Los antecedentes entregados en los cuadros anteriores no son solamente datos fríos, de ellos se pueden extraer importantes conclusiones, pero principalmente es conveniente ver algunos puntos que son muy importantes de tener en consideración cuando se analiza el tema del desarrollo espacial:

Primero: Prácticamente todo el esfuerzo de investigación, desarrollo y empleo relacionado con el Espacio, ha sido hecho por los países desarrollados. La Cooperación Internacional, normalmente documentada en Tratados Internacionales ha permitido a estos países afrontar el costo de esta inversión en Ciencia Espacial.

Un ejemplo: el actual **"Programa de Ciencias de la Tierra"** del cual el Sistema de Observación de la Tierra en una parte ha tenido un costo total entre los años 1991 - 2000 de U\$S 6.5 billones. Al mismo tiempo los socios internacionales han invertido U\$S 4 billones en el **"Programa de Ciencias de la Tierra"** más 4,7 U\$S billones en misiones de observación de la Tierra complementarias a ellas.

No solo es dinero lo que hace posible este esfuerzo; investigadores, analistas de agencias gubernamentales, privados, universitarios, organizaciones científicas internacionales, ONG's. En el programa E.O.S. de NASA trabajan más de 2000 analistas e investigadores en más de una docena de áreas de investigación con 73 equipos multidisciplinarios de investigación.

El presupuesto anual de los EE.UU. para actividades espaciales del año 1999 fue de U\$S 26.674 millones considerando U\$S 12.459 millones para NASA, U\$S 13.385 millones para las Organizaciones de Defensa y U\$S 830 millones para otras agencias.

Segundo: La creciente utilidad de la información que se obtiene del Espacio, especialmente las imágenes de la Tierra, han conducido a un mercado comercial emergente para esta data y las Agencias Espaciales como NASA, ESA, NASDA, ISRO, etc., están construyendo novedosas asociaciones con firmas comerciales, tanto para adquirir data como para crear nuevos productos de información.

La información que se obtiene desde el espacio es complementada por campañas científicas en terreno en diferentes partes del mundo.

Tercero: Las diferentes legislaciones y regulaciones establecidas por las

naciones desarrolladas, que regulan la transferencia de tecnología y las aplicaciones comerciales de la Tecnología Espacial, son verdaderas barreras que se oponen el aprovechamiento de la información obtenida desde el Espacio por las naciones menos desarrolladas.

¿Qué es la Transferencia de Tecnología?: es la transferencia de tecnología de laboratorio, experiencia o facilidades desde una persona u organización a otra, con el propósito de su comercialización o la mejoría de productos o procesos.

Aspectos claves en estos puntos están los aspectos de seguridad nacional y los costos de la Investigación y Desarrollo (R&D) científicos e industriales. Los primeros son esencialmente militares y los segundos son económicos. Los países desarrollados son particularmente celosos en estos aspectos.

Cuarto: La tabla que se muestra a continuación habla por si misma, la diferencia en la inversión en Investigación entre los países desarrollados y los en desarrollo es abismante. En nuestro país no alcanza a llegar al 0.8% del producto.

INFORMACION ESTADOS DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

	Países Desarrollados	Países en Desarrollo			
		Total	Alto Des.	Des.Medio	Des.Bajo
Población (billones)	1.21 (22%)	4.30 (78%)	0.34 (6%)	2.19 (40%)	1.78 (32%)
Total GNP (billones US\$)	19740 (83.7%)	3840 (16.3%)	1560 (6.6%)	1810 (7.7%)	470 (2.0%)
Per capita GNP (US\$)	16,000	970	4,500	900	300
Producción Alimentos	4.3	2.0	3.1	2.4	1.3
Calorias diarias per capita	3150	2550	2890	2730	2250
Sector Agricultura (%)	10	61	32	62	66
Teléfonos por 100 hab.	40	2	12	2	1

III.- ESTRATEGIA DE DESARROLLO

El requisito principal que se debe tener cuando se diseña una estrategia para desarrollar capacidades en el campo de la ciencia y tecnología espacial, es establecer las bases científicas sobre las cuales centrar el esfuerzo nacional.

Estamos usando el término **“estrategia”** el cual en su origen pertenece al ámbito militar. Existen muchas conceptualizaciones pero podemos tener una simple que dice **“Estrategia es la ciencia de la utilización de las potenciales en la preparación, dirección y ejecución de la Guerra”**.

Bien sabido que el término está siendo cada vez más aplicado al nivel superior de la Conducción del Estado, es decir en el nivel político por lo que podemos tomar el concepto de Sir Basil Liddall Hart quién se refiere a estrategia (militar) como **“El Arte de distribuir y aplicar medios (militares) para obtener los objetivos de la política”**.

Cuando nos referimos a una **“Estrategia Nacional”** podemos decir que es la Ciencia y el Arte de desarrollar y utilizar los recursos políticos, económicos, psicológicos, sociales y militares, como sea necesario, tanto en la paz como en la guerra para proporcionar el máximo de apoyo a las políticas nacionales.

En todo caso no importa de que nivel se trate, al diseñar una estrategia, establecer una política o estructurar un plan debemos contestar las siguientes preguntas:

¿QUÉ?
¿QUIÉN?

¿CÓMO?
¿CUÁNDO?
¿DÓNDE?
¿POR QUÉ?
¿PARA QUÉ?

Para analizar estas preguntas claves tomaremos las cuatro principales áreas o tipos de satélites existentes: de Comunicaciones, de Navegación, Científicos y de Percepción Remota.

A.- ¿Qué es lo que deseamos desarrollar y utilizar?

Los satélites de Comunicaciones son los instrumentos más efectivos en el creciente proceso de globalización política, económica, cultural y social. Las redes telefónicas, de data y televisión ponen al individuo en el centro del acontecer mundial con todas las ventajas y desventajas que ello representa.

Las comunicaciones satelitales representan una tremenda actividad comercial, de fuerte competencia e intereses, en la cual los países que disponen de capacidades están en posiciones de claras ventajas comparativas y de negociación respecto de países que son sólo usuarios, como es el caso de la mayoría de los países en vías de desarrollo.

Poder ingresar a este ámbito con una capacidad satelítica propia es, en consecuencia, un buen negocio para los países que actualmente son usuarios, por cuanto dejan de arrendar servicios y pueden ofrecer o negociar sus capacidades.

Existe sin embargo, una situación en la cual hay que poner una especial atención. La órbita geoestacionaria, una

franja ubicada sobre el Ecuador, donde resulta más conveniente y económico establecer satélites, se está saturando.

Este problema se acentúa por el interés de algunos países en ocupar esta órbita, en la cual los espacios reservados son cada vez más escasos. Algunos países en vías de desarrollo tienen reservadas posiciones; Chile tiene 2, pero si no las ocupa pronto o no demuestran la intención de hacerlo, podría generarse una suerte de consenso en la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en el sentido de disminuirles su cantidad o, sencillamente, dejarles sin efecto tales reservas.

En este campo existen sólidos fundamentos económicos, políticos, sociales y de defensa que justifican la colocación de satélites de comunicaciones propios, es importante mencionar que son de muy alto costo; sobre U\$S 500 millones.

En Navegación, se está pasando rápidamente de sistemas basados en tierra a sistemas dirigidos por satélites. De la misma forma que se puede determinar la ubicación de un satélite desde un lugar conocido de la Tierra, por las señales que emite, al invertir el proceso, uno puede conocer la posición propia, en el aire o en la superficie, si conoce la ubicación exacta del satélite.

Existen varios sistemas que se apoyan en redes satelitales para transmitir a estaciones terrestres las señales que reciben de aeronaves, naves y objetos en movimiento, lo que permite funciones de vigilancia y navegación que son vitales para la seguridad de los tráficos aéreos, marítimos y terrestres.

Es bien conocido el hecho que en los recientes conflictos, no sólo aviones, sino también vehículos y, más aún, combatientes individuales de las fuerzas se desplazaron en las zonas de operaciones con plena exactitud, usando equipos de navegación por satélites.

Estos sistemas están en su mayoría funcionando, por lo que los países tienen que adecuar rápidamente sus equipamientos e instalaciones en tierra y a bordo, si desean beneficiarse con estos adelantos.

La Búsqueda y Salvamento de naves y aeronaves con el apoyo de satélites ha constituido un sistema valioso por el ahorro de tiempo y esfuerzos ante emergencias en que una mayor o menor demora puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte de los accidentados.

La implementación de este sistema ha dado origen a un interesante esquema de cooperación internacional; el Programa Cospas/Sarsat. La N.A.S.A. en conjunto con la Comisión Nacional del Espacio de Francia y el Ministerio de Comunicaciones de Canadá desarrollaron el sistema Sarsat, con satélites NOAA, al cual fue invitada la ex - Unión Soviética con sus satélites Cospas.

La operación del sistema se basa en al emisión de señales de radiobalizas ubicadas a bordo de la nave o aeronave, que se activan en caso de accidente. Las señales son captadas por algunos de los satélites que conforman la red, ya sea un NOAA o un Cospas, que las retransmite a la estación terrestre más cercana, la que difunde la localización del lugar del si-

niestro, estableciendo las coordenadas exactas para su ubicación por los equipos de rescate.

Chile ha sido un temprano utilizador del sistema en el ámbito Sudamericano y actualmente tiene la responsabilidad de ser la estación principal del cono sur de Sudamérica.

Por la importancia que la eficiencia de este sistema tiene en las acciones a tomar en emergencias de este tipo, todos los países, en cualquier condición de desarrollo debieran hacer todos los esfuerzos por incorporarse a su implementación y perfeccionamiento.

Los satélites científicos son de una gran variedad, e indudablemente hacer ciencia en el espacio es muy caro, además de requerir una base científica en Tierra de infraestructura e investigadores de muy alto nivel, mencionaremos algunos aspectos de ellos.

La Medicina ha sido una de las ciencias que más se ha beneficiado con la investigación espacial. La misma tecnología que mantiene vivo y sano a un astronauta en el espacio exterior, se está aplicando a miles de pacientes en tierra. Resulta notable en este aspecto la Biotelemedicina, o transmisión y análisis a distancia de datos biológicos, cuyo objetivo fue analizar en tiempo real el comportamiento del organismo humano durante los vuelos espaciales. Esta tecnología es ya de uso corriente en muchos centros médicos, especialmente en servicios de urgencia, en que los datos vitales del paciente van siendo transmitidos, durante el traslado, permitiendo a los equipos médicos estar debidamente pre-

venidos y preparados para atenderlo.

Otros adelantos como los marcapasos programables, los defibriladores, la tomografía computarizada, los analizadores de huesos, los rayos x compactos y de baja intensidad, son también resultado de las investigaciones fisiológicas en los astronautas.

Algunas Universidades chilenas están participando en estos trabajos, especialmente es del caso mencionar la Universidad de Santiago, y el experimento de **"Las Chinitas"** del Liceo de Niñas N°1 de Santiago.

La condición de gravedad cero, característica del espacio exterior, ha permitido la creación de nuevos materiales de múltiple aplicación. A bordo de las astronaves se han producido así más de 500 nuevas aleaciones metálicas, buscando acentuar características como su mayor dureza o su capacidad de transportar energía eléctrica a muy baja temperatura y sin pérdida alguna. También se producen cristales puros para fines ópticos, fibra óptica pura, semiconductores, etc., todos ellos de características excepcionales que sólo se logran en la ingravidez.

En este tipo de investigaciones podemos mencionar el proyecto de investigación de la Capa de Ozono que se lleva a efecto en el Satélite FASAT BRAVO.

Los satélites de percepción remota cobran especial importancia para los países en vías de desarrollo, por cuanto permiten una evaluación muy precisa y confiable de un gran número de factores y elementos de los procesos orgánicos del medio terrestre.

Esta percepción remota opera a través de la absorción, reflexión y difusión de las radiaciones electromagnéticas de los objetos situados en el aire o en la superficie, cuyos datos entrega para su evaluación por distintos especialistas, según sea la información que se necesite.

La detección satelítica es una valiosa herramienta para el desarrollo político económico y social de los países y para el seguimiento de los cambios globales en el planeta. Estas tecnologías permiten entre otros:

- Tener información meteorológica y climatológica permanente
- Mejor manejo de recursos hídricos
- Mejor cartografía para planificación estratégica de desarrollo
- Seguimiento más exacto de los cambios en el medio ambiente (Desertificación, erosión, deshielos, contaminación, etc.)
- Apropiaada planificación agrícola y forestal
- Seguimiento del comportamiento oceanográfico y de los recursos marinos
- Elaborar mapas metalogénicos
- Control y seguimiento de grandes proyectos
- Mejor fiscalización de la base tributaria.

Estos aspectos son muy importantes para administrar mejor y cuidar los sistemas productivos nacionales, a la luz de los cambios de todo tipo que se han experimentado en el último siglo.

Las materias primas siguen siendo la base económica de muchos países en

vías de desarrollo y constituyen un elemento importante en sus exportaciones, por lo que su detección, evaluación y explotación son aspectos que son en gran medida facilitados por la percepción remota.

Esto se contrarresta en parte con la menor participación relativa de las materias primas en las exportaciones, debido al incremento de exportaciones no tradicionales que han diversificado las economías de muchos países en vías de desarrollo. Sin embargo, muchas de estas exportaciones no tradicionales se basan en recursos vivos animales y vegetales sujetos a riesgos propios de esta misma condición (Corriente del Niño, fenómenos climáticos, contaminación, etc.).

La tecnología espacial es una valiosa herramienta para ayudar en la prevención de estos riesgos y en la planificación y pronósticos de producción y cosecha, todo lo cual otorga información más confiable para su posterior comercialización.

La Meteorología, ha experimentado un tremendo avance con el uso de los satélites que le permiten obtener información de los campos de nubes, perfiles verticales de temperatura, estado de vientos, nieves, hielos, polución, etc.

Las informaciones entregadas por las constelaciones de satélites meteorológicos combinadas con los datos de las estaciones terrestres, son valiosas para hacer análisis que ayudan a los agricultores a planificar plantaciones, cosechas, desinfección y prevención de los efectos de heladas y precipitaciones anormales.

En este aspecto, aunque el cubrimiento del planeta es total y proporcio-

na mayor exactitud y perspectiva a los pronósticos, los satélites meteorológicos en órbita han sido optimizados para satisfacer las necesidades del Hemisferio Norte donde se encuentra la mayoría de los países desarrollados. Ello genera la necesidad de que los países en vías de desarrollo, de los cuales la mayoría se encuentra en el Hemisferio Sur, posean satélites propios o generen junto a otros países redes satelitales meteorológicas que consideren las particularidades del Hemisferio.

Junto con estos aspectos positivos desde el punto de vista económico, la teleobservación plantea cuestiones sensibles desde una perspectiva estratégica y de seguridad, por cuanto no hay un ordenamiento jurídico que regule los derechos y restricciones entre los teleobservadores y los teleobservados.

Resulta imposible para un estado observado impedir que se obtenga información de su territorio, ni menos aun saber que uso se hará de ella.

Es más, en todo aquello que requiera de una imagen satelital de su país, las naciones que no tienen capacidades propias de satélites de percepción remota tendrán que comprarlas a un tercero y sólo les restará insistir en buscar soluciones jurídicas a este problema práctico mientras no tengan tales capacidades.

Es indudable que la Percepción Remota es un campo de la tecnología satelital que es mandatario incentivar en nuestro país, todos los esfuerzos que se hagan en este sentido serán pocos. Es el centro de nuestro problema y es esa área la que debemos desarrollar y utilizar con mayor énfasis.

B.-¿Quién debe desarrollar y utilizar las tecnologías espaciales?

Este es un punto que tiene dos aproximaciones; el primero es muy simple: Todos. Todos deben trabajar en desarrollar y utilizar tecnologías espaciales, es tal vez lo que actualmente hacemos, por supuesto que muy desordenadamente.

La segunda aproximación es más compleja, debe hacerse en forma ordenada y coordinada. Indudablemente que es más racional.

La investigación, desarrollo y utilización de los avances científicos y tecnológicos la hacen los hombres, científicos, analistas, investigadores, ingenieros y técnicos de organismos estatales, empresas privadas, de centros de investigación estatales, universitarios o privados, de organismos no gubernamentales internacionales o nacionales, todos, están trabajando en aquellas áreas que les interesa en forma particular.

Solo hay una gran y fundamental carencia en nuestro país: un organismo estatal, que con el nombre que sea: Agencia, Centro, Oficina, etc., proponga al Gobierno una Política Espacial y establezca las estrategias para conseguir los objetivos que esta política ha determinado. En sus acciones deberá constituirse en el gran coordinador y facilitador del esfuerzo de todos los organismos y personas que trabajan con productos espaciales.

Chile es un país que está profundamente involucrado en casi todas las variedades de aplicaciones satelitales, desde la investigación científica pura como

la astronomía con apoyo satelital, las constelaciones de satélites de navegación, los satélites de comunicaciones para transmisión de voz, data, televisión, los satélites científicos para medir diferentes tipos de radiación y la gran variedad de satélites de percepción remota, campo en el cual se aprecia la mayor diversidad, descoordinación, paralelismo y redundancia en su adquisición y procesamiento.

Esta situación se da en las diferentes Universidades que tienen actividades relacionadas con el espacio, organismos estatales que actúan en forma independiente, desperdiciando el beneficio de la sinergia que produciría el trabajo coordinado y la casi ausencia del sector privado que no ha percibido el valor que representa para la economía nacional su explotación.

Existe un consenso generalizado que la información que se obtiene desde el espacio o la facilitación de las comunicaciones en su caso específico, son factores fundamentales del desarrollo económico y social; sin él, Chile continuará en el nivel de país en desarrollo con la consecuente frustración nacional.

Capacidad científica y tecnológica tanto a nivel universitario como en organismos usuarios existe y en muy buen nivel, la utilización de la información espacial y su procesamiento para las necesidades particulares de los diferentes organismos se hace sin mayores dificultades, con la única salvedad de que podría hacerse en forma mucho más eficiente si se conociera lo que hace el "vecino", o sea, las Universidades y los otros organismos e instituciones que utilizan

y procesan información espacial.

Es evidente la descordinación entre los entes nacionales que utilizan productos espaciales y el desconocimiento mutuo de qué se hace y cuales son los logros particulares al procesar y utilizar información satelital. Demás está señalar la duplicación o multiplicación de gastos en la adquisición de imágenes e información satelital por parte de casi todos los organismos mencionados.

Una Agencia chilena del Espacio es el organismo clave, del más alto nivel, para lograr la Capacidad Espacial particularmente definida por la política. Sus directivos y entidades son indispensables para ejecutar entre otras las siguientes actividades:

a) Implementar centralizadamente las normas, disposiciones y principios de la política para el espacio.

b) Desempeñar el rol de entidad representativa nacional espacial ante otros Estados y organismos internacionales. Su carencia imposibilita los programas de cooperación internacional y las empresas conjuntas con entidades extranjeras.

c) Dirigir centralizadamente el proceso de adopción de proyectos espaciales y la asignación y control de recursos.

Es obvio deducir que dada la gran variedad de iniciativas que se pueden generar, lo costoso de ellas y la multiplicidad de organismos interesados en este campo, la dirección centralizada de una Agencia Espacial es irremplazable para enfrentar la investigación, el desarrollo y la utilización de la Ciencia y Tecnología.

C.-¿Cómo enfrentar la investigación, desarrollo y utilización de la ciencia y tecnología espaciales?

Hemos visto que la investigación, desarrollo y utilización en materias espaciales es algo complejo e indudablemente muy caro. Llegar a los niveles actuales en la Ciencia y la Tecnología espacial le ha significado a los países más avanzados y ricos, largos años e ingentes recursos. Solo a modo de información, los EE.UU. de N.A. has gastado en el Espacio entre los años 1959 y 1999 la suma de U\$S 951.674 millones (constantes a 1 Sep.99).

De esta cifra corresponde a Ciencia y Tecnología "civil" de la NASA U\$S 493.667 millones que corresponde al 51,9 %, del Departamento de Defensa U\$S 432.488 millones que corresponde al 45,4 % y de otras organizaciones U\$S 25.493 millones con un 2,7 %. Al comienzo la preponderancia fué en el gasto militar, pero paulatinamente ha ido aumentando la participación del gasto civil. A lo anterior es necesario agregar la Investigación y Desarrollo que efectúa la Empresa Privada y esto es extraordinariamente importante y creciente.

El esfuerzo y gasto desarrollado por la URSS, actualmente Rusia, Europa, Japón, China e India son igualmente significativos.

En los países en desarrollo es imposible hacer un esfuerzo de esa magnitud, pero un esfuerzo proporcional debe ser hecho para resolver problemas específicos que nos afectan, por ejemplo el cuidado y control de nuestro medio ambiente.

La estructura de los países en desarrollo es muy diferente de los países desarrollados, el inmenso poder en Ciencia y Tecnología de las Universidades y de la Industria Aeroespacial, es inexistente en nuestro país, por lo tanto el rol del Estado es crucial en los siguientes aspectos:

Primero; el Gobierno debe tomar una clara postura y decidir si el espacio es o no una herramienta principal en el desarrollo de la economía nacional.

Segundo; estructurar un organismo – "Agencia" – que sea un interlocutor válido con los Organismos espaciales oficiales extranjeros – NASA, NASDA, ESA, CONAE, etc. o con las organizaciones espaciales multinacionales – EUTELSAT, INTELSAT, INMARSAT, etc., o con las Industrias Aeroespaciales de los países desarrollados. Esto para los efectos de la cooperación industrial y transferencia de Tecnología que es fuertemente auspiciada por el COPUOS de las Naciones Unidas.

Tercero; invertir recursos en adquisición de tecnologías y desarrollar capacidades en el país. En todos los países la ciencia y tecnología espacial ha sido financiada casi en su totalidad por los Estados, no podemos pretender que esto sea enfrentado por la empresa privada, es un tema para ellos desconocido, no les interesa y no lo ven como algo tangible en el plazo inmediato.

Cuarto; debe organizar, facilitar, ordenar el funcionamiento de los organismos estatales, universitarios y privados que actúan en áreas relacionadas con el espacio. Poner orden en la casa es fun-

damental. El gobierno en el transcurso del tiempo ha designado diversos organismos estatales como representantes oficiales para diferentes campos por ej. La Universidad de Chile, la Universidad Santa María, la Dirección General de Aeronáutica Civil, la Dirección Meteorológica, la Sub Secretaria de Telecomunicaciones etc. etc., esto produce desconcierto en el ámbito internacional, no se sabe quién es el interlocutor válido.

Quinto; la industria aeroespacial de los países desarrollados están muy predispuestos a invertir en los países en desarrollo, pero tienen ciertas limitaciones que es necesario tener en consideración, el primero es financiero que eventualmente podría solucionarse a través de Bancos de Fomento Internacionales.

El segundo y más grave es que las industrias aeroespaciales y los organismos espaciales tienen que actuar dentro de un marco fijado por la respectiva Política Espacial Nacional de cada país, y normalmente estas tienden a limitar la transferencia de tecnologías estratégicas sensibles, o que su costo e implementación en el extranjero puedan constituirse en una amenaza o competencia para sus intereses.

Sexto; promulgar una Política Espacial que indique claramente la meta a conseguir y el camino para ella. Para esto claramente se requiere conseguir la cooperación industrial con algún socio tecnológicamente avanzado, obtener de estos acuerdos transferencia tecnológica y promover la creación de una cantidad de profesionales calificados en tecnologías espaciales.

Enseguida involucrarse en proyec-

tos de aplicaciones espaciales que permitan procesar y utilizar tecnologías y crear ciertos nichos especializados que permitan participar en el negocio espacial internacional.

La simple enumeración de algunos de estos podrían ser algunos campos de acción en la industria espacial chilena:

A.- Cooperación industrial en satélite

- Sondas científicas
- Micro satélites
- Instalaciones terrestres para pruebas o control de satélites
- Desarrollo de cargas útiles de satélites científicos o de aplicación
- Adquisición de licencias para fabricar partes o componentes

B.-Cooperación industrial en lanzadores

C.-Cooperación industrial en cosmódromos

D.- Cooperación industrial en Servicios Espaciales

- Obtención de data de programas internacionales
- Desarrollo de software de aplicación
- Obtención de leasing de Transponders de comunicaciones
- Desarrollar o comprar estaciones terrestres
- Desarrollar capacidades en ciertos nichos de aplicación tecnológica
- Participar en Sistemas Satelitales Regionales o Internacionales.

D.- ¿Cuándo se debe hacer el esfuerzo?

Esta interrogante se puede enfrentar con dos preguntas complementarias:

¿Cuándo necesitaremos la información o la tecnología espacial?

¿Cuándo desarrollaremos las acciones tendientes a crear las capacidades?

A la primera de las interrogantes se puede contestar simplemente ahora, e incluso que estamos atrasados.

La tecnología de las comunicaciones satelitales es fundamental para el funcionamiento de las sociedades en los estados modernos y Chile está cada vez más inmerso en este mundo globalizado, muy temprano en 1960 ya estaba operando la estación de Longovilo, el Estado estaba directamente involucrado, hoy este campo está en el ámbito privado y solo hay una supervisión estatal en la asignación de bandas y frecuencias.

La tecnología de los satélites de navegación para nosotros es incipiente pero se está avanzando en la categoría de usuarios. La navegación terrestre, marítima y especialmente aérea, va aceleradamente hacia la dependencia de dicho tipo de satélites.

El nuevo sistema CNS/ATM (Sistema de Comunicaciones- Navegación- Vigilancia y Gestión de Tránsito Aéreo) está en pleno proceso de implementación y el uso del sistema GPS está ya en pleno uso.

En cuanto a los satélites científicos ya se ha mencionado la participación y uso de esta nueva dimensión para la

ciencia, es para nosotros muy pequeña e incipiente y solo obedece a impulsos particulares sin apoyo estatal. El caso de "las chinitas" es paradigmático, aun se debe dinero correspondiente a un proyecto muy interesante pero modesto.

Finalmente en cuanto a percepción remota, su gran variedad hace que la respuesta sea relativa:

Se requiere información desde el espacio en carácter de urgente cuando nos enfrentamos ante fenómenos como incendios forestales, inundaciones, avalanchas, terremotos, erupciones volcánicas, derrames masivos de petróleo, huracanes, tifones o tornados, etc.

Menos urgencia pero igualmente importante es cuando enfrentamos problemas de desertificación, cambios meteorológicos o climáticos, niveles del océano, derretimientos de las nieves y reservas hidrológicas, etc. Finalmente para el desarrollo económico en los campos de la agricultura, pesca, minería, silvicultura, obras públicas, ambientales, etc. sin olvidar la defensa, la tecnología espacial y la data obtenida son fundamentales y factor multiplicador de las técnicas convencionales.

A la segunda de las dos interrogantes solo puede decirse que las circunstancias particulares en cada Estado son los factores orientadores en la determinación de que tipo de investigación o desarrollo afrontar.

Países con programas espaciales menores o incluso sin ellos, pueden desarrollar esfuerzos y capacidades mediante la adquisición, u obtención gra-

tuita de data y su procesamiento, lo que les permite obtener análisis científicos de primera calidad ante problemas puntuales. La información o data bruta (raw data) está fácilmente disponible a muy bajo precio o en forma gratuita, el desarrollo de los métodos de análisis (software) es lo verdaderamente crítico y de donde se obtendrá la información verdaderamente útil.

Para nuestro país podrían ser **"nichos tecnológicos"** particulares entre otros el estudio de los problemas de la capa de ozono, el problema de la corriente del niño o de la niña, la desertificación, el problema de los hielos y las reservas hidráulicas, etc. etc.

E.-¿Dónde desarrollar estas actividades espaciales?

Esta pregunta está claramente relacionada con quién debe desarrollar dichas actividades y en general lo vimos anteriormente.

Es un elemento esencial en este análisis considerar que el Estado tiene un rol, y debe tener un rol, capital en el desarrollo de las actividades espaciales. La utilización posterior al desarrollo puede ser hecha por agentes particulares.

No existe el caso de un país en que el Estado no haya sido el principal gestor de la investigación y desarrollo espacial. Argentina, y solo a modo de ejemplo, en el Plan Espacial Nacional 1995-2006 tiene considerado un presupuesto de 701.499.000 pesos (US\$) que es ejecutado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), ¿y por qué razón? simplemente como lo expre-

só el Presidente Menem en Mayo de 1994 **"Consideramos a la Actividad Espacial como una de las áreas de la actividad científico-tecnológico de prioridad nacional, un nuevo motor del desarrollo del futuro del país"**.

Un esfuerzo fuerte y sostenido debe hacerse en la formación y perfeccionamiento de profesionales en disciplinas relacionadas con el espacio, que como todos saben es extraordinariamente multidisciplinario. La formación de licenciados, magisters y doctores, en Universidades nacionales y extranjeras es una inversión, no un gasto, y reeditará antes de lo que se piensa.

La participación en programas sateliticos binacionales, multinacionales o regionales es un hecho común y a menudo muy exitosos. En el ámbito sudamericano son excelentes ejemplos los programas China/Brasil, Argentina/Brasil, Argentina/España, Argentina/Alemania, etc., con esto se esta enfrentando en una mejor forma la extraordinariamente alta complejidad que tienen los sistemas satelitales, difícilmente naciones como Chile pueden tener capacidades de establecer especificaciones, proporcionar equipamiento, diseñar satélites o desarrollar la arquitectura del sistema completo. La cooperación internacional es una respuesta a donde desarrollar físicamente los trabajos.

F.-¿Por qué Chile debe lograr un desarrollo espacial?

Estamos en una lucha continua y permanente por mejorar las condiciones políticas, económicas y sociales de nuestra nación. No hay distingos políticos ni ideológicos en este punto, la ciencia y la

tecnología son los elementos básicos para lograrlo y si está relacionada con el espacio con mayor razón.

De los ámbitos de acción de las sociedades modernas, todo lo relacionado con el espacio es la más transversal entre casi todas las ciencias y tecnologías, especialmente las denominadas duras o de la ingeniería que tiene una estrecha interdependencia con todo lo relacionado en el espacio.

Influencias entre Tecnología y Economía

Con respecto a la Economía la variable tecnológica surge como uno de los factores claves del desarrollo que merece la atención explícita de los responsables de la formulación de las políticas económicas y de los analistas del proceso.

Los avances realizados en poco tiempo en el conocimiento de las condiciones de la transferencia de tecnología espacial desde los países centrales y en las vinculaciones entre esa variable tecnológica y el desarrollo son realmente notables.

Sin desmedro de lo anterior, el desarrollo tecnológico aeroespacial de un país no sería posible, sino es insertado en un proceso profundo de transformación y de control del sistema productivo. En consecuencia, existe una estrecha relación entre economía y tecnología, toda vez que el desarrollo del primer aspecto depende del régimen de inversiones extranjeras, de la política de transformación agraria, de la formación de recursos humanos y de otras decisiones, desde el

punto de vista macroeconómico y sectorial que exceden la variable netamente tecnológica.

Así visto el problema, un obstáculo para el desarrollo tecnológico en los países desarrollados es la debilidad de la demanda de conocimiento. Esto es relevante si consideramos que, actualmente el desarrollo tecnológico constituye un agente decisivo del cambio económico y social y por ende del desarrollo.

Edwin Mansfiel, profesor de economía y director del Centro de Economía y Tecnología de la Universidad de Pennsylvania señala que, **"Con base a los testimonios disponibles, el cambio tecnológico sí parece haber sido un factor muy importante, tal vez el de mayor importancia, de los que subyacen en el desarrollo económico a largo plazo en los Estados Unidos y por doquier"**.

G.-¿Para qué debemos estructurar una estrategia de desarrollo espacial en Chile?

La pregunta puede parecer a primera vista como muy fácil, sin embargo tiene algunas complejidades que sería conveniente precisar.

Lo que se ha hecho y estamos haciendo, aunque interesante y meritorio es incompleto y notoriamente descordinado.

El Sr. Presidente de la República ha demostrado su profunda preocupación e interés en obtener un despegue tecnológico lo antes posible y Chile ha adolecido crónicamente de una baja inversión en ciencia y tecnología. El Espacio es una gran solución para esto y un amplio campo para las más variadas disciplinas.

Lo que se requiere es establecer una estrategia de desarrollo que contemple la Investigación, el Desarrollo y la Utilización de ciencia y tecnología en los siguientes ámbitos o componentes de un Sistema Espacial:

Infraestructura Terrena: que considera instalaciones de estaciones terrenas para seguimiento, telemetría y control de satélites nacionales y extranjeros. Dichos lugares deberían estar en condiciones de recibir señales de satélites de Percepción Remota u otros y deberán contar con laboratorios de integración, ensayos y simulaciones de los subsistemas de satélites. La actual Estación Terrena de el Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de Chile es una estación de primera categoría que pudiera constituirse en el modelo inicial, se requieren otras en los extremos del país.

Satélites: que considera el desarrollo de misiones satelitales propias o en conjunto con socios internacionales. Esto implica tener la capacidad de concebir, diseñar, construir satélites, plataformas espaciales y cargas útiles.

Es indudable que no tiene sentido desarrollar satélites semejantes a aquellos actualmente en servicio y que no pueden entregar información útil y a costos razonables, lo que necesitamos es poder cubrir áreas deficitarias a nivel internacional o que tengan una muy alta importancia para nosotros. No debemos olvidar que un sistema satelital se diseña para satisfacer ciertas exigencias, y no siempre estas coinciden con la de un país ubicado en el Hemisferio Sur, excéntricamente colocado y con una geografía

peculiar que en sentido norte sur tiene casi 8.000 kilómetros entre Arica y el Polo Sur.

Sistemas de Información: Esto considera el desarrollo de Hardware y Software, redes informáticas y centros de alimentación, con el propósito de establecer sistemas para recolectar, recibir, transmitir y almacenar la información que generan los satélites o sea el aprovechamiento y distribución de la información de origen espacial y esto no es algo menor y en nuestro país es incipiente y atomizado.

A modo de ejemplo una imagen SPOT de 60x60 Km. de 10 metros de resolución en bruto ocupa 36 megabytes, en tanto que otra de la misma cobertura pero con 1 metro de resolución ocupa entre 3.000 y 4.000 megabytes (3-4 Gb.) las fotografías pancromáticas del FASAT Bravo, en sus resoluciones de 1.500 mts. y 150 mts. pesan 344 kilobytes y la OUBI 0 y OUBI 1 para la capa de ozono 115 kilobytes.

Un centro nacional de archivo de Data es fundamental, si tenemos el caso de Canadá el Archivo de Data Nacional sobre Observación de la Tierra maneja un volumen de 270 terabytes (10^{18} bytes). Si queremos tener alguna información coherente sobre nosotros mismos es mandatorio que establezcamos un Centro Nacional de Data Espacial.

Lanzadores: es un tema muy controversial y actualmente con el tratado MTCR (Missile Technology Control Regime) es extraordinariamente difícil para países en desarrollo obtener esas tecnologías y desarrollarlas es muy caro.

A modo de ejemplo el costo de desarrollo del sistema Ariane comenzó en 1972 y el primer lanzamiento fue en 1979 y costó alrededor de U\$S 1.700 millones. Un programa de cohetes sondas, como el Brasilero, puede costar U\$S 200 millones anuales en un período de 10 años, y su éxito será parcial.

Parece un camino más interesante ingresar en programas de investigación y desarrollo internacionales, para no quedar excluidos de este campo tecnológico.

Una situación semejante puede darse para el establecimiento de un cosmódromo donde podríamos tener interesantes perspectivas pero siempre en un esquema de cooperación internacional.

Organización: los ámbitos anteriores y las tareas de Investigación, Desarrollo y Aplicación requieren el concurso de múltiples actores, es por eso que un Organismo capaz de establecer relaciones con todas las organizaciones estatales, de carácter científico, industriales y empresariales tanto nacionales como extranjeras es fundamental.

Su función central deberá ser estimular la investigación, el desarrollo y aplicación en las diversas ramas de la ciencia y tecnología que tengan relación con el Espacio y promover al mismo tiempo la colaboración y cooperación internacional.

CONCLUSION

El Espacio es una dimensión que llegó a nuestra realidad, no podemos ignorarlo, tiene demasiada importancia y trascendencia para nuestra vida diaria. Si no tomamos acciones urgentes hoy, el resultado será que continuaremos debatiéndonos en medio de esperanzas y expectativas frustradas.

Requiere un esfuerzo de personas y recursos. El Estado simplemente no puede eludir su papel; por nuestra estructura política y económica su rol será siempre fundamental.

Pero lo más crítico de las decisiones es decidir si queremos ser un país espacial.

Sus beneficios en los campos de la ciencia, la tecnología y las empresas son inmensos y Chile debe estar en ellos. *

(*) Trabajo elaborado en base a una conferencia presentada con el Summer Session Programme 2000 de la International Space University, desarrollada en la Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso en Agosto 2000.

(**) Coronel de Aviación Joaquín Urzúa Rique, Oficial de Estado Mayor y profesor militar de Academia en Personal y Estado Mayor, Operaciones y Estrategia. Graduado como profesor de Relaciones Internacionales en la Academia Diplomática Andrés Bello, Magister en Ciencia Política (c) de la Universidad de Chile. Entre otros cargos ha sido Oficial de Proyecto del Sistema Mirage y Comandante del Grupo 4, Jefe del E.M. de la IIª Brigada Aérea, Jefe de la Misión Aérea en Francia, Secretario General de la Fach, Jefe del Servicio de Informática y Computación y Director de la Escuela de Aviación.

Actualmente, se desempeña como Secretario Académico del C.E.A.D.E. y profesor en la Academia de Guerra Aérea.